

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МАСЛЯНОГО  
ФИЛЬТРА»

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

Идентификационный код ВКР: 758

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  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС МАСЛЯНОГО ФИЛЬТРА»**

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 758

Исполнитель  
студент гр. ЗТО-503

Р. С. Ибрагимов

Руководитель  
доцент, к.п.н.

Д. Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 119 листов печатного текста, 25 иллюстрации, 14 слайдов, 39 таблиц, 30 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: «КОРПУС МАСЛЯНОГО ФИЛЬТРА», ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОЦ С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

Совершенствование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали, что позволило повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Разработано занятие повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ			
Из	Лис	№	Подп.	Дата	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус масляного фильтра»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Ибрагимов						2	119
Пров.	Мирошин							
Н. Контр.	Суриков							
Зав. каф.	Бородина							
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-503		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	9
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали ...	13
1.1.4. Определение типа производства .....	20
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	21
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	21
1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования .....	22
1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус масляного фильтра» .....	24
1.2.4. Выбор средств технологического оснащения .....	26
1.2.4.1. Выбор и описание оборудования .....	26
1.2.4.2. Предлагаемый вариант ТП и содержание технологических операций.....	30
1.3. Технологические расчеты .....	38
1.3.1. Расчет припусков .....	38
1.3.2. Расчет технических норм времени .....	43
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	48
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	54
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	54
3.2. Расчёт капитальных затрат.....	54
3.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	57

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	74
4.1. Описание условий обучения в негосударственном образовательном частном учреждении дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования».....	75
4.2. Анализ профессионального стандарта.....	78
4.3. Разработка учебно-тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования».....	83
4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Основы технологии машиностроения».....	89
4.5. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока .....	92
4.6. Разработка методического обеспечения .....	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов .....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Комплект технологической документации .....	115

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного машиностроения претерпевает фундаментальные изменения с новым, качественно отливающимся этапом автоматизации машиностроительного производства.

Автоматизация в машиностроении в первой половине XX века касалась в основном массового производства, и только с появлением в 50-х годах станков с числовым программным управлением автоматизация стала развиваться в единичном, мелко- и среднесерийном производстве.

Однако в этих производствах автоматизация не дала пока такого эффекта, как в массовом производстве, ни по повышению производительности труда, ни по снижению себестоимости. А вместе с тем более 80% всей продукции выпускается именно в серийном, мелкосерийном и единичным производстве.

Доля серийного и мелкосерийного производств непрерывно растет в связи с более быстрым устареванием и сменяемостью выпускаемой продукции.

Эта тенденция ограничивает возможности автоматизации массового производства на базе автоматической линий. Автоматическая линия, предназначенная для выпуска одного фиксированного для нее изделия, перестала быть прогрессивным средством производства, поскольку сдерживает переход на выпуск новых, более современных изделий.

В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

масляного фильтра» в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

Цель ВКР определяет следующие задачи:

- проанализировать исходные данные;
- разработать новый вариант технологического процесса механической обработки детали «Корпус масляного фильтра»;
- разработать операцию механической обработки;
- разработать управляющую программу;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- выполнить методический раздел.

В предлагаемом варианте тех. процесса предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный режущий и мерительный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Анализ исходных данных

Исходными данными, согласно заданию на преддипломную практику, являются рабочий чертёж детали со всеми техническими требованиями и годовая программа выпуска деталей.

### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус масляного фильтра» является опорной деталью, служащей для крепления фильтрующих элементов в системе смазки дизельного двигателя, она выполнена из литейного алюминиевого сплава марки АЛ9.

По своей конструкции деталь «Корпус масляного фильтра» представляет собой инертное тело, крепящееся на вертикальной плоскости благодаря выполненным 8-ми отверстиям диаметром 18 мм. Отверстия М48х1,5-5Н6Н предназначены для крепления фильтрующих элементов производства компании «MANN». Внутренние каналы предназначены для подачи моторного масла из систем двигателя в поддон через фильтрующие элементы.

Габаритные размеры детали 381х295х399 масса 11,0 кг. Деталь толстостенная имеет сложный профиль, большое количество отверстий, повышенные требования к взаимному расположению поверхностей. Во время работы механизма деталь «Корпус масляного фильтра» испытывает статические нагрузки.

Деталь «Корпус масляного фильтра» изготавливается из литейного алюминия марки АЛ9 по ГОСТ 1583-93.

Сплав АЛ9 применяется: для изготовления чушек и различных фасонных отливок различными способами литья (в песчаные формы, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением); отливок деталей

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

металлургического машиностроения (деталей приборов, корпусов помп, карбюраторов, работающих при температурах не выше +200°С; тонкостенных средненагруженных и свариваемых деталей и т. д.

Приведем в таблицах 1 и 2 химический состав и механические свойства алюминиевого сплава марки АЛ9.

На рисунке 1 показана 3D модель детали.

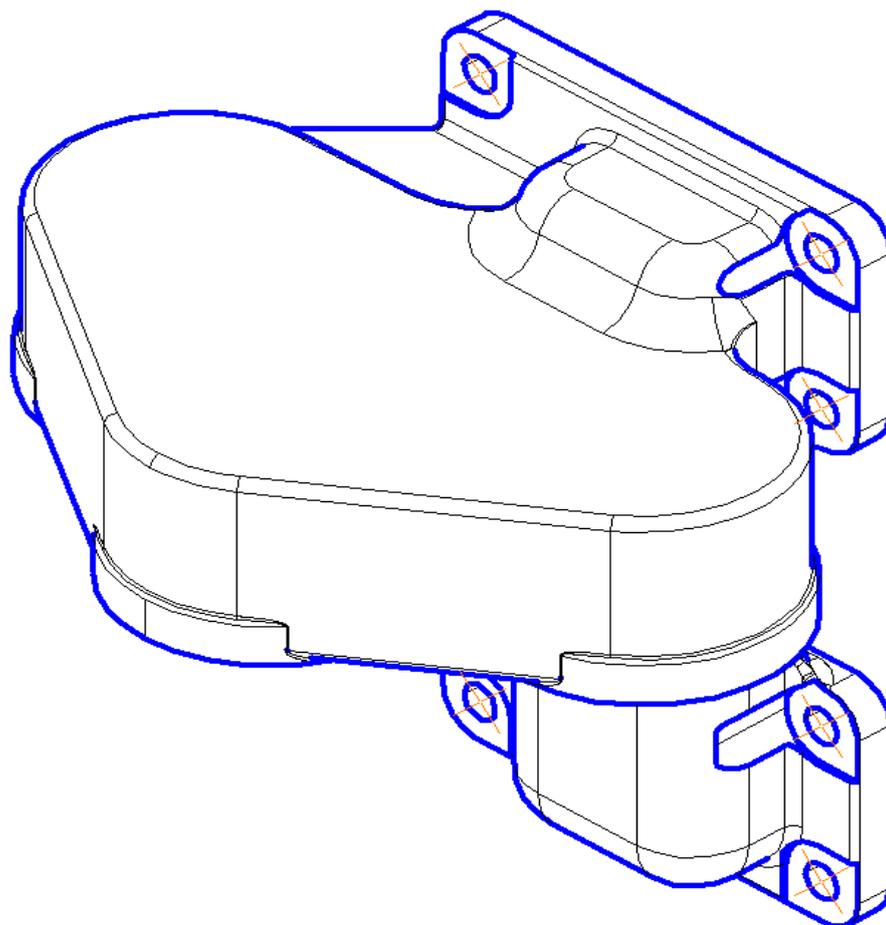


Рисунок 1 – 3D модель детали «Корпус масляного фильтра»

Таблица 1- Химический состав сплава АЛ9 (по ГОСТу 1583-93)

Массовая доля, %		
Основные компоненты		Примесей
магний	кремний	железо
0,2-0,4	6,0-8,0	1,5

Таблица 2 - Механические свойства сплава АЛ9 (по ГОСТу 1583-93)

$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	НВ
167	1,0	50,0

Алюминиевый литейный сплав АЛ9 системы Al-Si-Mg. Основное достоинство алюминиевого литейного сплава марки АЛ9 – высокая герметичность. Это достаточно весомое качество для материала, который идёт на производство фасонных отливок. Линейная усадка, которую даёт АЛ-9 – всего 1%. Mg введен в состав этого сплава для упрочнения, поскольку он образует упрочняющую фазу с кремнием – Mg<sub>2</sub>Si.

Достоинства: хорошие коррозионная стойкость, механические свойства и литейные технологические свойства. Удовлетворительная обрабатываемость резанием.

### 1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

#### *Качественный анализ*

Достоинства детали «Корпус масляного фильтра»:

Форма детали приближена к правильной геометрической форме, т. е. фланцам детали придана форма правильного четырёхугольника и треугольника;

Конструкция детали позволяет выполнять обработку без спаривания с сопрягаемой деталью;

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Конструкция детали предусматривает возможность механической обработки нескольких поверхностей в одной операции (например параллельные между собой плоскости или отверстия  $\varnothing 18$ ,  $\varnothing 99$  и M48, подрезки R25...35);

Конструкция детали обеспечивает возможность обработки поверхностей и торцов отверстий напроход (все торцы и поверхности перпендикулярны и параллельны осям детали);

Деталь не имеет отверстий, не перпендикулярных осям на входе и выходе сверла, что позволяет устранить увод сверла или его поломку;

Конструкция детали достаточно жесткая в виду отсутствия тонких стенок толщиной 2,5...4мм.

Не технологичным является наличие двух закрытых подрезок R25...35.

При качественной оценке доминируют положительные характеристики, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

### ***Количественный анализ***

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 4 и 5,

где  $T_i$  – квалитеты;

$Ш_i$  – значение параметра шероховатости;

$n_i$  – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

В соответствии с ГОСТ 18831-73 значения базовых коэффициентов следующие:

- коэффициент точности  $K_{T_{баз}} = 0,8$ ;

- коэффициент шероховатости  $K_{Ш_{баз}} = 0,18$ .

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Определим коэффициент точности по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
6	3	18
7	3	21
14	40	560
	$\Sigma n_i = 46$	$\Sigma T_i \cdot n_i = 599$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{599}{46} = 13,022$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,022} = 0,923.$$

т. к.  $K_{Tч} = 0,923 > K_{T_{баз}} = 0,8$ , то деталь по данному показателю технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$\text{Ш}_i$	$n_i$	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
3,2	3	9,6
5	7	35
10	2	20
20	27	540
	$\Sigma n_i = 39$	$\Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i = 604,6$

$$\text{Ш}_{cp} = \frac{\Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{604,6}{39} = 15,503_{\text{мкм}}$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{cp}} = \frac{1}{15,503} = 0,065$$

т. к.  $K_{ш}=0,065 < K_{Т_{баз}} = 0,18$ , то деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{11,0}{14,5} = 0,759$$

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

#### *Формулировка основных технологических задач*

Основные технологические задачи:

- Обеспечить точность обработки: 3-х отверстий Ø99 по 7-му качеству, отверстий М48 по 7Н, остальные размеры по 14-му качеству;
- Обеспечить качество поверхностей: 3-х отверстий Ø99 по Ra3,2мкм, 3-х отверстий М48-7Н и двух нижних плоскостей по Ra5мкм; 2-х левых поверхностей по Ra 10мкм; остальных поверхностей по Ra20мкм.
- Обеспечить допуск перпендикулярности присоединительной поверхности относительно базы Ж в пределах 0,3 мм.;
- Обеспечить допуск параллельности 3-х бобышек Ø60мм относительно присоединительной поверхности в пределах 0,20 мм.;
- Обеспечить допуск соосности отверстий Ø99 относительно общей базы Е в пределах 0,1 мм.;
- Обеспечить допуск плоскостности присоединительной поверхности в пределах 0,1мм.;
- Обеспечить допуск позиционирования отверстий ø18 в пределах 0,25 мм на радиус;
- Обеспечить покрытие поверхностей эмалью ВЛ-515 и эмалью ПФ-515.
- Обеспечить испытание на герметичность внутренних полостей водой давлением 0,45...0,50МПа с выдержкой в течении 3-х минут.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

### 1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали

#### *Характеристика технологического процесса*

По признакам технологический процесс относят:

- по числу охватываемых изделий – мелкосерийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутный.

#### *Анализ методов обработки поверхностей*

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунках 2 и 3 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 5.

В большинстве своем методы обработки в базовой технологии верны.

#### *Анализ выбора технологических баз*

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях, а результаты занесем в таблицу 6.

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип постоянства и совмещения баз.

#### *Анализ маршрута обработки*

При изучении маршрута обработки установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей, маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблица 5 - Сравнение МОП

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1	Плоскость	14	5	Фрезерование однократное	12...14	5...12,5	Соответствует
2	Плоскость	14	5	Точение однократное	12...14	5...12,5	Соответствует
3, 4	Плоскость	14	20	Фрезерование однократное	12...14	5...12,5	Соответствует
5	Отверстие	14	20	Сверление	12...14	6,3...12,5	Соответствует
6	Плоскость	14	10	Фрезерование однократное	12...14	5...12,5	Соответствует
7	Отверстие резьбовое	5Н6Н	5	Сверление, нарезание резьбы	6Н...7Н	3,2...6,3	Соответствует
8	Отверстие	14	20	Точение черновое, чистовое, тонкое	12...14	6,3...12,5	Соответствует
9	Фаска	14	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует

