

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

Институт инженерно-педагогического образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РАДИАТОРА»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
Профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 682

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования 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
«___» _____ 2019г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РАДИАТОРА»**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
Профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 682

Исполнитель:
студент группы ЗТО-406с

А. А. Некрасова

Руководитель
доцент, к.т.н.

В. П. Суриков

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 127 листов печатного текста, 25 иллюстраций, 15 слайдов, 38 таблиц, 30 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: «КОРПУС РАДИАТОРА», 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.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Разработан урок повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус радиатора»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листо</i>
Разраб.	Некрасова						2	127
Пров.	Суриков							
Н. Контр.	Суриков							
Зав. каф.	Бородин							
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Кафедра ТМС Группа ЗТО-406с		

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.....	21
1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус радиатора»	23
1.2.4. Выбор средств технологического оснащения.....	24
1.2.4.1. Выбор и описание оборудования	24
1.2.4.2. Предлагаемый вариант ТП и содержание технологических операций.....	28
1.3. Технологические расчеты	34
1.3.1. Расчет припусков	34
1.3.2. Расчет технических норм времени.....	39
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	44
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	52
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	52
3.2. Расчёт капитальных затрат	52
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	55
4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	74
4.1. Описание условий обучения базе образовательного центра	

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

предприятия ООО «Химэнерго»	75
4.2. Анализ профессионального стандарта	77
4.3. Разработка учебно-тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на базе образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго»	82
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.....	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	111
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Комплект технологической документации.....	115

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение как отрасль существует более двухсот лет. По числу занятых и по стоимости выпускаемой продукции оно занимает первое место среди всех отраслей мировой промышленности. Уровень развития машиностроения является одним из важных показателей уровня развития страны. Машиностроение определяет отраслевую и территориальную структуру промышленности мира, обеспечивает машинами и оборудованием все отрасли экономики, производит разнообразные предметы потребления.

Ведущую роль в современном машиностроении играют станки с числовым программным управлением. станки с программным управлением сейчас используются практически во всех направлениях машиностроения, выполняя разнообразные технологические операции – от токарных до шлифовальных.

Практически все современные станки с ЧПУ сочетают в себе высокую точность, надежность, скорость работы и простоту в использовании. в таких станках обычно используются гидравлические приводы, реализовано оснащение устройствами управления замены рабочих инструментов и режимов работы. Изменение скорости станка обеспечивается электромагнитными трансформаторами - вместо устаревших зубчатых. При использовании станков с ЧПУ важно обратить внимание на правильный выбор и режим работы резца.

Благодаря станочным агрегатам с программным управлением кардинально изменились технологические принципы металлообработки.

Соответственно произошли и изменения в работе технологов, конструкторов, наладчиков и операторов-станочников. вследствие широкого применения в станках ЧПУ электронных элементов, их специфических особенностей и условий работы, в большой мере повысилось значение грамотного техобслуживания и наладки, усложнились требования к условиям

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

работы и настройки данных станков.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус радиатора» 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 радиатора»;
- 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 44.03.04.682.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

Радиатор является одним из ключевых и наиболее важных элементов жидкостной системы охлаждения. Основной задачей становится рассеивание в атмосферу тепла, которое было отведено от двигателя охлаждающей жидкостью. Радиатор системы охлаждения можно считать важнейшей деталью силового агрегата. Это устройство напрямую отвечает за поддержание нормальной рабочей температуры силового агрегата в строго отведенных рамках. Такая защита бережет силовой агрегат от перегрева, который неминуемо выведет практически любой двигатель внутреннего сгорания из строя.

Габаритные размеры детали 282,3x180x110 масса 4,5 кг. Деталь толстостенная имеет сложный профиль, большое количество отверстий, повышенные требования к взаимному расположению поверхностей. во время работы механизма деталь «Корпус радиатора» испытывает статические нагрузки.

Деталь «Корпус радиатора» изготавливается из литейного алюминия марки АЛ-9 по ГОСТ 1583-93.

Сплав АЛ-9 применяется в производстве литых деталей, имеющих сложную конфигурацию и впоследствии испытывающих на себе статическую нагрузку. Применение АЛ-9 обусловлено требованиями к повышенной герметичности изделия, его отличной свариваемости и повышенной коррозионной стойкости. Практика показывает, что сплав АЛ-9 пригоден для

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

литья под давлением и в землю. Единственным ограничением можно считать температурные условия эксплуатации деталей из данной марки алюминия: они могут работать при температуре до 200°С.