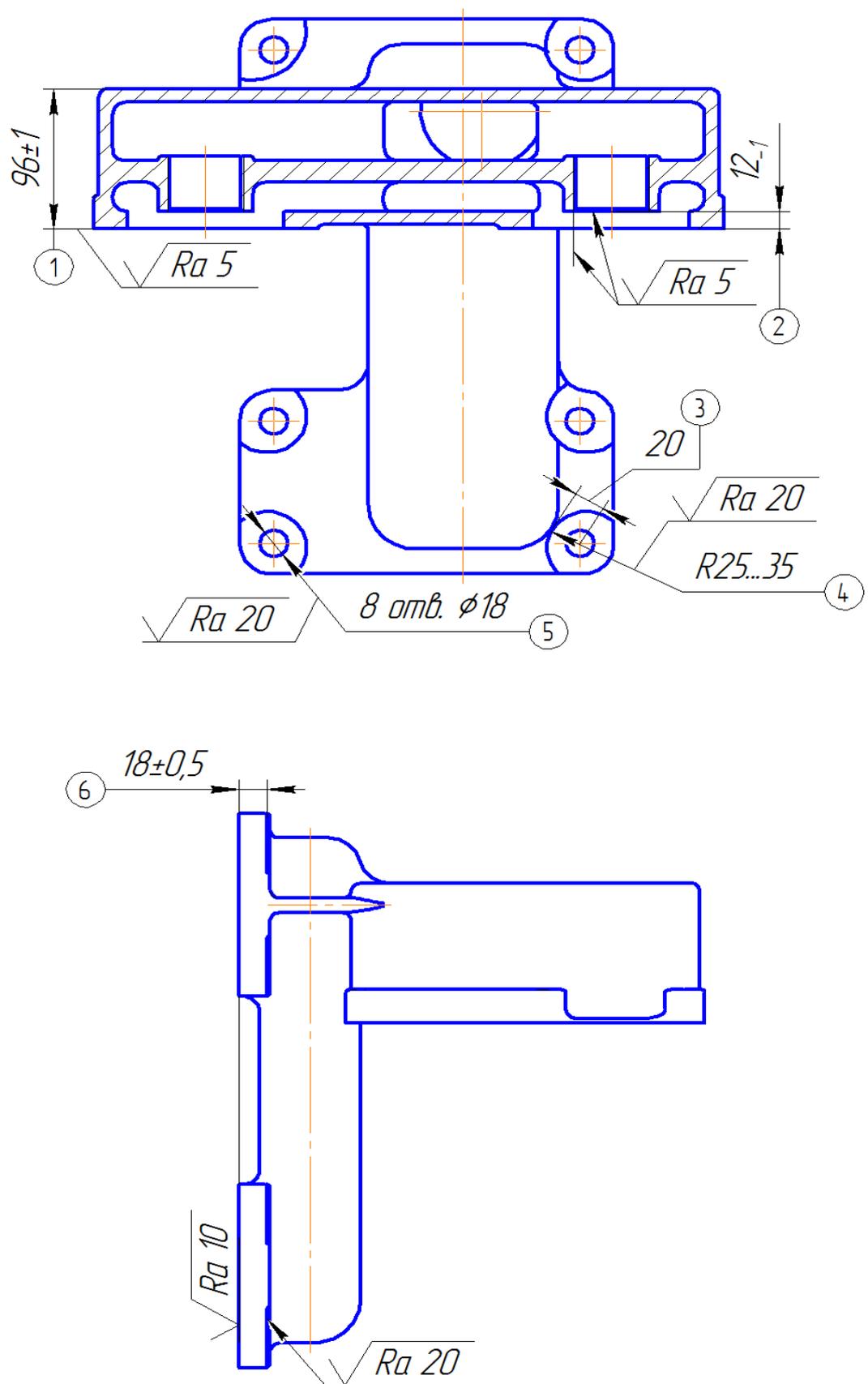


Рисунок 2 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758.ПЗ

Лист

15

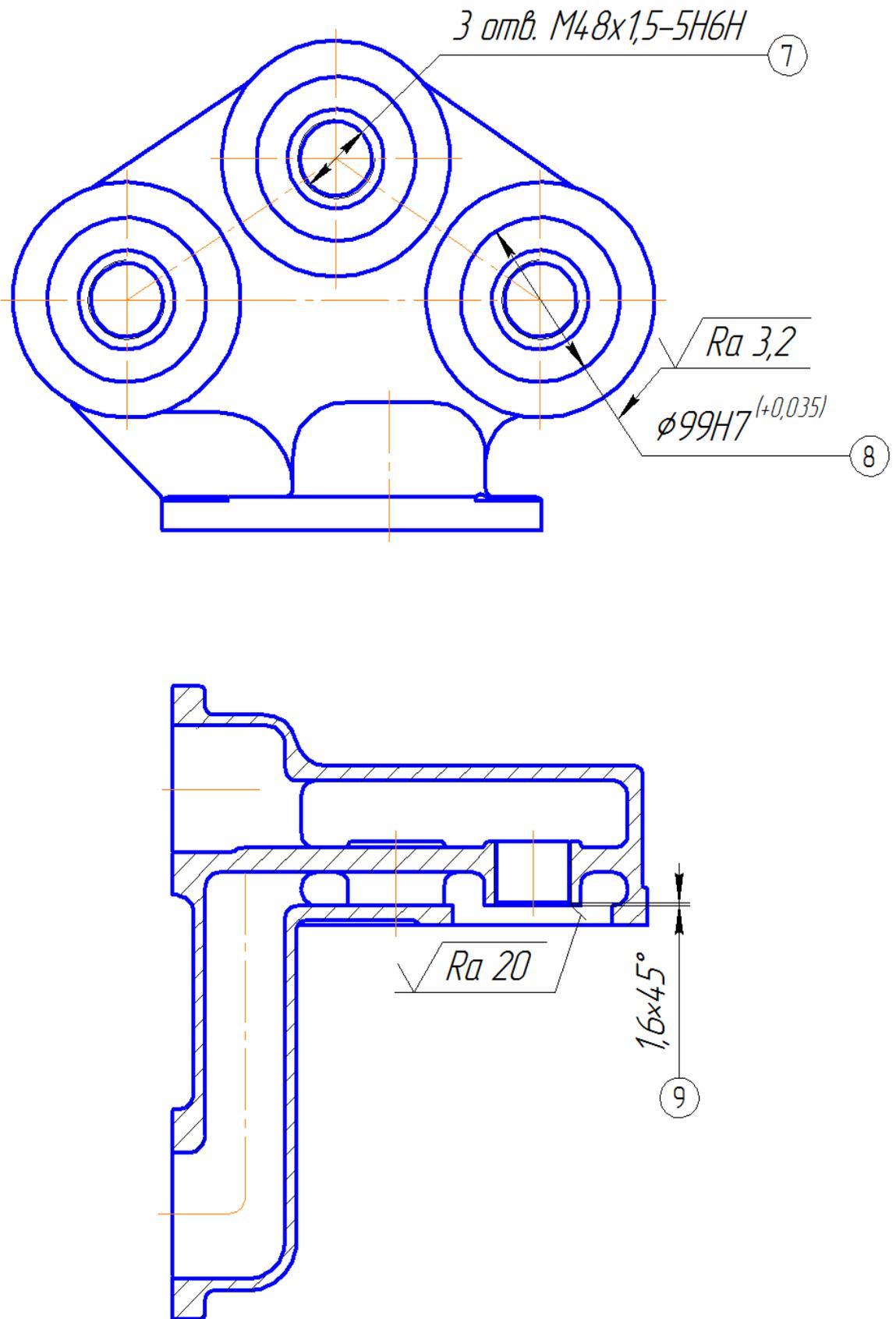


Рисунок 3 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758.ПЗ				16

Таблица 6 - Технологические базы в станочных операциях базовой технологии

№ операции	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
005	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность 6, расточить 2 отв. Ø78. Сверлить 8 отв. 18.	Боковые поверхности фланцев, пов. 1	
010	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхности 3 и 4.	-	Плоскость 6, два отверстия 18.
015	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность 1. Расточить 3 отверстия 8. Точить 3 поверхности 2. Сверлить 3 отверстия 7 под резьбу. Зенковать фаску 9 в 3-х отверстиях 7. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях 7.	-	Плоскость 6, два отверстия 18.

*Анализ станочных операций*

Проанализируем операции 005 Горизонтально-расточную и 010 Горизонтально-расточную, а результаты занесем в таблицу 7.

Таблица 7 - Анализ станочных операций

№ операции	Наименование и содержание операции	Структура операции				Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
005	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность 6, расточить 2 отв. Ø78. Сверлить 8 отв. 18.	1	-	3	12	Боковые поверхности фланцев, пов. 1	Приспособление спец.	2А636	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
010	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхности 3 и 4.	1	-	1	8	Плоскость 6, два отверстия 18	Приспособление спец.	2А636	Одноместная, многоинструментальная последовательная обработка

Определим тип производства для базового тех. процесса.

Коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о.}$  определяемого по формуле [4, с. 33]:

$$K_{з.о.} = \sum O / \sum P, \quad (1)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

$\sum P$  – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска  $N=520$  шт. (базовый вариант).

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [4, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{шт} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.} \cdot K_{ВН}), \quad (2)$$

где  $F_d=3584$  ч. – годовой фонд времени при 2-х сменной работе универсального оборудования;

$\eta_{з.н.} = 0,85$  – нормативный коэффициент загрузки.

$\eta_{з.н.} = 1,02$  – нормативный коэффициент выработки норм.

Установим число рабочих мест  $P$  округляя в большую сторону  $m_p$ .

Определим фактический коэффициент загрузки  $\eta_{з.ф.}$  по [4, с. 33]:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3)$$

Количество операций по формуле [4, с. 33]:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (4)$$

Рассчитаем  $K_{з.о.}$  для операции 005 Горизонтально-расточная:

$$m_p = 520 \cdot 8,52 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,02; \text{ приму } P=1;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,02 / 1 = 0,02; O = 0,75 / 0,02 = 37,5, \text{ примем } O=38.$$

Рассчитаем  $K_{з.о.}$  для операции 010 Горизонтально-расточная:

$$m_p = 520 \cdot 12,3 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,03; \text{ приму } P=1;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,03 / 1 = 0,03; O = 0,75 / 0,03 = 25, \text{ примем } O=25.$$

Рассчитаем  $K_{з.о.}$  для операции 015 Горизонтально-расточная:

$$m_p = 520 \cdot 120,4 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,34; \text{ приму } P=1;$$

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$\eta_{з.ф.}=0,34/1=0,34$ ;  $O=0,75 /0,34=2,2$  примем  $O=3$ .

Тогда:

$K_{з.о.}= 66/3=33$ , что соответствует мелкосерийному типу производства.

Количество деталей в партии [4, с. 36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (5)$$

где  $a$  – периодичность поступления заготовок,  $a=12$  дней [4, с. 36].

Тогда по (5):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{520 \cdot 12}{254} = 25шт$$

### **Выводы:**

При рассмотрении заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- большое количество установов, что значительно влияет на точность взаимного расположения поверхностей;
- применение специализированных приспособлений с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время.

Принятые шаги к совершенствованию технологического процесса и устранения недостатков:

- применение многооперационного оборудования, что приведет к сокращению вспомогательного времени, увеличения доли машинного времени, сокращению количества установов и как следствие сокращение цикла производства, сокращение количества оборудования участвующего в процессе производства;
- применение специализированных приспособлений с пневматическим зажимом, значительно сократит вспомогательное время на операцию.

### **1.1.4. Определение типа производства**

Тип производства по предлагаемому варианту тех. процесса определим используя формулы (1) и (2), а результаты занесем в таблицу 8.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Годовая программа по предлагаемому варианту технологического процесса  $N=1250$  шт., годовой фонд времени при 3-х сменной работе  $F_d=5376$ ч.

Таблица 8 – Определение типа производства

Операция	Т <sub>шт,</sub> мин.	m <sub>p</sub>	P	η <sub>з.ф.</sub>	O
Комбинированная на ОЦ с ЧПУ	26,92	0,12	1	0,12	7

Тогда:

$K_{з.о.} = 7/1=2$ , что соответствует крупносерийному типу производства.

Количество деталей в партии по (5):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{1250 \cdot 12}{254} = 59шт \quad (6)$$

Крупносерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В крупносерийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированы.

Квалификация рабочих ниже, чем в мелкосерийном производстве.

## 1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

### 1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

- масса детали 11,0 кг;
- габариты детали: 295x381x399 мм.
- материал – сплава АЛ9 ГОСТу 1583-93.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21



К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность.

В нашем случае черновой базой будет поверхность «А» и отверстия «Б» и «В». Торцев «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), отверстие «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений), отверстие «В» - 1 степени свободы. Таким образом, базирование полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 4.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами является нижний торец «Г» и отверстия «Д» и «Е».

Торец «Г» – лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), отверстие «Д» лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений), отверстие «Е» лишает деталь одной степени свободы (одного вращения). Таким образом, базирование полное.

Чистовое базирование представлено на рисунке 5.

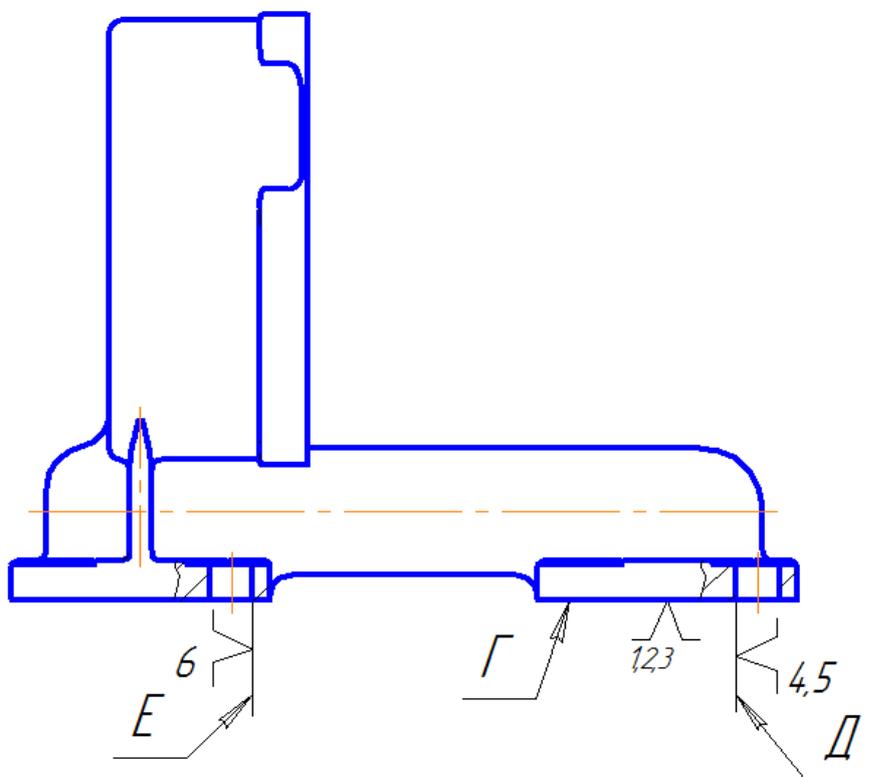


Рисунок 5 - Чистовые базы предлагаемого тех. процесса

### 1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус масляного фильтра»

Технологический маршрут обработки детали «Корпус масляного фильтра» представлен в таблице 9. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунках 6 и 7.