На рисунке 1 показана 3D модель детали.

Приведем в таблицах 1 и 2 химический состав и механические свойства алюминиевого сплава марки АЛ-9.

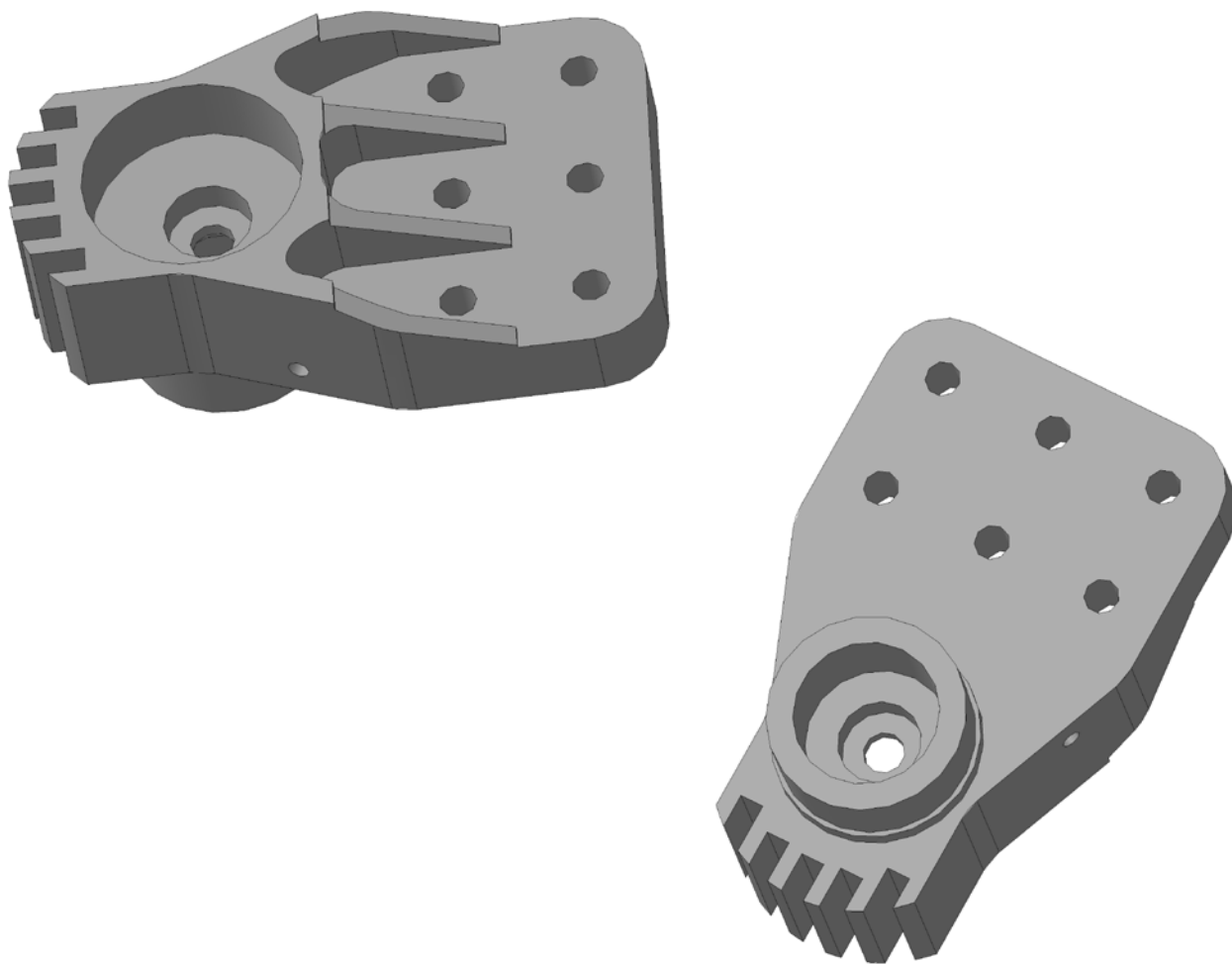


Рисунок 1 – 3D модель детали «Корпус радиатора»

Таблица 1- Химический состав сплава АЛ-9 (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 АЛ-9 (по ГОСТу 1583-93)

σ_b , МПа	δ , %	Нв
167	1,0	50,0

Алюминиевый литейный сплав АЛ9 системы Al-Si-Mg. Основное достоинство алюминиевого литейного сплава марки АЛ-9 – 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_2Si .

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

На рисунке 2 показана макро (б) и микроструктура (а) сплава АЛ-9.

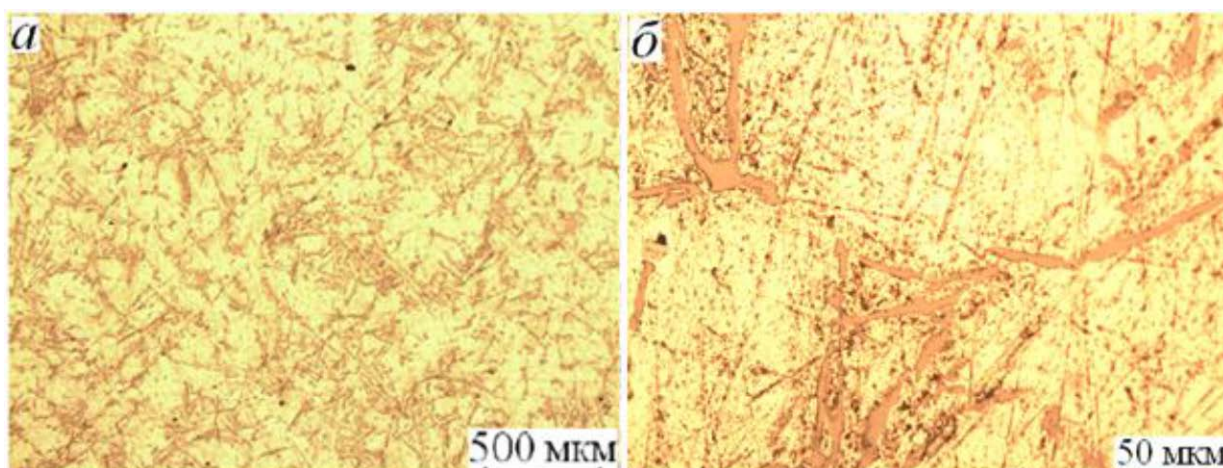


Рисунок 2 - Макро (б) и микроструктура (а) сплава АЛ-9

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 радиатора»:

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

Конструкция детали позволяет выполнять обработку без спаривания с сопрягаемой деталью;

Конструкция детали предусматривает возможность механической обработки нескольких поверхностей в одной операции (например параллельные между собой плоскости или отверстия $\varnothing 17$, $\varnothing 20$ и $\varnothing 40$);

Конструкция детали обеспечивает возможность обработки поверхностей и торцов отверстий на проход (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 6-ти пазов шириной 8мм.

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

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

шероховатости.

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

- коэффициент точности $K_{T_{баз}} = 0,8$;
- коэффициент шероховатости $K_{Ш_{баз}} = 0,18$.

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

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	2	14
9	2	18
11	3	33
14	22	308
	$\Sigma n_i = 29$	$\Sigma T_i \cdot n_i = 373$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{373}{29} = 12,862$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,862} = 0,922.$$

т. к. $K_{Tч} = 0,922 > K_{T_{баз}} = 0,8$, то деталь по данному показателю технологична.

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

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
3,2	4	12,8
6,3	12	75,6
12,5	18	225
	$\Sigma n_i = 34$	$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 313,4$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{313,4}{34} = 9,218 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} = \frac{1}{9,218} = 0,109$$

т. к. $K_{ш}=0,109 < K_{т_{баз}} = 0,18$, то деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{4,5}{17,1} = 0,263$$

Низкий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки не оптимален (листовой сортамент).

Формулировка основных технологических задач

Основные технологические задачи:

- Обеспечить точность обработки: 2-х отверстий М12 по качеству 7Н; двух отверстий Ø40 по 9-му качеству; поверхностей Ø96, Ø95,6 и отверстия Ø100 по 11-му качеству; остальные размеры по 14-му качеству;
- Обеспечить качество поверхностей: 2-х отверстий Ø40, отверстия Ø100, поверхностей Ø98 и Ø95,6 по Ra3,2мкм; отверстия Ø20, торцев Ø20, Ø40, Ø95,6, отверстий Ø17 по Ra6,3мкм; остальных поверхностей по Ra12,5мкм.
- Обеспечить допуск перпендикулярности торца поверхности Ø95,6 относительно базы А в пределах 0,3 мм.;
- Обеспечить допуск перпендикулярности торца отверстия Ø100 относительно базы А в пределах 0,3 мм.;
- Обеспечить допуск соосности отверстий Ø40Н9 относительно общей базы А в пределах 0,2 мм.;
- Обеспечить допуск соосности отверстия Ø100Н11 относительно общей базы А в пределах 0,2 мм.;
- Обеспечить допуск соосности поверхности Ø98h11 относительно общей базы А в пределах 0,6 мм.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали

Характеристика технологического процесса (прил. 2)

По признакам технологический процесс относят:

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

Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунках 3 и 4 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.