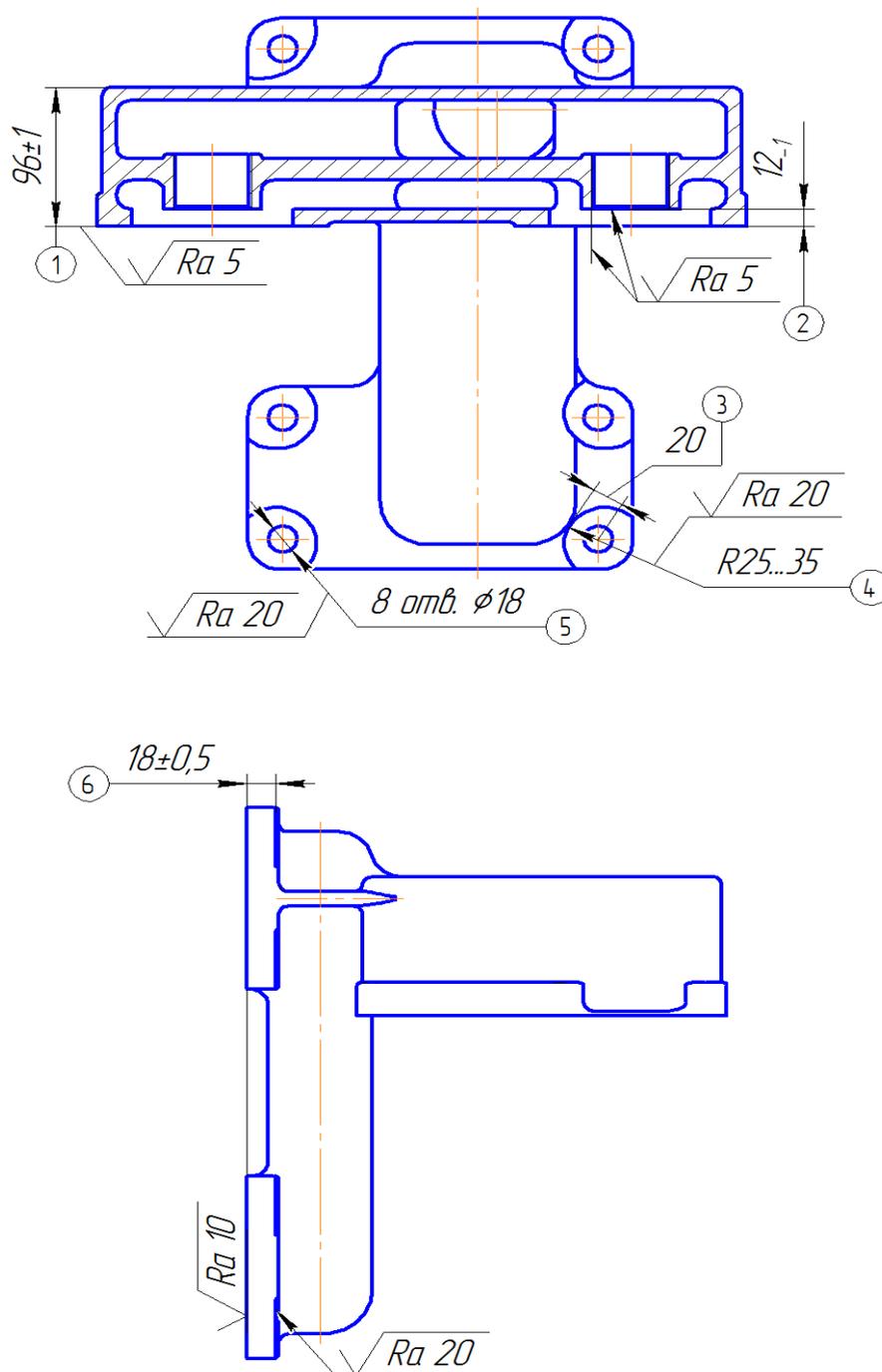


Рисунок 6 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

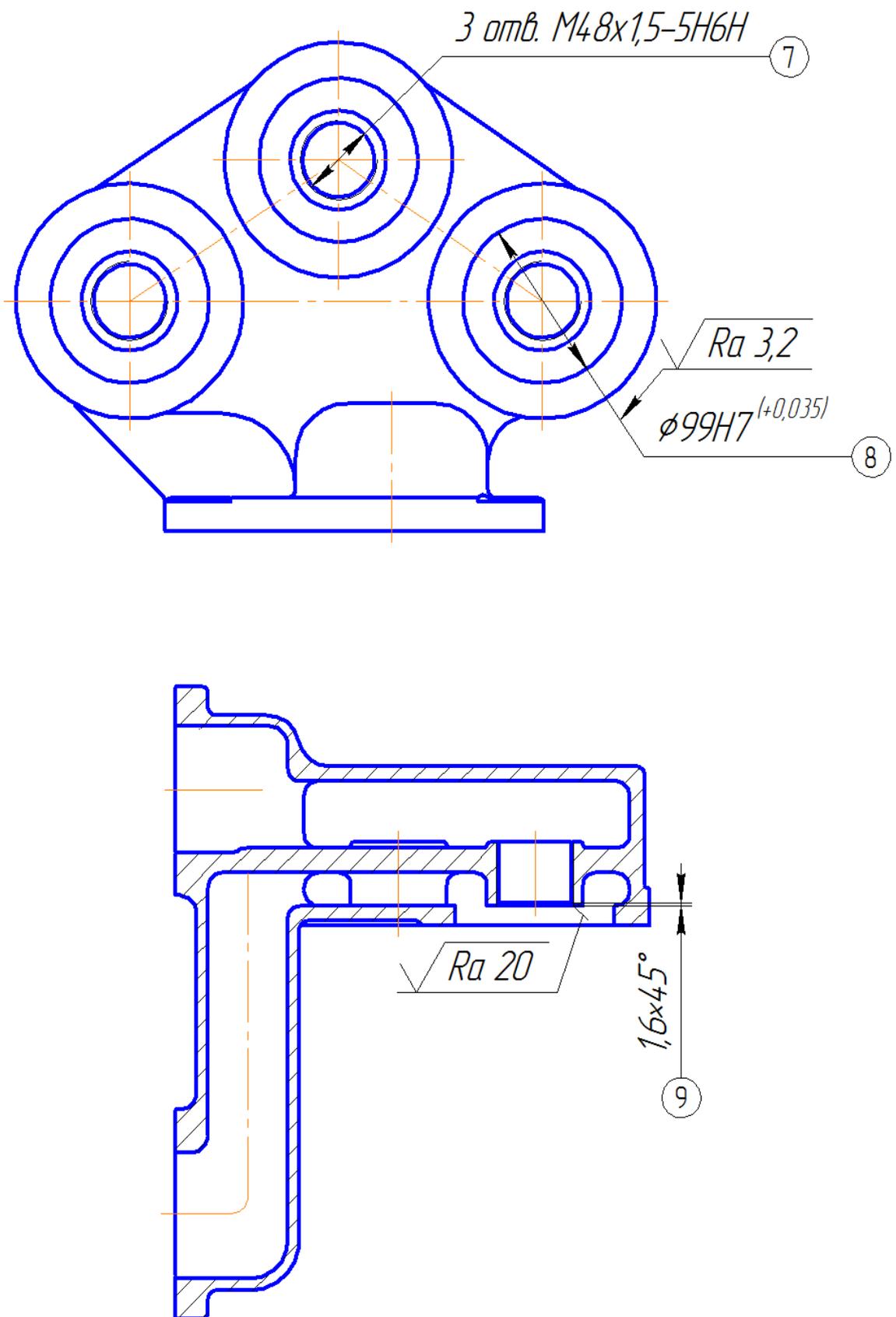


Рисунок 7 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758.ПЗ					25

Таблица 9 – Методы обработки поверхностей детали «Корпус масляного фильтра» (рис. 6 и 7)

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А	Фрезеровать	6
	Сверлить	5
	Фрезеровать	3 и 4
Установ Б	Фрезеровать	1
	Расточить	8
	Фрезеровать	2
	Расточить	7
	Точить фаску	7
	Фрезеровать резьбу	7

#### 1.2.4. Выбор средств технологического оснащения

##### 1.2.4.1. Выбор и описание оборудования

В связи программой технического перевооружения участка обработки алюминиевых деталей механического цеха планируется заменить существующее универсальное оборудование, на обрабатывающий центр с ЧПУ, что позволит повысить качество изготавливаемой продукции, повысить производительность и обеспечит увеличение годовой программы в 3 раза к 2021 году. Увеличение годового выпуска продукции заложено в стратегическом плане развития предприятия ООО «УДМЗ».

Одно из главных преимуществ обрабатывающего центра – высокая производительность: она в 3-8 раз превышает производительность обычных станков. Это достигается за счет сокращения вспомогательного времени, а доля машинного времени в общем цикле обработки увеличивается на 60-70%.

Вспомогательное время уменьшается за счет таких факторов, как высокая скорость функционирования рабочих элементов, автоматическая смена инструментов и т.д. Один обрабатывающий центр с успехом выполняет целый комплекс работ, требующих высокой точности.

Руководство процессом происходит благодаря установленной оператором компьютерной программе.

В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели DOOSAN HC500II (про-во Ю. Корея).

Серия высокоскоростных горизонтальных станков HC обеспечивает высокую производительность, непревзойденную точность и оптимальную интенсивность съема материала.

Станки оснащены автоматическим устройством смены паллет, высокоскоростным шпинделем, большим устройством смены инструмента и высокой скоростью (40 м/мин).

Стандартная комплектация:

- Кабинетное ограждение рабочей зоны;
- Система охлаждения шпиндельного узла;
- Система гидравлики и система кондиционирования;
- АСИ 40 позиций;
- АСП на 2 палеты;
- Система автоматической смазки;
- Телескопические защиты направляющих;
- Шнековый транспортер для отвода стружки из зоны обработки;
- Сигнальная лампа-маяк (красная, зеленая, желтая);
- Система сбора отработанного смазочного масла;

Дополнительная комплектация:

- Увеличение ёмкости инструментального магазина до 60-120-170 позиций;
- Увеличение скорости шпинделя до 10 000 об/мин.;
- Управляемая от ЧПУ ось поворота паллеты;
- Мультипалетные системы конвейерного, карусельного или маятникового типа;
- Оптические линейки;

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Система подачи СОЖ через шпиндель под высоким давлением;
- Система обмера заготовок;
- Система размерной привязки инструмента;
- Система смыва, сбора, удаления, транспортировки стружки;
- Маслоотделитель из СОЖ;
- Удалитель масляного тумана;
- Изготовление палет с Т-образными пазами;
- Функция энергосбережения;
- Программа-менеджер загрузки инструмента;
- Встроенный графический редактор EZ Guide;
- Программное обеспечение для высокоскоростной обработки.

На рисунке 8 показан ОЦ DOOSAN HC500П.



Рисунок 8 – Обрабатывающий центр ОЦ DOOSAN HC500П

На рисунке 9 показана компоновка и основные направления движения обрабатывающего центра DOOSAN HC500П.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Таблица 10 – Технические характеристики ОЦ DOOSAN HC500II

Классификация	Ед.изм	HC 500 II
Размер паллета	мм	500x500
Конус инструмента	конус	40
Макс. скорость шпинделя	об/мин	8000
Макс. мощность двигателя шпинделя	кВ	18.5
Перемещение по осям (X/Y/Z)	мм	850/700/750
Емкость хранения для инструмента	шт.	40
Система ЧПУ	–	FANUK

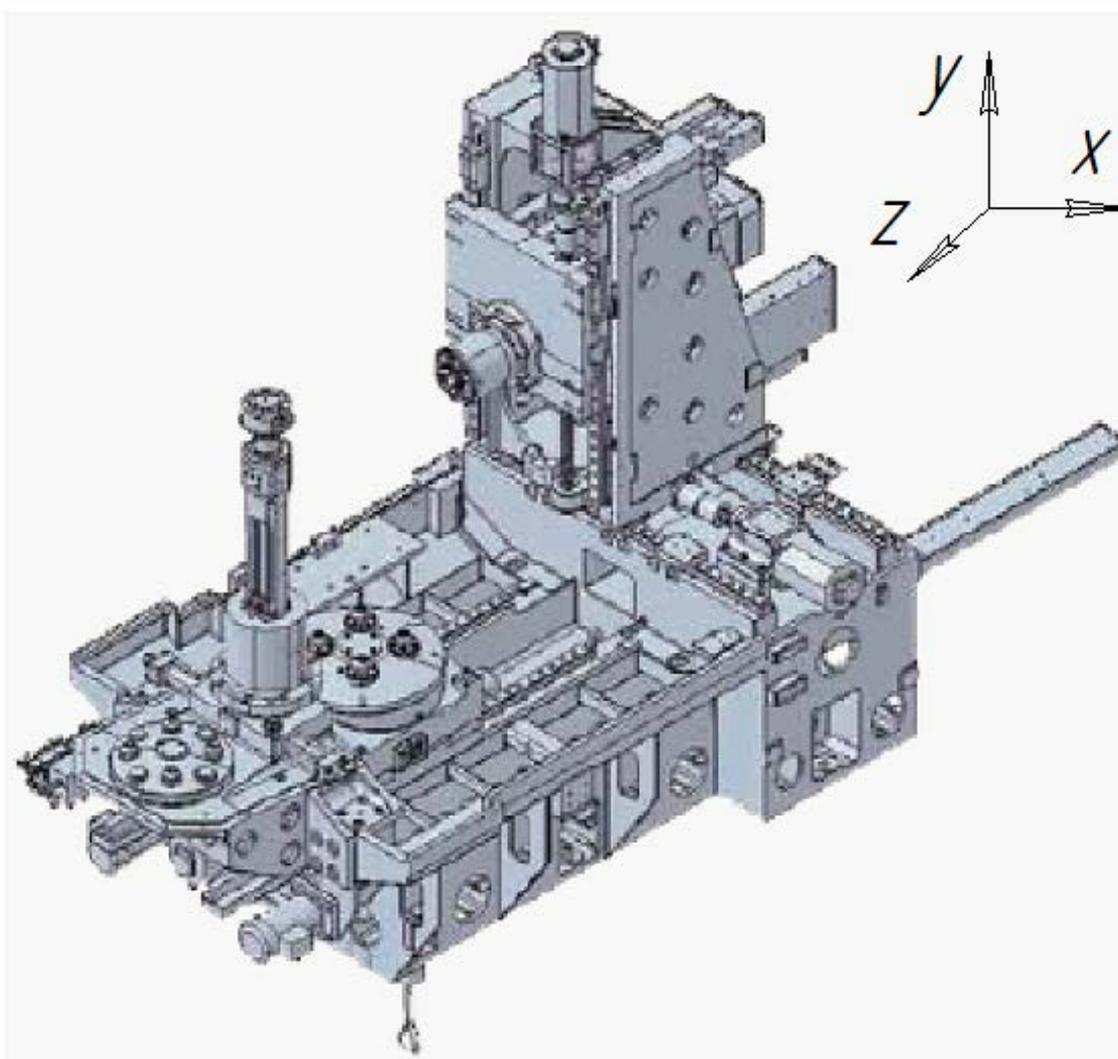


Рисунок 9 - Компоновка и основные направления движения обрабатывающего центра DOOSAN HC500II

В таблице 11 кратко опишем технологию механической обработки детали с использованием фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Таблица 11 – Краткий технологический маршрут механической обработки детали «Корпус масляного фильтра»

№ опер	Содержание операции	Оборудование
005	<p align="center"><u>Установ А</u></p> 1.Фрезеровать две поверхности 6. 2.Сверлить 8 отверстий 5. 3.Фрезеровать 8-мь площадок 3и 4.	НС500П
005	<p align="center"><u>Установ Б</u></p> 1.Фрезеровать поверхность 1. 2.Расточить 3 отверстия 8. 3.Фрезеровать три поверхности 2. 4.Расточить 3 отверстия 7. 5.Точить фаску 9 в 3-х отверстиях 7. 6.Фрезеровать резьбу в 3-х отверстиях 7.	НС500П

#### 1.2.4.2. Предлагаемый вариант ТП и содержание технологических операций

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Seco».

Материал детали – сплав АЛ-9 по классификации компании «Seco» относится к группе N1 [10, с. 675].

Фрагмент каталога «Seco» для выбора элементов режима резания показан на рисунке 10.

#### Классификация материалов - SMG2



SMG	Описание	свойства	Пример
N1	Алюминиевые сплавы, Si < 9%		AW-7075
N2	Сплавы алюминия, 9% < Si < 16%		AC-44200 Si = 12%

Рисунок 10 – Выбор группы материала для сплава АЛ-9 из каталога фирмы«Seco»

## Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

### Установ А

Переход 1. Фрезеровать две поверхности 6 (рис. 6).

Фреза торцевая R220.53-8160-09-14С [10, с. 129],

где обозначено: R – правостороннее вращение, 220 – крепление на оправке, 53 - система фрез, 8160 – диаметр фрезы (160мм), 09 – размер пластины, 14 – эффективное число зубьев, С – крепление пластины клином (рис. 11).

Размеры фрезы:  $D_c=160\text{мм}$ ,  $D_{c2}=170\text{мм}$ ,  $D_{5m}=90\text{мм}$   $l_1=63\text{мм}$ ,  $a_p=4,5\text{мм}$  [10, с. 129].

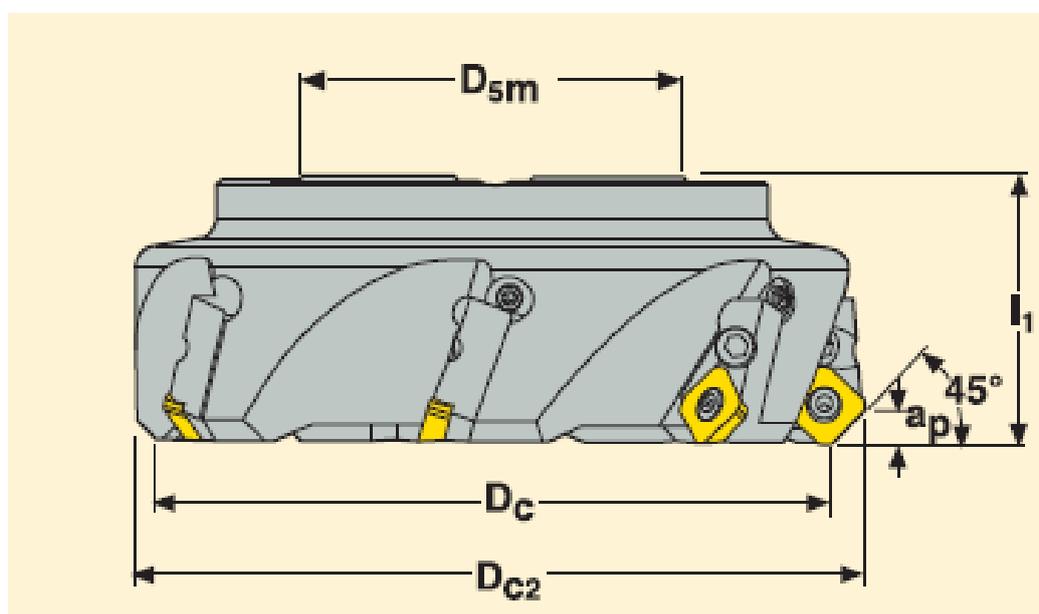


Рисунок 11 - Фреза торцевая

Пластина SEEX 09T3AFN-E04 H15 [10, с. 603],

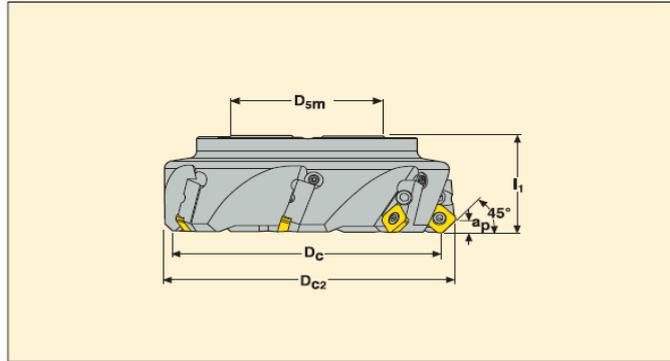
где обозначено: S - форма пластины (квадратная), E - задний угол (равен  $20^\circ$ ), E – класс допуска, X – тип СМП, 09 – номинальная длина режущей кромки (9,52мм), T3 – толщина (3,97мм), AF – пластина с фаской  $45^\circ$ , N – направление резания (нейтрал), E04 – внутреннее обозначение (условия обработки простые), H15 – материал пластины (твердый износостойкий сплав для обработки алюминия, сплав без покрытия) [10, с. 14]. Фрагмент каталога «Seco» для выбора фрезы, пластины и материала показан на рисунках 12 и 13.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

R220.53-09C



- Для подбора пластин и рекомендаций по режимам резания см. стр. 130-131
- Номенклатуру пластин см. на стр. 603



Шаг	Обозначение	Тип крепления	Размеры в мм								Пластина
			$a_p$	$D_c$	$D_{c2}$	$D_{sm}$	$l_1$				
Нормальный	R220.53 -0080-09-5C	Оправка	4,5	80	90	62	50	5	1,7	7400	SE..09T3
	-0100-09-6C	Оправка	4,5	100	110	77	50	6	2,5	6600	SE..09T3
	-0125-09-8C	Оправка	4,5	125	135	90	63	8	4,2	5900	SE..09T3
	-8160-09-10C	Оправка	4,5	160	170	90	63	10	6,6	5200	SE..09T3

Рисунок 12 – Выбор торцевой фрезы из каталога фирмы «Seco»

## Пластины



SEE.09



Размер	Размеры в мм	
	l	s
SE..09T3	9,52	3,97



Обозначение	B	Перед. угол	Сплавы																
			С покрытием									Без покрытия			Кермет				
			MP1500	MP2500	MP3000	MH1000	MM4500	MK1500	MK2050	MS2050	MS2500	T350M	F15M	F25M	F40M	HX	H15	H25	MP1020
SEEX 09T3AFTN-M08	1,5	0°						■	■					■				■	
09T3AFN-E04	1,5	25°																■	
09T3AFN-M05	1,5	0°			■						■			■					
09T3AFTN-D09	1,5	0°	■																
09T3AFTN-ME07	1,5	22°		■				■					■						

## Сплавы пластин



### Сплавы без покрытия

	HX	Износостойкий сплав для фрезерования чугуна и цветных сплавов.
	H15	Твердый износостойкий сплав для фрезерования алюминия.
	H25	Прочный микрочернистый сплав для фрезерования суперсплавов и алюминия.

Рисунок 13 – Выбор пластины и материала пластины из каталога фирмы

«Seco»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.758.ПЗ

Лист

32



Пластина 150.10-4N-14 НХ [10, с. 626].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 207-208]:  $f=0,15$  мм/зуб,  $V_c=740$ м/мин.

### Установ Б

Переход 1. Фрезеровать поверхность 1 (рис. 6).

Фреза торцевая R220.53-8160-09-14С [10, с. 129].

Пластина SEEX 09T3AFN-E04 H15 [10, с. 603].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 662]:  $a_{pmax}=4,5$ мм,  $f=0,20$  мм/зуб,  $V_c=600$ м/мин.

Переход 2. Расточить последовательно 3 отверстия 8.

Растачивание выполняем в два этапа: в размер  $\varnothing 98,75$  и в размер  $\varnothing 99H7$ .

Головка А750 60 [11, с. 487] (рис. 16),

где обозначено: А – расточная головка, 750 – черновое растачивание, 60 – размер хвостовика [11, с. 481].

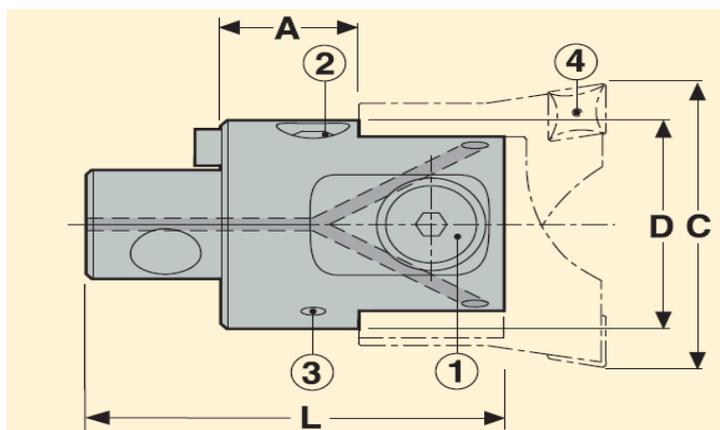


Рисунок 16 – Головка расточная тип А750

Размеры головки: диапазон  $C=\varnothing 85...144$ мм,  $A=37$ мм,  $D=70$ мм,  $L=119$ мм [11, с. 481].

Держатель пластин А750 65СС12 90 [11, с. 489],

где А750 65 – тип расточной головки, СС – тип гнезда пластины, 12 – размер гнезда пластины, 90 – направляющий угол [11, с. 489] (рис. 17).

Размеры держателя:  $b=70$ мм,  $l_1=68$ мм [11, с. 489].

Пластина ССГТ 120408F-AL КХ [11, с. 594].

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

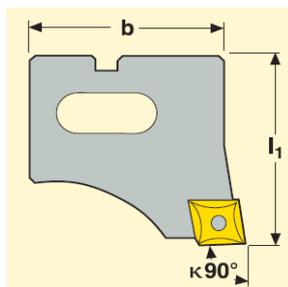


Рисунок 17 – Держатель пластин

Размеры держателя:  $b=70\text{мм}$ ,  $l_1=68\text{мм}$  [11, с. 489].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_{\text{pmax}}=5\text{мм}$ ,  $V_c=300\text{м/мин}$ ,  $f=0,40\text{ мм/об}$  [11, с. 594 и с. 596].

Головка А780 40 [11, с. 541] (рис. 18).

Держатель пластин А725 40СС06 02 [11, с. 544] (рис. 19).

Пластина ССGT 060204F-AL КХ [11, с. 594].

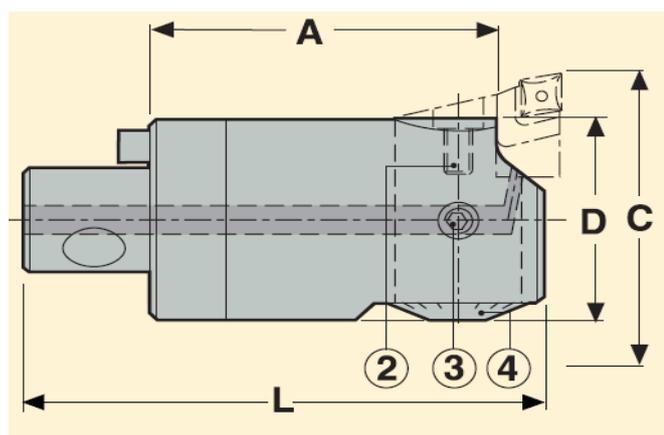


Рисунок 18 – Головка расточная тип А780

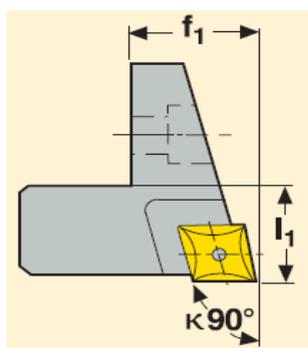


Рисунок 19 – Держатель пластин

Рекомендуемые режимы резания на втором этапе:  $a_{\text{pmax}}=0,5\text{мм}$ ,  $V_c=300\text{м/мин}$ ,  $f=0,12\text{ мм/об}$  [10, с. 327 и с. 330].

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Переход 3. Фрезеровать три поверхности 2 (рис. 6).

Фреза концевая JS522320R050Z2.0 MEGA-64 [12, с. 75] (рис. 20), где JS – линейка продукции, 522 – геометрия, 32 – диаметр фрезы, 0 – тип фрезы, R050 – форма конца, Z2 – число зубьев, MEGA 64 – покрытие [12, с. 10].

Основные размеры фрезы:  $D_c=32\text{мм}$ ,  $d_{m_m}=32\text{мм}$ ,  $Z=2$ ,  $l_2=245\text{мм}$ ,  $a_p=160\text{мм}$  [10, с. 75].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 78]:  $f=0,20\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=445\text{м/мин}$ .

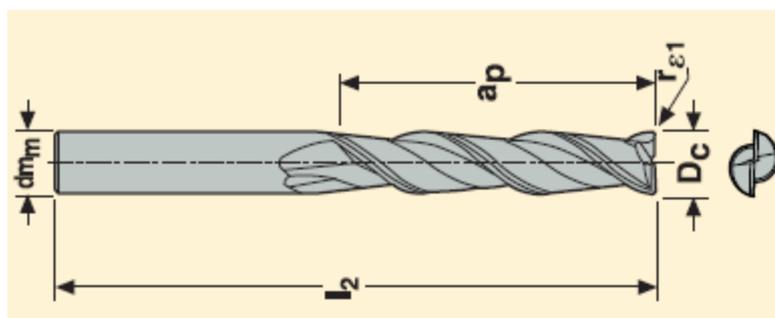


Рисунок 20 – Фреза концевая монолитная JABRO-SOLID-JS522

Переход 4. Расточить последовательно 3 отверстия 7 под резьбу.

Головка A750 30 [11, с. 487] (рис. 16)

где обозначено: A – расточная головка, 750 – черновое растачивание, 30 – размер хвостовика [11, с. 481].

Размеры головки: диапазон  $C=\varnothing 39\dots 51\text{мм}$ ,  $A=24\text{мм}$ ,  $D=35\text{мм}$ ,  $L=69\text{мм}$  [11, с. 481].

Держатель пластин A750 30CC09 90 [11, с. 489].

Размеры держателя:  $b=35\text{мм}$ ,  $l_1=41\text{мм}$  [11, с. 489].

Пластина CCGT 09T308F-AL KX [11, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_{p\text{max}}=5\text{мм}$ ,  $V_c=300\text{м/мин}$ ,  $f=0,40\text{ мм/об}$  [11, с. 594 и с. 596].

Переход 5. Фрезеровать последовательно фаски 9 в 3-х отверстиях 7 (рис. 7).

Фреза R220.49-0035-22-ХО12-45.3А [10, с. 560].

Размеры фрезы:  $D_c=35\text{мм}$ ,  $D_{c_2}=79,4\text{мм}$ ,  $D_{5m}=62\text{мм}$   $l_1=50\text{мм}$ ,  $a_p=22,5\text{мм}$  [10, с. 560].

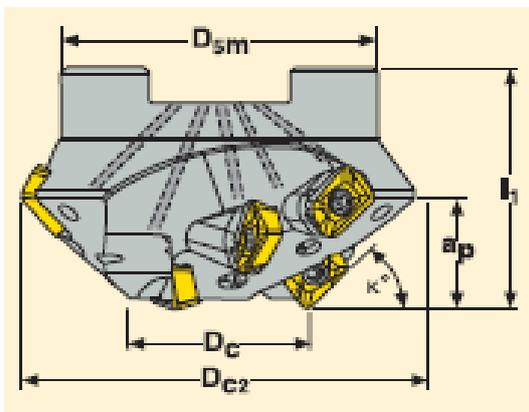


Рисунок 21 - Фреза для фрезерования фасок

Пластина ХОЕХ 120408FR-E06 Н15 [10, с. 561].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу:  $a_{p\text{max}}=22,5\text{мм}$ ,  $f=0,16\text{ мм/зуб}$  [10, с. 561],  $V_c=250\text{м/мин}$  [10, с. 562].

Переход 6. Нарезать резьбу в трех отверстиях 7.

Фреза резьбовая R396.19-2522.3S-4003-3-065АМ [11, с. 97] (рис. 22).

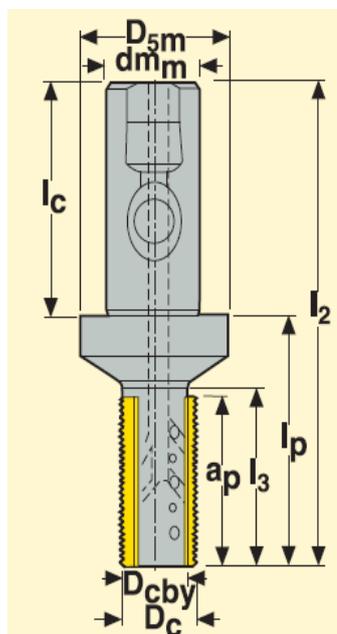


Рисунок 22 – Фреза резьбовая с пластиной

Размеры резьбофрезы:  $D_c=22\text{мм}$ ,  $D_{cby}=18\text{мм}$ ,  $dm_m=25\text{мм}$ ,  $D_{5m}=40\text{мм}$ ,  $l_2=139,5\text{мм}$ ,  $l_p=84\text{мм}$ ,  $l_3=65\text{мм}$ ,  $l_c=55,5\text{мм}$ ,  $a_p=40\text{мм}$  [11, с. 290].



Определим элементы припуска [1, с. 186, табл. 12; с. 188, табл. 25] и занесем их в таблицу 11.

Определим пространственные отклонения заготовки [2, с. 67, табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (7)$$

где  $\rho_{см}$  - смещение поверхностей, примем  $\rho_{см} = 2,0$  мм;

$\rho_{кор}$  - коробление поверхностей, определим по формуле [1]:

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 12 = 0,006 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2,0^2 + 0,006^2} \approx 2,0 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [2, с. 37]:

- после растачивания черногого:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2000 = 100 \text{ мкм},$$

- после полустого растачивания:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [2, с. 75, табл. 4.10] и занесем в таблицу 11.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле и занесем в таблицу 11:

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (8)$$

Графу  $D_p$  заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Графу  $D_{\min}$  получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу  $D_{\max}$  определим путем сложения допусков к минимальным размерам  $D_{\min}$ .

Результаты занесем в таблицу 13.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Определим минимальные значения припусков по формуле [10]:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}, \quad (9)$$

а максимальные значения припусков определим по формуле [10]:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np} \quad (10)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 11.