Анализ станочных операций

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

					ДП 44.03.04.682.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	
2, 4	Плоскость	14	6,3	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	соответствует
3	Отверстие	14	6,3	Сверление	12...14	6,3...12,5	соответствует
6	Поверхность	11	3,2	Точение черновое и чистовое	12...14	6,3...12,5	соответствует
1	Отверстие	11	3,2	Точение черновое, чистовое	12...14	6,3...12,5	соответствует
7	Отверстие	14	12,5	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	соответствует
13	Отверстие резьбовое	7Н	5	Сверление, нарезание резьбы	6Н...7Н	3,2...6,3	соответствует
5	Отверстие	9	3,2	Точение черновое и чистовое	12...14	6,3...12,5	соответствует
8, 9, 10, 11, 12,	Паз	14	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	соответствует
14	Отверстие	14	6,3	Сверление	12...14	6,3...12,5	соответствует

ДП 44.03.04.682.ПЗ

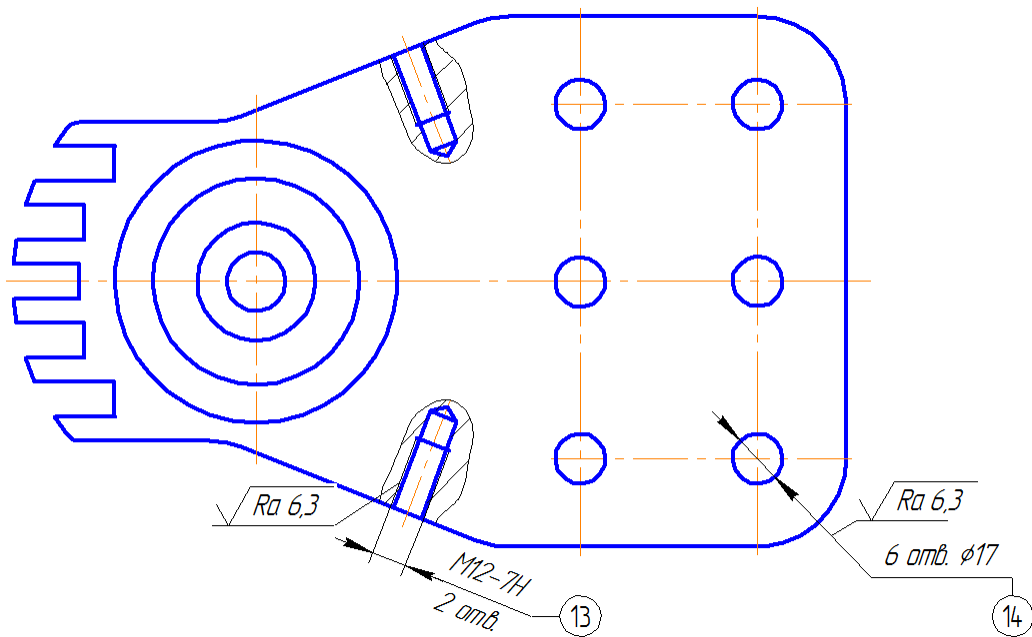


Рисунок 4 – Эскиз детали «Корпус радиатора»

Таблица 6 - Технологические базы в станочных операциях базовой технологии

№ операции	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
1	2	3	4
005	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность 2, сверлить отверстие 3, расточить отв. Ø100.	Боковые поверхности, торец 4	
010	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность торца и поверхность 4. Расточить отверстие 7. Точить поверхности 6. Сверлить 6 отверстий 14.	Боковые поверхности	Плоскость 2

Окончание таблицы 6

1	2	3	4
015	Горизонтально-расточная Фрезеровать пазы, выдерживая размеры 8, 9, 10, 11, 12.	-	Плоскость 2 и два отверстия 14
020	Горизонтально-расточная Сверлить и нарезать резьбу в 2-х отверстиях 13 с переустановом детали.	-	Плоскость 2 и два отверстия 14

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 $N=524$ 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 .