Общий номинальный припуск [10]:

$$2 \cdot Z_{\text{ном}} = 2 \cdot Z_{\text{о min}} + \frac{\sigma_3}{2} - \sigma_3 = 5,290 + \frac{1,1}{2} - 0,03 = 5,810 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле [10]:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \sigma_{i-1} - \sigma_i, \quad (11)$$

$$5,0 - 3,20 = 1,1 - 0,30 = 0,80 \text{ мм}$$

$$1,508 - 1,282 = 0,30 - 0,074 = 0,226 \text{ мм}$$

$$0,852 - 0,808 = 0,074 - 0,030 = 0,044 \text{ мм}$$

Таблица 13 - Расчет припусков и допусков на отверстие  $\varnothing 99H7 \begin{smallmatrix} +0,035 \\ -0 \end{smallmatrix}$

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 99H7 \begin{smallmatrix} +0,035 \\ -0 \end{smallmatrix}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\min}^{np}$	$D_{\max}^{np}$	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	2000			93,280	1,20	92,30	93,50		
Черновое растачивание	50	50	100	130	2·2500	98,280	0,350	98,28	98,63	4,75	5,13
Получистовое растачивание	20	20	40	130	2·264	98,808	0,087	98,808	98,895	0,265	0,528
Чистовое растачивание	8	8		40	2·96	99,0	0,035	99,0	99,035	0,140	0,192

$$2 \cdot Z_{0\min} = 5,155 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 5,850 \text{ мм}$$



### Табличный метод расчета припусков

На рисунке 24 покажем эскиз детали, проставим размеры и назначим на них припуски и допуски по [10, с. 184-189 табл. 27-28], а результаты занесем в таблицу 14.

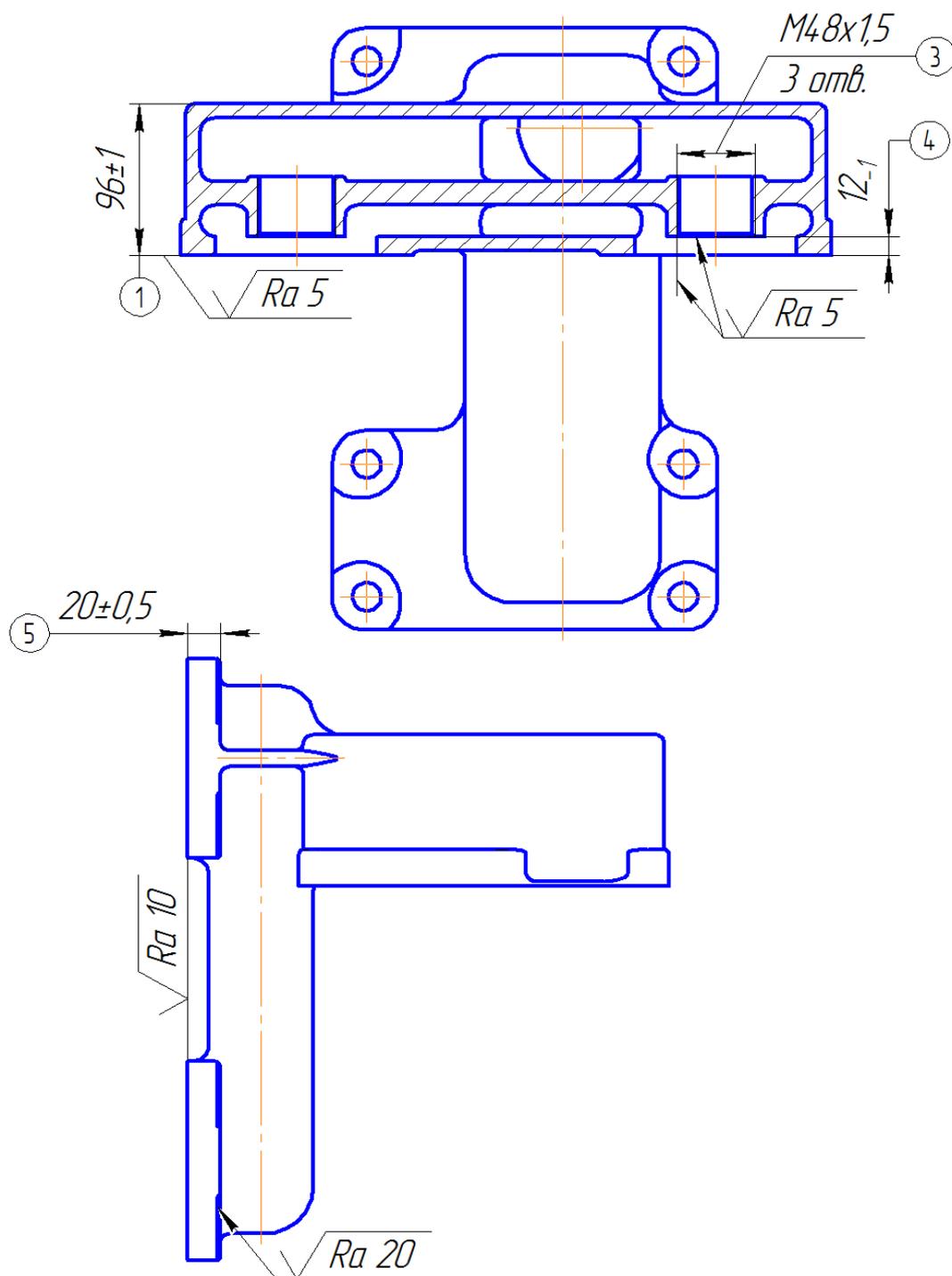


Рисунок 24 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Таблица 14 - Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
Заготовка - отливка	1	2,5	98,5	+0,60	-0,60
	3	4,0	40	+0,50	-0,50
	4	2,5	12	+0,50	-0,50
	5	2,5	22,5	+0,50	-0,50
Фрезерование однократное	1	2,5	96	+1,0	-1,0
	4	2,5	12	+0	-1,0
	5	2,5	20	+0,5	-0,5
Точение однократное	3	1,5/2,5	48	+0,40	-0

### 1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (12)$$

где  $T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;

$T_{шт}$  – штучное время на операцию, мин.;

$n$  - количество деталей в партии,  $n=59$  шт;

$t_0$  - основное 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 определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (13)$$

где  $t_{yc}$  - время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  - время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$  - время на приемы управления, мин.;

$t_{изм}$  - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (14)$$

где  $t_{тех}$  - время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{орг}$  - время на организационное обслуживание, мин.;

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (15)$$

где  $l$  - расчетная длина, мм.;

$i$  - число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (16)$$

где  $l_0$  - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{вр}$  - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{пер}$  - величина перебега, мм.

Определим Тш-к на операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

### **Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ**

#### **Установ А**

Переход 1. Фрезеровать две поверхности б.

Длина обрабатываемой поверхности:  $l_0 = 252$ мм.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:  $l_{вр} + l_{пер} = 170$ мм.

Тогда:

$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 252 + 170 = 422$ мм.

Число проходов равно  $i=1$ .

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$t_{o1} = \frac{422}{3058} = 0,14 \text{ мин}$$

Переход 2. Сверлить 8-мь отверстий 5.

$$l_o = 20 \text{ мм}, l_{вр} + l_{пер} = 5,1 \text{ мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 20 + 5,1 = 25,1 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{o2} = \frac{25,1}{4116} \cdot 8 = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 3. Фрезеровать 8-мь подрезок 3 и 4.

$$l_o = 45 \text{ мм}, l_{вр} + l_{пер} = 10,3 \text{ мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 45 + 10,3 = 55,3 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{o3} = \frac{55,3}{3058} \cdot 8 = 0,14 \text{ мин}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{oA} = 0,14 + 0,05 + 0,14 = 0,33 \text{ мин}$$

## Установ Б

Переход 1. Фрезеровать поверхность 1.

$$l_o = 290 \text{ мм.}; l_{вр} + l_{пер} = 170 \text{ мм.}; l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 290 + 170 = 460 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{o1} = \frac{460}{3343} = 0,14 \text{ мин}$$

Переход 2. Расточить последовательно 3 отверстия 8.

$$l_o = 12 \text{ мм}, l_{вр} + l_{пер} = 4,9 \text{ мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 12 + 4,9 = 16,9 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{o2} = \frac{16,9}{3058} \cdot 3 = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 3. Фрезеровать три поверхности 2.

$$l_o = 3 \text{ мм}, l_{вр} + l_{пер} = 15 \text{ мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 3 + 15 = 18 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{o3} = \frac{18}{1772} \cdot 3 = 0,02 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Переход 4. Расточить последовательно 3 отверстия 7 под резьбу.

$$l_0 = 38\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 38 + 12 = 50\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{04} = \frac{50}{889} \cdot 3 = 0,17\text{мин}$$

Переход 5. Фрезеровать последовательно фаски 9 в 3-х отверстиях 7.

$$l_0 = 2\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 3,2\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 + 3,2 = 5,2\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{05} = \frac{5,2}{1103} \cdot 3 = 0,01\text{мин}$$

Переход 6. Нарезать резьбу в трех отверстиях 7.

$$l_0 = 35\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 42,5\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 35 + 42,5 = 77,5\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{06} = \frac{77,5}{1158} \cdot 3 = 0,20\text{мин}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{0Б} = 0,14 + 0,02 + 0,02 + 0,17 + 0,01 + 0,20 = 0,46\text{мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_0 = 0,33 + 0,46 = 0,79 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

$$t_{\text{yc}} = 4,18 \text{ мин}; t_{\text{уп}} = 9,83 \text{ мин}; t_{\text{изм}} = 8,07 \text{ мин}.$$

$$t_B = 4,18 + 9,83 + 8,07 = 22,08 \text{ мин}.$$

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{0П} = t_0 + t_B = 0,79 + 22,08 = 22,87 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{0П}}{100} = \frac{6 \cdot 22,87}{100} = 1,36\text{мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{0П}}{100} = \frac{8 \cdot 22,87}{100} = 1,81\text{мин}$$

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{on} = \frac{2,5 \cdot t_{on}}{100} = \frac{2,5 \cdot 22,87}{100} = 0,57 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 22,87 + 1,36 + 1,81 + 0,57 = 26,61 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]:

$$T_{пз} = 15 \text{ мин}.$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{18}{59} + 26,61 = 26,92 \text{ мин}.$$

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

## 2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна.

Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства [17].

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

На стадии разработки технологического процесса необходимо

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого не возможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ.

Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом:

- процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования;

- в целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций);

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- при выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок;

- для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в револьверной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином;

- при точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

Обрабатывающий центр с ЧПУ модели HC 500II оснащен системой ЧПУ FANUC 0 iMate – MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate – MB [17]:

- в каждом кадре 3 типа M-функций;  
- вызов до 4 вложений подпрограмм;  
- упрощенное программирование углов и скруглений для фасок и радиусов;

- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание наружной резьбы за один проход;

- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов;

- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы;

- циклы SCHAUUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- программируемое смещение нулевой точки;
- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ);
- обработка по направлению X - в режиме работы MANUAL GUIDE;
- копирование и переименование программ ISO;
- индикация времени обработки и количества деталей;
- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода FANUC);
- пересчет размеров дюймы/метрические величины;
- 125 программ ISO;
- 32 корректоров инструмента;
- нарезание наружной резьбы с переменным шагом;
- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами);
- нарезание наружной цилиндрической резьбы;
- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем).

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти [17].

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

## Разработка фрагмента управляющей программы обработки для операции 005 установ А

Контур обрабатываемой детали, траектория движения инструмента, таблицы с опорными точками приведен на плакате к операции 005 установ А.

Фрагмент управляющей программы на операцию 005 представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Фрагмент управляющей программы на операцию 005 (установ А)

1	2
Переход 1. Фрезеровать последовательно 2 поверхности б	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T01	Выбор фрезы торцевой
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H01	Компенсация длины инструмента
S1529 M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X0 Y-156 Z0	Быстрое перемещение инструмента 1 в опорную точку с указанными координатами
G1 Y247 F2.0 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X-255	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
G1 Y-156 F2.0	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X310 Y320 Z290	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 2. Сверлить 8 отверстий 5	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T02	Выбор сверла
M06	Смена инструмента

## Окончание таблицы 15

1	2
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H02	Компенсация длины инструмента
S8574 M04	Включение оборотов шпинделя против часовой стрелки
G0 X42 Y-132 Z2.5	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
G81 Z-24 R2.5 F0.48 M08	Цикл простого сверления, перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче, включение СОЖ
X42 Y62	Переход и сверление отверстия 2
X-42 Y62	Переход и сверление отверстия 3
X-213 Y62	Переход и сверление отверстия 4
X-297 Y62	Переход и сверление отверстия 5
X-297 Y-132	Переход и сверление отверстия 6
X-213 Y-132	Переход и сверление отверстия 7
X-42 Y-132	Переход и сверление отверстия 8
G80	Отмена цикла сверления
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X310 Y320 Z290	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 3. Фрезеровать 8 площадок 3 и 4	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсации длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T03	Выбор фрезы
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H01	Компенсация длины инструмента
S1529 M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X65 Y132 Z-18	Быстрое перемещение инструмента 1 в опорную точку с указанными координатами
G1 X23 F2.0 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X65	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758.ПЗ

Лист

53

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данной выпускной квалификационной работе производится совершенствование технологического процесса детали «Корпус масляного фильтра» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1250 штук в год.

Усовершенствованный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – совершенствуемому варианту и по заводскому варианту, целью анализа является выявление наиболее выгодного с точки зрения вложенных средств и полученных результатов проекта.

По совершенствуемому варианту применяем обрабатывающий центр с ЧПУ DOOSAN HC500II и режущий инструмент фирмы «Seco».

#### 3.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (17)$$

где  $K_{об}$  – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{про}$  – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

*Определяем количество технологического оборудования*

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле:

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (18)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$  – годовая программа производства деталей, по разрабатываемому варианту  $N_{год}=1250$  шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

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

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства,  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [14]:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (19)$$

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;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

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

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

формулы (19), составляет:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 1.3.6 по формуле (12). Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по совершенствуемому варианту и таблицу 17 по базовому варианту.

$$C_{НС500П} = \frac{0,45 \cdot 1250}{5378 \cdot 0,95 \cdot 1,02} = 0,11 \text{ шт.}$$

$$C_{2А636} = \frac{1,26 \cdot 520}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,20 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений ( $T_{шт. (шт-к)}$ ) и ( $C_p$ ) устанавливаем принятое число рабочих мест ( $C_n$ ), округляя для ближайшего целого числа полученное значение ( $C_p$ ) [14].

Таблица 16 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (шт-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_n$	Кз.ф.
НС500П	0,45	0,11	1	0,11
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,45$	0,11	$\Sigma C_n = 1$	

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (шт-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_n$	Кз.ф.
2А636	1,26	0,20	1	0,20
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 1,26$	0,20	$\Sigma C_n = 1$	

#### *Определений капитальных вложений в оборудование*

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 18 по совершенствуемому варианту и в таблице 19 по базовому варианту.

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	НС500II	1	18,5	18,5	9632,5	-	-	-	9632,5
Итого		1		18,5					9632,5

Капитальные вложения в оборудование ( $K_{об}$ ) с учётом загрузки станка на 12% составляют  $0,11 \cdot 9632,5 = 1059,6$  т. руб.

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по заводскому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Расточной	2А636	1	15	15	1763,5	-	-	-	1763,5
Итого		1		26					1763,5

#### *Определение капитальных вложений в приспособления*

Капитальные вложения в приспособления отсутствуют, так как деталь зажимается в стандартных приспособления (тиски), поставляемых с оборудованием и включенных в стоимость оборудования.

### **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 [14]:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (20)$$

где  $Z_m$  – затраты на материалы, руб.;

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

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

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

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

$Z_и$  – затраты на малоценный инструмент, руб.

*Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали*

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (21)$$

где  $Z_{пр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_н$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_к$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{тр}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [14]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (22)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1970 ч.;

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, по разрабатываемому варианту  $N_{\text{год}}=1250$  шт., по базовому -  $N_{\text{год}}=520$  шт.;

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (20).

Результаты вычислений сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту и в таблицу 21 по заводскому варианту.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по совершенствуемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	117,1	0,45	52,7	0,29
Итого				52,7	0,29

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 52,7 \cdot 1250 = 65875 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$Ззп = 65875 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 87877,3 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по заводскому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Расточная	5	115,9	1,26	146,0	0,16
Итого				146,0	0,16

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 146 \cdot 520 = 75920 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$Ззп = 75920 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 101277,3 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (23)$$

где  $F_{\text{р}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 1250$  шт.;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент,  $k_{\text{р}} = 1,2$ ;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $k_{\text{доп}} = 1,23$ ;

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

$Ч_{\text{всп}}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, руб.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [14]:

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (24)$$

где  $g_{\text{п}}$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$g_{\text{п}} = 0,11$  шт. (совершенствуемый вариант);  $g_{\text{п}} = 0,20$  шт. (базовый вариант);

$n$  – число смен работы оборудования,  $n=2$  (базовый вариант);  $n=3$  (совершенствуемый вариант);

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 8$  шт.

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,29 = 0,015 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,29 = 0,020 \text{ чел.}$$

По формуле (23) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих (совершенствуемый вариант):

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{93,9 \cdot 1685 \cdot 0,015 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{1250} = 2,9 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{85,5 \cdot 1685 \cdot 0,02 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{1250} = 3,4 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь, сводим в таблицу 22 по совершенствуемому варианту и в таблице 23 по базовому варианту.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по совершенствуемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,9	0,01	2,9
Контролер	85,5	0,01	3,4

Итого	0,11	6,3
-------	------	-----

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 6,3 \cdot 1250 = 7875 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (21):

$$З_{зп} = 87877,3 + 7875 = 95752,3 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,9	0,01	4,6
Контролер	85,5	0,01	4,1
Итого		0,07	8,7

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 8,7 \cdot 520 = 4524 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (21):

$$З_{зп} = 101277,3 + 4524 = 105801,3 \text{ руб.}$$

#### *Отчисления на социальное страхование*

Отчисления на социальное страхование составляют 30% от фонда заработной платы.

$$\text{Совершенствуемый вариант } 95752,3 \cdot 0,3 = 28725,7 \text{ руб.}$$

$$\text{Базовый вариант } 105801,3 \cdot 0,3 = 31740,4 \text{ руб.}$$

#### *Затраты на электроэнергию*

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [14]:

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot C_3, \quad (25)$$

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,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$C_3$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_3 = 3,81$  руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (25):

$$Z_3(2A636) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,26}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,81 = 13,0 \text{ руб.};$$

$$Z_3(НС500П) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,45}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,81 = 5,8 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 24 по базовому варианту и в таблицу 25 по совершенствуемому варианту.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
2A636	15	1,26	13,0
Итого			13,0

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по совершенствуемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
НС500П	18,5	0,45	5,8
Итого			5,8

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 5,8 \cdot 1250 = 7250 \text{ руб. (совершенствуемый вариант).}$$

$$З_э = 13 \cdot 520 = 6760 \text{ руб. (базовый вариант).}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (26)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot N_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (27)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$N_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $N_{амБ} = 6,5\%$  для базового оборудования,  $N_{амН} = 6\%$  - для нового оборудования;

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

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

$$F_{обНОВ} = 5910 \text{ ч.};$$

$k_з$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_з = 0,85 \dots 0,95$ ;

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (27):

$$C_{\text{ам}}(2A636) = \frac{1763500 \cdot 0,065 \cdot 1,26}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 43,1 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ам}}(\text{HC500II}) = \frac{9632500 \cdot 0,06 \cdot 0,45}{5910 \cdot 0,95 \cdot 1,02} = 45,4 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{РЕбаз}} = 440 \text{ руб.}, C_{\text{РЕнов}} = 980 \text{ руб.}$$

Вычисления производим по формуле [14]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}},$$

(26)

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

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (26):

$$C_{\text{рем}}(2A636) = \frac{440 \cdot 1}{1,26 \cdot 520} = 0,80 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{рем}}(\text{HC500II}) = \frac{440 \cdot 54}{0,45 \cdot 1250} = 42,24 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 26 по совершенствуемому варианту, а в таблицу 27 по базовому варианту.

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
HC500II	39632,5	1	6	0,45	45,5	0,8

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
2А636	1763,5	1	12	1,26	43,1	42,24

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (24):

$$Z_H = 45,4 + 0,8 = 46,20 \text{ руб. (совершенствуемый вариант).}$$

$$Z_B = 43,1 + 42,24 = 85,34 \text{ руб. (базовый вариант).}$$

#### *Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле [14]:

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_n \cdot C_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (27)$$

где  $C_{и}$  – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  - число переточек;

$C_n$  – стоимость одной переточки, руб.;

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента;

$T_m$  – машинное время;

$\eta_{и}$  - коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{и} = 0,98$ ;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 520$  шт.

В таблице 28 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 28 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	$T_m$ , мин	№ опер.	Наименование	$T_m$ , мин.
005	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	3,2	010	Фреза ГОСТ 9304-69	3,9
005	Резец расточной ГОСТ 18883-73	1,1	015	Фреза ГОСТ 9304-69	1,6
005	Фреза	2,3	015	Сверло ГОСТ 10903	5,2



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;

$N$  - 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.

В таблицу 29 внесем параметры инструмента.

Таблица 29 – Параметры прогрессивного инструмента по проектируемому варианту

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 R220.53-8160-09-14C СМП SEEX 09T3AFN-E04 H15	0,28	25601 621	309	-	0,90	4,35

Фреза R335.10- 160-04.40-12 СМП 150.10-4N- 14 НХ	0,14	22156		-	0,90	3,29
Сверло SD203-18.0- 41-18R1	0,05	3123	703	205	-	2,96
Фреза концевая JS522320R0 50Z2.0 MEGA-64	0,02	16321			-	6,32

### Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7	8
	Головка A750 60 СМП CCGT 120408F-AL КХ	0,19	25601		-	0,90	4,88
	Сверло DR031-062- 32-09-2D-N СМП SOMT 09T306-DT	0,01	25603		-	0,90	6,33
	Фреза резьбовая R396.19- 2522.3S- 4003-3- 065AM	0,20	5632	725	184	-	5,29
Итого		0,94					33,4

### Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [14]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100},$$

(29)

где  $g_p$  – принятое количество оборудования, ( $g_p = 2$  шт.);

$H_{\text{прс}}$  – количество приспособлений на единицу оборудования, ( $H_{\text{прс}} = 1$ );

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

$C_{\text{прс}}$  – стоимость приспособлений, ( $C_{\text{прс1}}=20663$  руб.,  $C_{\text{прс2}}=11200$  руб.,  $C_{\text{прс3}}=14631$  руб.).

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$  - норма амортизационных отчислений на приспособления,

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$ ;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 610$  шт.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (29):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (20663 + 11200 + 14631) \cdot 66}{520 \cdot 100} = 59 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 30

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Новый вариант
Заработная плата с начислениями	264,5	99,6
Затраты на технологическую электроэнергию	13,0	5,8
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	85,34	46,2
Затраты на инструмент	201,5	33,4
Итого	564,4	185,0

#### *Определение годовой экономии от изменения техпроцесса*

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$Э_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (30)$$

где  $C_{\text{б}}$ ,  $C_{\text{пр}}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

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

$$Э_{\text{год}} = (564,4 - 185) \cdot 1250 = 474250 \text{ руб.}$$

### *Анализ уровня технологии производства*

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (31)$$

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

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

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (31) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}} (2A636) = \frac{1,26}{1,26} \cdot 100\% = 100\% .$$

По совершенствуемому варианту:

$$Y_{\text{оп}} (HC500II) = \frac{0,45}{0,45} \cdot 100\% = 100\% .$$

### *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:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (32)$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 1$  шт.;

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\% .$$

Определим производительность труда на программной операции [14]:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t} , \quad (33)$$

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

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном процессе по (33):

$$B_{пр.} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{27} = 4493 \text{ шт/чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе по (33):

$$B_{б.} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{75,6} = 1605 \text{ шт/чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр.} - B_{б.}}{B_{б.}} \cdot 100\%, \quad (34)$$

где  $B_{пр.}$ ,  $B_{б.}$  – производительность труда соответственно совершенствуемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{4493 - 1605}{1605} \cdot 100\% = 179,9\%$$

В таблице 31 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 31 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	520	1250	+730
Количество видов оборудования	шт.	1	1	-
Количество рабочих	чел.	1	1	-
Сумма инвестиций	т. руб.		1059,6	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,26	0,45	-0,81
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	564,4	185,0	-379,4
- затраты на инструмент		201,5	33,4	-168,1
- заработная плата рабочих		264,5	99,6	-164,9
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	1605	4493	+2888
Рост производительности труда	%	100	279,9	+179,9
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,20	0,11	-0,09
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	474,25	-

Срок окупаемости	год		3	
------------------	-----	--	---	--

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 3,05 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обусловливает применением современного оборудования и прогрессивного инструмента, что при неизменных материальных и трудовых затратах ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус масляного фильтра», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 474,25 т. руб. и срок окупаемости проекта – 3года.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Введение*

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус масляного фильтра». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется в направлении изменения типа и формы заготовки, применения современного оборудования с числовым программным управлением (горизонтального обрабатывающего центра с ЧПУ модели DOOSAN HC500II), применения современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм.

Результатом совершенствования технологического процесса изготовления детали «Корпус масляного фильтра», помимо роста производительности обработки, стало изменение характера труда производственных рабочих – в частности уменьшилось количество операций, выполняемых на универсальном оборудовании, поэтому уменьшилось количество основных рабочих – токарей-расточников и слесарей механосборочных работ, особенно невысоких разрядов. В то же время потребовались рабочие, способные вести работу на станках с ЧПУ и в частности – операторы станков с программным управлением, наладчики

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

станков с программным управлением и операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Токарь-расточник» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» второго разряда. Переподготовка ведется на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования».

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» второго разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования».

2. Провести сравнительный анализ профессиональных стандартов, ориентированных на подготовку по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне второго разряда.

3. Разработать учебно-тематический план переподготовки токарей четвертого разряда по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне второго разряда.

4. Выбрать тему и разработать по теме перспективно-тематический план.

5. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

#### **4.1. Описание условий обучения в негосударственном образовательном частном учреждении дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования»**

По согласованию с кадровой службой предприятия переподготовка по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» ведется на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования» (НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»), расположенного в г. Екатеринбурге по адресу ул. Артинская, 4.

НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» обладает необходимой материальной базой и преподавательским составом, позволяющим вести обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ». Образовательная деятельность лицензирована – лицензия на правоведение образовательной деятельности № 3700 от 02 июня 2011 г. Выдана Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» ведется подготовка последующим профессиям, связанных с механообработкой и сборкой:

Токарь

Фрезеровщик

Слесарь-ремонтник

Оператор станков с программным управлением.

В ходе подготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» предполагается, что оператор производит наладку станка и запускает его в работу.

Обычно машина обрабатывает одну деталь длительное время, поэтому оператор может обслуживать несколько станков или выполнять другие

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

функции с различными инструментами. Это делает работу более интересной, но вместе с тем требует умений планирования работы.

Оператор станков с ПУ должен знать:

- устройство, принципиальные схемы оборудования и взаимодействие механизмов станков с программным управлением, правила их подналадки
- корректировку режимов резания по результатам работы станка
- основы электротехники, электроники, механики, гидравлики, автоматики в пределах выполняемой работы
- организацию работ при многостаночном обслуживании станков с программным управлением
- устройство и правила пользования контрольно-измерительными инструментами и приборами
- основные способы подготовки программы
- определение неисправности в станках и системе управления
- способы установки инструмента в инструментальные блоки
- способы установки приспособлений и их регулировки
- приемы, обеспечивающие заданную точность изготовления деталей
- качества и параметры шероховатости
- правила чтения чертежей обрабатываемых деталей.

Срок обучения оп профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» составляет три месяца, а учебный график – 6 дней в неделю. Рабочие дни – по 4 часа в неделю, а суббота – по 8 часов в неделю. При этом на теоретическое обучения отводится 6 недель и 7 недель на производственное обучение после чего следуют квалификационные испытания.

Производственное обучения ведется на предприятии с использованием имеющегося на предприятии оборудования. При этом к обучаемым прикрепляется наставник из опытных работников предприятия.

Обучение программированию ведется непосредственно на базе учебного центра, который имеет учебные рабочие места – 6 мест для

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

подготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ», оснащенные учебными имитационными стойками с системой ЧПУ FANUC 31i.

Стоимость обучения составляет 15000руб, возможен наличный и безналичный платеж, рассрочка.

Помимо этого Институт опережающего образования проводит дистанционное обучение по всем курсам. Для того, чтобы записаться на обучение просто нужно выйти на дистанционный портал НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» и обязательно указать, что необходимо обучение по дистанционной форме обучения, после чего обучаемый получает индивидуальный логин и пароль для доступа к portalу.

#### **4.2. Анализ профессионального стандарта**

Однозначно близким профессиональным стандартом для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» является Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» № 530н от 4 августа 2014.

Согласно данному стандарту, основная цель вида профессиональной деятельности: Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей.

Вид трудовой деятельности - 7223 Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования.

Возможные наименования должностей

Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном Профессиональном стандарте.

В таблице 32 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Проанализируем первую обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей». Анализ приведен в таблице 33.

Таблица 32 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень кв-ции	Наименование	Уровень подуровень кв-ции
1	2	3	4	5
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	3
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
				Лист
<b>ДП 44.03.04.758.ПЗ</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	к и Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				

### Окончание таблицы 33

Требования к опыту практической работы	-	
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте	
Дополнительные характеристики		
Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 4-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

Анализ первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации, приведен в таблице 34.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						81

Таблица 34 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с ЧПУ	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
1	2				
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				

Окончание таблицы 34

1	2
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости
	Параметры и установки системы ЧПУ станка
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одноступенчатых станков
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования
	Устройство, правила проверки на точность одноступенчатых обрабатывающих центров с ЧПУ
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
	Правила пользования средствами индивидуальной защиты



Базовые профессии – токарь, фрезеровщик. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 2 разряд.