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 2, сверлить отверстие 3, расточить отв. Ø100.	1	-	3	5	Боковые поверхности, торец 4	Приспособление спец.	2620	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
010	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность торца и поверхность 4. Расточить отверстие 7. Точить поверхности 6. сверлить 6 отверстий 14.	1	-	6	12	Плоскость 2, боковые поверхности	Приспособление спец.	2620	Одноместная, многоинструментальная последовательная обработка

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:

$$m_p = 524 \cdot 19,3 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,05; \text{ приму } P=1;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,05 / 1 = 0,05; \quad O = 0,75 / 0,05 = 15, \text{ примем } O=15.$$

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

$$m_p = 524 \cdot 95,2 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,27; \text{ приму } P=1;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,27 / 1 = 0,27; \quad O = 0,75 / 0,27 = 2,7, \text{ примем } O=3.$$

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

$$m_p = 524 \cdot 16,1 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,05; \text{ приму } P=1;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,34 / 1 = 0,05; \quad O = 0,75 / 0,05 = 15 \text{ примем } O=15.$$

Рассчитаем $K_{з.о.}$ для операции 020 Горизонтально-расточная:

$$m_p = 524 \cdot 10,9 / (60 \cdot 3584 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,03; \text{ приму } P=1;$$

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

Тогда:

$$K_{з.о.} = 58/4 = 14,5, \text{ что соответствует мелкосерийному типу производства.}$$

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):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{524 \cdot 12}{254} = 25шт$$

Выводы:

При рассмотрении заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- большое количество установов, что значительно влияет на точность взаимного расположения поверхностей;

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- 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.

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 _{шт,} мин.	m _p	P	η _{з.ф.}	O
Комбинированная на ОЦ с ЧПУ	26,92	0,11	1	0,11	7

Тогда:

$K_{з.о.} = 7/1=7$, 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 4,5 кг;
- габариты детали: 110x180x282,3 мм.
- материал – сплав АЛ-9 ГОСТу 1583-93.

В качестве заготовки в проектируемом варианте примем отливку. Метод получения отливки – литьё в кокиль. По форме и конфигурации заготовка будет напоминать готовую деталь. Масса заготовки равна 6,1кг.

1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления.

Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят привалочную поверхность «Ж», поверхность Ø98h11 и шесть отверстий Ø17. К вспомогательным базам относят отверстия Ø40H9, Ø100H11, поверхность Ø95,6h11 и присоединительные плоскости данных отверстий и поверхностей.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность.

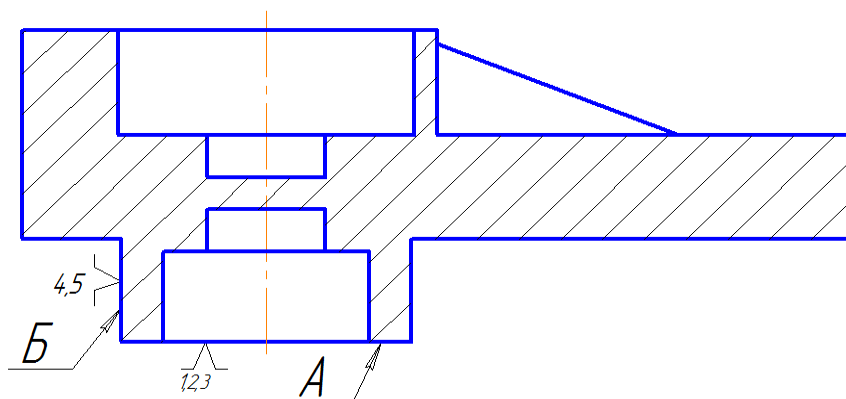


Рисунок 5 - Черновые базы предлагаемого тех. процесса

В нашем случае черновой базой будет поверхность «А» и поверхность «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное. схема чернового базирования показана на рисунке 5.

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

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

Чистовое базирование представлено на рисунке 6.