Таблица 35 – Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5
<i>Теоретическое обучение (на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»)</i>	<b>156</b>	<b>94</b>	<b>62</b>	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5
Требования к точности для деталей ЧПУ	8	8	-	Тестирование
САПР кд для операторов	12	4	8	Проверка чертежей
Современные инструменты и инструментальные материалы	12	8	4	Контрольные задания
Основы механики	8	8	-	Тестирование
Основы электроники для СИП	12	8	4	Тестирование
Основы гидравлики	6	6	-	Тестирование
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	18	6	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Основы технологии обработки деталей на с/у с ЧПУ	18	8	10	Контрольные задания
Устройство станков с ЧПУ	18	12	6	Контрольные задания
Основы программного управления станками с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Проверка станков на точность	4	4	-	Тестирование
<i>Теоретическое обучение (на базе предприятия)</i>	<b>240</b>	<b>16</b>	<b>224</b>	
Устройство обрабатывающего центра с ЧПУ. Система координат.	16	2	14	Контрольные задания
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	16	2	14	Контрольные задания
Установка заготовки и привязка ноля детали.	16	2	14	Контрольные задания

Установка и привязка инструмента	16	2	14	Контрольные задания
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	64	2	62	Контрольные задания
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	56	2	54	Контрольные задания
Токарно-фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	48	2	46	Контрольные задания
Особенности многоинструментальной обработки на станке с ЧПУ	8	2	6	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
<b>ИТОГО по курсу</b>	<b>402</b>	<b>110</b>	<b>286</b>	

В таблице 36 показана взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта, обусловленными теми трудовыми действиями, которые выполняет рабочий по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 36 - Взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта

Тематика обучения	Трудовые действия	Требования профессионального стандарта
<i>Теоретическое обучение</i>		Необходимые знания
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Охрана труда и пожарная безопасность		Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности Требования по рациональной организации труда на рабочем месте Правила пользования средствами индивидуальной защиты

Требования к точности для деталей ЧПУ	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
САПР кд для операторов	Корректировка чертежа изготавливаемой детали  Определение координат опорных точек контура детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости  Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов  Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ

Продолжение таблицы 36

1	2	3
САПР кд для операторов	Корректировка чертежа изготавливаемой детали  Определение координат опорных точек контура детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости  Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов  Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
Современные инструменты и инструментальные материалы	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Основы механики	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Основы электроники для	Составление управляющей	Основы электротехники, электроники, гидравлики и

СИП	программы	программирования в пределах выполняемой работы
Основы гидравлики	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	Выбор инструмента	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
Оснастка для станков с ЧПУ	Расчет режимов резания	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
Основы технологии обработки деталей на с/у с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Расчет режимов резания	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ Виды брака и способы его предупреждения и устранения

Продолжение таблицы 36

1	2	3
Устройство станков с ЧПУ	Составление управляющей программы	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков  Параметры и установки системы ЧПУ станка
Основы программного управления станками с ЧПУ	Корректировка чертежа изготавливаемой детали  Составление управляющей программы	Параметры и установки системы ЧПУ станка  Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ

Проверка станков на точность	Составление управляющей программы	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	Расчет режимов резания	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Установка заготовки и привязка ноля детали.	Корректировка чертежа изготавливаемой детали  Определение координат опорных точек контура детали  Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Установка и привязка инструмента	Выбор технологических операций и переходов обработки  Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Изменять параметры стойки ЧПУ станка

### Окончание таблицы 36

1	2	3
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки  Составление управляющей программы  Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей



Тема «Основы технологи машиностроения» согласно учебно-тематическому плану изучается в течение 18 часов, причем 8 часов – теоретическое и 10 часов – практическое обучение. Это составляет 4 занятия теоретического обучения и 5 занятий практического обучения.

Цели изучения темы «Основы технологи машиностроения»  
знания:

- сформировывать у обучаемых знания выбора технологических операций и переходов обработки, расчета режимов резания, требований, предъявляемых к качеству выполняемых работ, видов брака и способов его предупреждения и устранения;

умения:

- способствовать развитию умений и приобретению навыков выбора технологических операций и переходов обработки, расчета режимов резания, требований, предъявляемых к качеству выполняемых работ, видов брака и способов его предупреждения и устранения;

- способствовать формированию умений творческого подхода к решению профессиональных задач.

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;
- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;
- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать

выводы;

- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Основы технологи машиностроения»: выбор технологических операций и переходов обработки; расчет режимов резания, требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ, виды брака и способы его предупреждения и устранения.

Перспективно-тематический план приведен в таблице 37.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Таблица 37 - Перспективно-тематический план изучения темы «Основы технологии машиностроения»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
Тема 1 (2 часа)	Выбор технологических операций и переходов обработки	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания выбора технологических операций и переходов обработки Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 2 (2 час)	Расчет режимов резания	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания расчета режимов резания Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).		Фронтальная

Окончание таблицы 37

1	2	3	4	5	6
		поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	

Тема 3 (2 часа)	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ	Образовательные: сформировать у обучаемых знания требований, предъявляемых к качеству выполняемых работ Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 4 (2 часа)	Виды брака и способы его предупреждения и устранения	Образовательные: сформировать у обучаемых знания видов брака и способов его предупреждения и устранения Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

#### 4.5. Выбор занятия и разработка плана и плана-конспекта занятия

Для дальнейшей разработки выберем тему «Выбор технологических операций и переходов обработки»

Цели занятия:

Образовательные: сформировывать у обучаемых знания выбора технологических операций и переходов обработки

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия

Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы

Учебно-наглядные пособия, используемые на занятии: учебник, презентация.

Методические указания: необходимо привить сознательное усвоение материала о выборе технологических операций и переходов обработки.

Ход занятия

I. Организационная часть (1 минута)

Проверка присутствующих по журналу

II. Подготовка к изучению нового материала (1 минута).

Сообщение темы и целей занятия.

III. Объяснение нового материала (30 минут).

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого не возможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

В процессе обработки детали инструмент рассматривается в системе координат станка. При токарной обработке центр инструмента совпадает с центром окружности при вершине резца. Траектория инструмента совпадает с эквидистантой к контуру детали и отстоит от контура на величину радиуса при вершине резца (рис.23). Эквидистанта состоит из отдельных участков, разделенных опорными точками (1 – 12). Перемещения 0 – 1 и 12-0 являются холостыми ходами.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

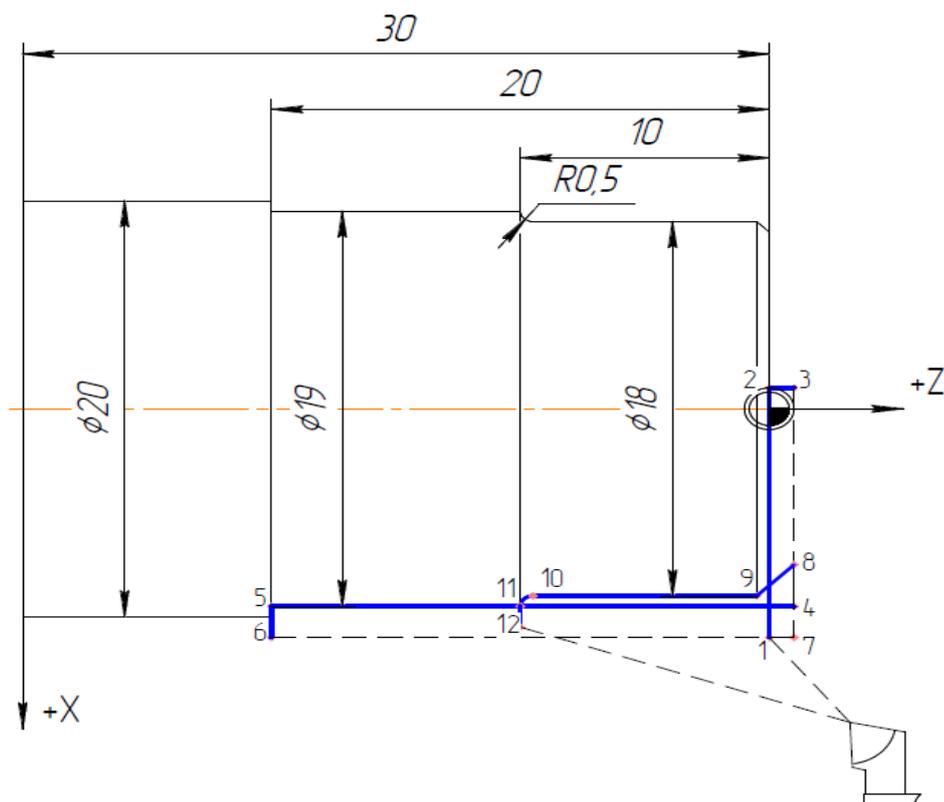


Рисунок 23 – Траектория инструмента при токарной обработке

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ. Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом.

1) Процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

2) В целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций).

3) При выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок.

4) Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в револьверной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином.

5) При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

Проектирование технологической операции начинают с выбора последовательности технологических переходов. При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:

- 1) центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм);
- 2) сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла);
- 3) сверление сверлом большего диаметра;
- 4) черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего

торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей;

5) чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей;

6) обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстиях, на торце и снаружи.

При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:

1) черновая обработка основных форм наружной поверхности;

2) черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности;

3) чистовая обработка основных форм;

4) чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке.

При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

1) черновая обработка деталей с двух-трех сторон (в качестве базы используются достаточно большие плоскости);

2) черновая обработка остальных сторон детали с установкой по обработанным поверхностям, создание баз для последующей обработки;

3) чистовая обработка базовой и противобазовой поверхностей и всех элементов (пазов, уступов, отверстий) на этих плоскостях;

4) чистовая обработка остальных сторон детали.

Последовательность выполнения переходов зависит от их назначения (сверление, фрезерование, растачивание и др.), количества переходов, выполняемых одним инструментом, требуемой точности обработки,

точности позиционирования узлов станка и многих других факторов.

Токарные операции обычно начинают с черновой обработки, содержащей несколько прямолинейных проходов. При чистовой обработке

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

основные поверхности формируются, как правило, за один проход контурным резцом, а дополнительные — в специальных циклах.

Порядок выполнения переходов при обработке деталей на станках с ЧПУ типа «обрабатывающий центр» принципиально не отличается от порядка выполнения переходов на станках с ручным управлением. Его характеризуют лишь большое количество переходов и возможность обработки детали за один установ.

При обработке корпусных деталей рекомендуется следующая последовательность переходов:

1) фрезерование (черновое, получистовое, чистовое) наружных поверхностей торцевыми фрезами;

2) сверление (рассверливание) в сплошных стенках сквозных и глухих основных отверстий диаметром свыше 30 мм;

3) фрезерование пазов, отверстий, окон, карманов, выборков концевыми фрезами;

4) фрезерование полуоткрытых и закрытых плоскостей, перпендикулярных к оси шпинделя, торцевыми и концевыми фрезами;

5) черновое растачивание и зенкерование основных отверстий в сплошных стенках расточными резцами и зенкерами;

6) фрезерование и растачивание канавок, фасок и выточек в основных отверстиях концевыми, угловыми, дисковыми и другими фрезами, канавочными и фасонными резцами, зенковками;

7) фрезерование пазов и выемок на наружных, внутренних и необрабатываемых поверхностях концевыми и шпоночными фрезами;

8) обработка крепежных и других вспомогательных отверстий диаметром свыше 15 мм (сверление, рассверливание, зенкерование,

зенкование, нарезание резьбы);

9) фрезерование фасок угловыми фрезами;

10) чистовое фрезерование открытых плоскостей торцевыми фрезами;

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

11) обработка точных поверхностей основных отверстий (расточивание, развертывание);

12) обработка точных и точно расположенных отверстий малого размера (под базовые штифты, втулки и т. п.) сверлами, расточными резцами, развертками;

13) обработка точных и точно расположенных дополнительных поверхностей (канавок, выемок, уступов) расточными резцами, дисковыми трехсторонними фрезами;

14) обработка выемок, пазов, карманов, прорезей, несимметричных относительно отверстия, дисковыми и концевыми фрезами, фасонными канавочными, фасонными, угловыми и расточными резцами;

15) обработка фасок и других поверхностей, сопряженных с основными отверстиями, дисковыми и угловыми фрезами, канавочными и фасонными резцами;

16) обработка крепежных и других неответственных отверстий малого диаметра (центрование, сверление, зенкование, зенкерование и нарезание резьбы).

Обработку корпусных деталей при высоких требованиях к точности ведут в несколько иной последовательности. Вначале фрезеруют плоские поверхности, затем обрабатывают точные основные отверстия на всех сторонах детали, далее — крепежные и другие неосновные отверстия. Такая последовательность выполнения переходов приводит к уменьшению зависимости точности обработки от температурных деформаций элементов технологической системы (в первую очередь станка).

Сочетание черновых и чистовых технологических переходов выбирается в зависимости от размеров, формы соответствующих поверхностей и требований к точности и качеству их обработки. Так, при обработке отверстий возможны две основные технологические схемы:

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

1) параллельная — каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется;

2) последовательная — одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

Первый вариант используется при низких требованиях к точности отверстий, второй — при высоких.

Фрезерование отверстий вместо растачивания более целесообразно при длине отверстия, не превышающей длины режущей части фрезы. Его эффективность повышается при обработке отверстий с большими и неравномерными припусками.

Рассмотрим технологический маршрут обработки детали «Корпус масляного фильтра», представленный в таблице 38.

Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунках 24 и 25.

Таблица 38 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус масляного фильтра»

№ опер	Содержание операции	Оборудование
005	<p style="text-align: center;"><u>Установ А</u></p> 1.Фрезеровать две поверхности 6. 2.Сверлить 8 отверстий 5. 3.Фрезеровать 8-мь площадок 3и 4.	НС500П
005	<p style="text-align: center;"><u>Установ Б</u></p> 1.Фрезеровать поверхность 1. 2.Расточить 3 отверстия 8. 3.Точить 3 поверхности 2. 4.Расточить 3 отверстия 7. 5.Точить фаску 9 в 3-х отверстиях 7. 6.Фрезеровать резьбу в 3-х отверстиях 7.	НС500П

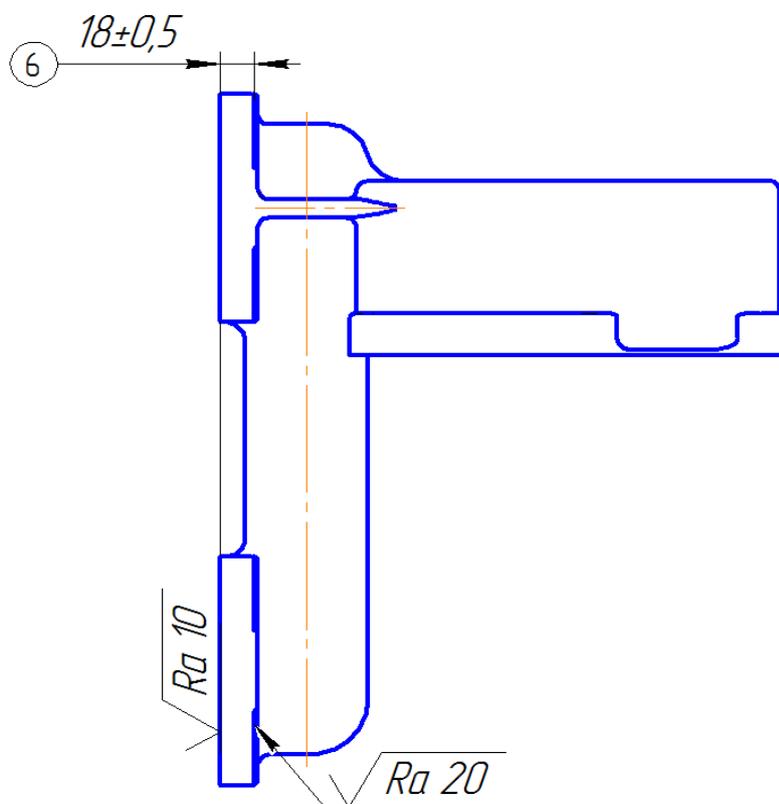
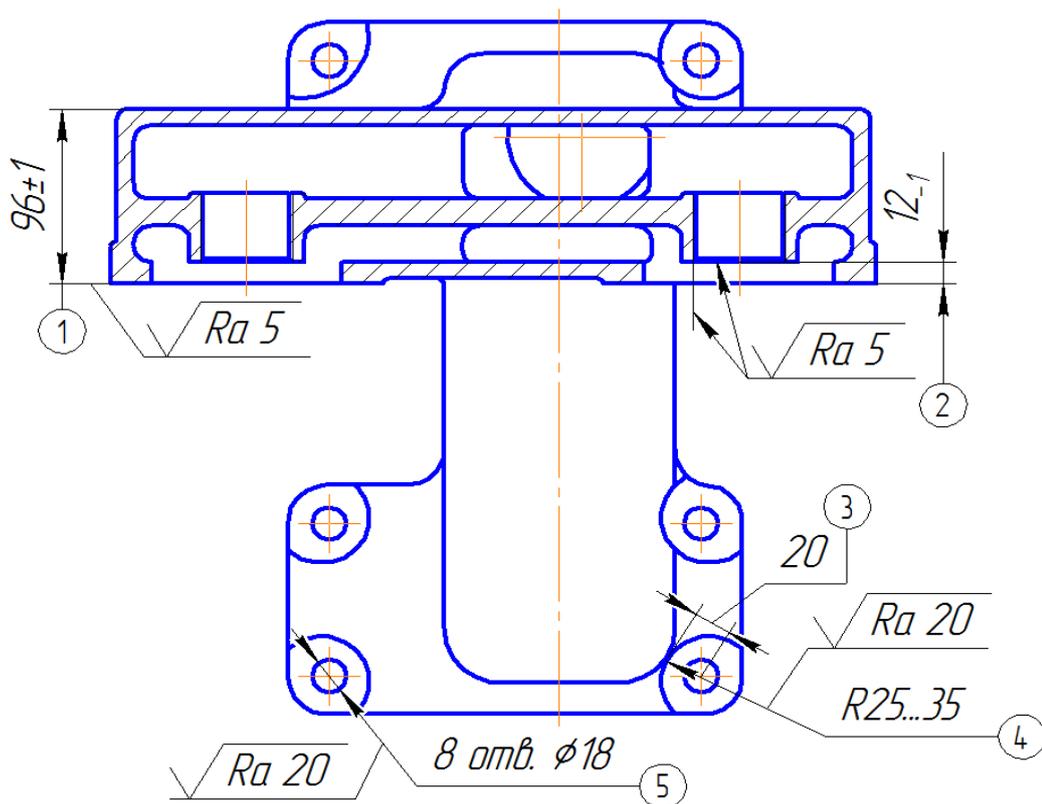


Рисунок 24 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758.ПЗ				

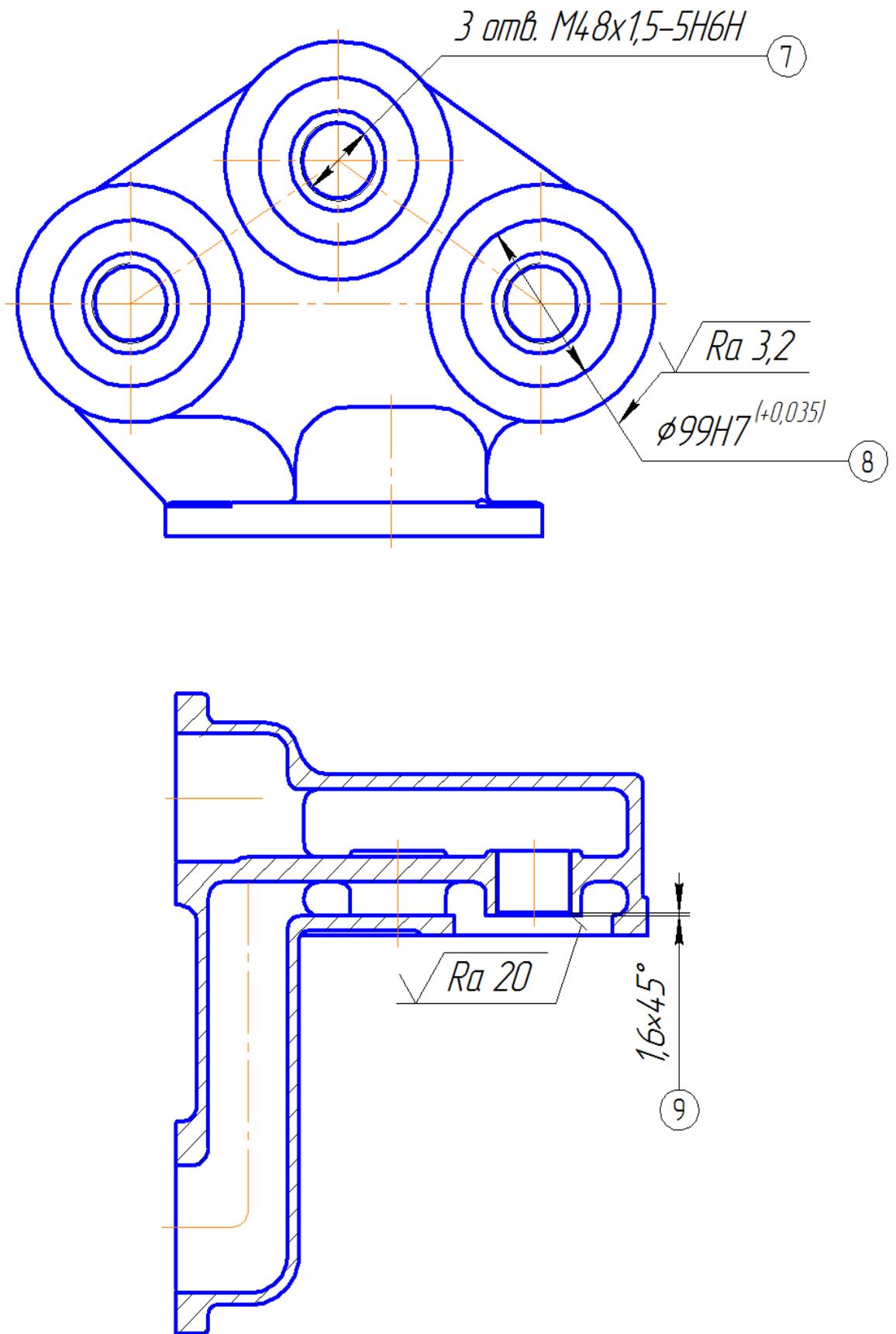


Рисунок 25 – Эскиз детали «Корпус масляного фильтра»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758.ПЗ

Лист

101

Обработка ведется на обрабатывающем центре с ЧПУ модели HC500II.

Данная последовательность обработки позволяет обеспечить требования к точности и качеству поверхностей детали.

IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (10 минут).

4.1. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне?

При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:

- 1) центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм);
- 2) сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла);
- 3) сверление сверлом большего диаметра;
- 4) черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей;
- 5) чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей;
- 6) обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстии, на торце и снаружи.

4.2. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром?

При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:

- 1) черновая обработка основных форм наружной поверхности;
- 2) черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности;
- 3) чистовая обработка основных форм;
- 4) чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

4.3. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке корпусных деталей на многооперационных станках?

При обработке корпусных деталей рекомендуется следующая последовательность переходов:

1) фрезерование (черновое, получистовое, чистовое) наружных поверхностей торцевыми фрезами;

2) сверление (рассверливание) в сплошных стенках сквозных и глухих основных отверстий диаметром свыше 30 мм;

3) фрезерование пазов, отверстий, окон, карманов, выборков концевыми фрезами;

4) фрезерование полуоткрытых и закрытых плоскостей, перпендикулярных к оси шпинделя, торцевыми и концевыми фрезами;

5) черновое растачивание и зенкерование основных отверстий в сплошных стенках расточными резцами и зенкерами;

6) фрезерование и растачивание канавок, фасок и выточек в основных отверстиях концевыми, угловыми, дисковыми и другими фрезами, канавочными и фасонными резцами, зенковками;

7) фрезерование пазов и выемок на наружных, внутренних и необрабатываемых поверхностях концевыми и шпоночными фрезами;

8) обработка крепежных и других вспомогательных отверстий диаметром свыше 15 мм (сверление, рассверливание, зенкерование, зенкование, нарезание резьбы);

9) фрезерование фасок угловыми фрезами;

10) чистовое фрезерование открытых плоскостей торцевыми фрезами;

11) обработка точных поверхностей основных отверстий (растачивание, развертывание);

12) обработка точных и точно расположенных отверстий малого размера (под базовые штифты, втулки и т. п.) сверлами, расточными резцами, развертками;

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

13) обработка точных и точно расположенных дополнительных поверхностей (канавок, выемок, уступов) расточными резцами, дисковыми трехсторонними фрезами;

14) обработка выемок, пазов, карманов, прорезей, несимметричных относительно отверстия, дисковыми и концевыми фрезами, фасонными канавочными, фасонными, угловыми и расточными резцами;

15) обработка фасок и других поверхностей, сопряженных с основными отверстиями, дисковыми и угловыми фрезами, канавочными и фасонными резцами;

16) обработка крепежных и других неответственных отверстий малого диаметра (центрование, сверление, зенкование, зенкерование и нарезание резьбы).

#### 4.4. От чего зависит последовательность выполнения переходов?

Последовательность выполнения переходов зависит от их назначения (сверление, фрезерование, растачивание и др.), количества переходов, выполняемых одним инструментом, требуемой точности обработки, точности позиционирования узлов станка и многих других факторов.

Токарные операции обычно начинают с черновой обработки, содержащей несколько прямолинейных проходов. При чистовой обработке основные поверхности формируются, как правило, за один проход контурным резцом, а дополнительные — в специальных циклах.

#### 4.5. В зависимости от чего выбирается сочетание черновых и чистовых технологических переходов?

Сочетание черновых и чистовых технологических переходов выбирается в зависимости от размеров, формы соответствующих поверхностей и требований к точности и качеству их обработки. Так, при обработке отверстий возможны две основные технологические схемы:

1) параллельная — каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

2) последовательная — одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

Первый вариант используется при низких требованиях к точности отверстий, второй — при высоких.

Фрезерование отверстий вместо растачивания более целесообразно при длине отверстия, не превышающей длины режущей части фрезы. Его эффективность повышается при обработке отверстий с большими и неравномерными припусками.

#### V. Подведение итогов занятия (1 минута).

Обучающийся должен знать: последовательность обработки типовых деталей и поверхностей.

#### VI. Домашнее задание (2 минуты)

Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.

Таблица 39 – План занятия

Этапы занятия, время	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Организационная часть, 2 минуты	I. Организационная часть (1 минута) Проверка присутствующих по журналу II. Подготовка к изучению нового материала (1 минута). Сообщение темы и целей занятия.	Занятие начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока, Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему занятия, отвечают на вопросы преподавателя.
Объяснение нового материала, 60 минут	III. Объяснение нового материала (60 минут). Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей	Действия преподавателя: при объяснении нового учебного материала преподаватель использует словесные методы: устное изложение нового материала, беседу; использует наглядные методы: показ натуральных (инструменты, приборы, детали и узлы оборудования, образцы материалов, изделий и т.п.);

Окончание таблицы 39

1	2	3
		<p>изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности.</p> <p>Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материала, зарисовывают схемы и рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя</p>
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 15 минут	<p>IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (15 минут).</p> <p>4.1. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне?</p> <p>4.2. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром?</p>	<p>Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе.</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему занятия, отвечают на вопросы преподавателя.</p> <p>Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.</p>
	<p>4.3. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке корпусных деталей на многооперационных станках?</p> <p>4.4. От чего зависит последовательность выполнения переходов?</p> <p>4.5. В зависимости от чего выбирается сочетание черновых и чистовых технологических переходов?</p>	
Выдача домашнего задания, 3 минуты	<p>V. Подведение итогов занятия (1 минута)</p> <p>Обучающийся должен знать: Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей.</p> <p>VI. Домашнее задание (2 минуты)</p> <p>Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p>	<p>Преподаватель подводит итоги по пройденной теме, выдает домашнее задание: изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p> <p>Учащиеся слушают преподавателя, записывают домашнее задание.</p>

#### 4.6. Разработка методического обеспечения

Тестовые задания

В заданиях 1 – 3 установите последовательность.

1. Переходы на станках с ЧПУ подразделяют на

При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:

А. центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм)

Б. сверление сверлом большего диаметра

В. черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей

Г. сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла)

Д. обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстии, на торце и снаружи

Е. чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей

Ответ: \_\_, \_\_, \_\_, \_\_, \_\_, \_\_.

Эталоны ответов: АВГБЕД

2. При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:

А. черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности

Б. черновая обработка основных форм наружной поверхности

В. чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке

Г. чистовая обработка основных форм

Ответ: \_\_, \_\_, \_\_, \_\_.

Эталоны ответов: БАГВ

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

А. черновая обработка деталей с двух-трех сторон (в качестве базы используются достаточно большие плоскости)

Б. чистовая обработка базовой и противобазовой поверхностей и всех элементов (пазов, уступов, отверстий) на этих плоскостях

В. чистовая обработка остальных сторон детали

Г. черновая обработка остальных сторон детали с установкой по обработанным поверхностям, создание баз для последующей обработки

Ответ: \_\_, \_\_, \_\_, \_\_.

Эталоны ответов: АВГБ

В задании 4 установите соответствие

4. При обработке отверстий возможны две основные технологические схемы

Технологические схемы	Характеристика
А. параллельная	А. каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется
Б. последовательная	Б. одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

Ответ: А \_\_, Б \_\_.

Эталоны ответов: АА, ББ

## Заключение

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры HC500П.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработано содержание и плана проведения учебных занятий по теме «Основы технологии машиностроения»;
- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме «Выбор технологических операций и переходов обработки»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Выбор технологических операций и переходов обработки» в форме тестовых заданий.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус масляного насоса» в условиях серийного производства.

В разработанной технологии применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по усовершенствованному варианту снизилась в 3,05 раза. Согласно расчетам, экономический эффект составил 474,25 т. руб. и срок окупаемости проекта – 3 года.

В методической части проекта был разработан урок теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры HC500II.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Каблов Е. Н. Шестой технологический уклад. /Наука и жизнь, 2010. № 4.
6. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
7. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
9. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

10. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс]. // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5. (Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059>) (Дата обращения 06.04.2018г.).

11. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием [Текст]: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 2004. – 526 с.

12. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

13. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

14. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

15. Электронный каталог «Сесо», Токарная обработка, 2014 г.

16. Электронный каталог «Сесо», Сверление, 2014 г.

17. Электронный каталог «Сесо», Фрезерование, 2015 г.

18. Fanuk Руководство по программированию Издание 09.01 Документация пользователя 6FC5298-6AB10-0PP1

19. Марочник стали и сплавов. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: [http://metallicheskiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/10](http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/stk/10)) (Дата обращения 25.03.2018г.).

20. Группа компаний СМК DMG. Комплексный подход к металлообработке. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.smks.ru>) (Дата обращения 12.04.2018г.).

21. Производство и машиностроение. [Электронный ресурс]. // (Режим

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

доступа: <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>) (Дата обращения 12.03.2018г.).

22. Информационно справочный портал по металлургии, литейному делу, промышленной безопасности. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>) (Дата обращения 27.02.2018г.).

23. Перитон Индастриал. Металлообрабатывающее оборудование. Современные технологии. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>) (Дата обращения 05.03.2018г.)

24. Электронное руководство по эксплуатации Sinumeric 840D для системы многоцелевого станка.

25. <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/21/razdel21.php> (Дата обращения 07.04.2018г.).

26. <https://cftech.ru/machine/puma-mx2600-series/> (Дата обращения 10.04.2018г.).

27. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/> (Дата обращения 10.04.2018г.).

28. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833> (Дата обращения 28.04.2018г.).

29. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/> (Дата обращения 21.03.2018г.).

30. <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/pages/default.aspx> (Дата обращения 25.03.2018г.).

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
						113
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Корпус масляного фильтра Отливка	ДП 44.03.04.758.01	A1	1	
2. Корпус масляного фильтра	ДП 44.03.04.758.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.758.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.758.Д02	A1	1	
5. Техничко-экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.758.Д03	A1	1	
6.Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.758.Д04	A1	1	

					ДП 44.03.04.758.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114