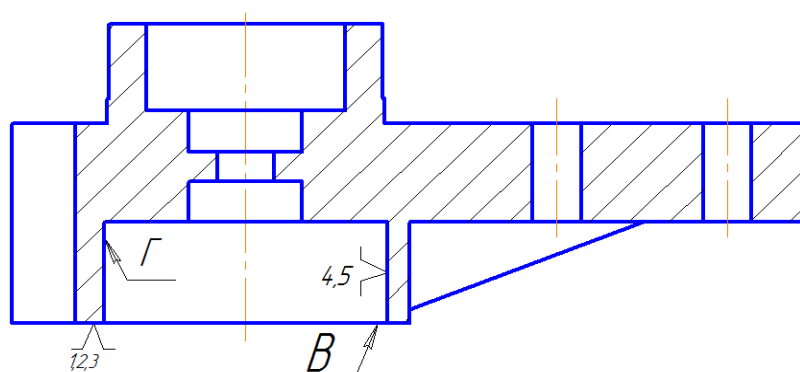


Рисунок 6 - Чистовые базы предлагаемого тех. процесса

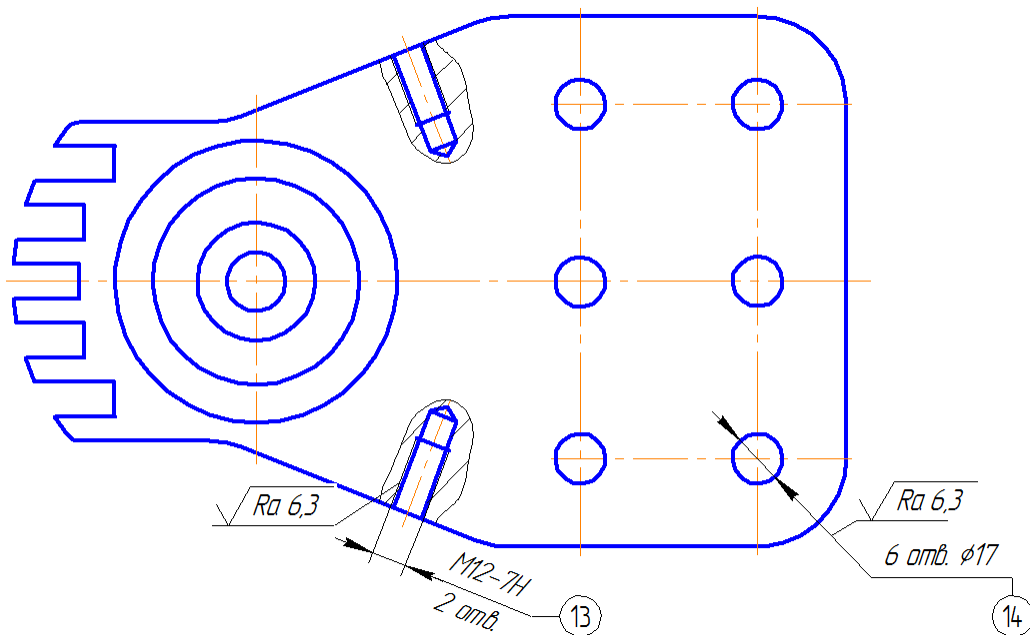


Рисунок 8 – Эскиз детали «Корпус радиатора»

Таблица 9 – Методы обработки поверхностей детали «Корпус радиатора» (рис. 7 и 8)

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Точить торец	2
	сверлить отверстие	3
	Расточить отверстие	5
Установ А	Расточить отверстие	1
	Фрезеровать пазы	8, 9, 10, 11, 12
Установ Б	Точить поверхности и торцы	4, 6
	Расточить отверстие	7
	Расточить отверстие	5
	сверлить отверстия	14
	сверлить и нарезать резьбу	13

1.2.4. Выбор средств технологического оснащения

1.2.4.1. Выбор и описание оборудования

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 выпускной квалификационной работе предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели MAG NVB 400 (про-во ФРГ) [21].

Новая серия NBV фирмы MAG Hüller Hille предназначена для использования в следующих отраслях промышленности [21]:

- производство инструментов и пресс-форм;
- авиационная и космическая техника;
- медицинская техника;
- машиностроение.

Модульная конструкция станка с разными вариантами стола, шпинделя и инструментального магазина позволяет производить от экономичной 3-осевой обработки резанием вплоть до сложной одновременной 5-осевой обработки, а также комбинированную фрезерную/токарную обработку с быстро вращающейся осью С. Новшеством является также внедрение режима экономичного энергопотребления. Эта энергосберегающая функция должна, в зависимости от выбранных установок режима экономии, уменьшать скорость и ускорение до индивидуально подобранных значений [21].

На рисунке 9 показана компоновка, узлы и основные направления движения обрабатывающего центра MAG NVB 400 [21].

1 – Компактная, малогабаритная и эргономичная конструкция станка: станок поднимается краном, простая установка и пуско-наладка, модульная конструкция, от простого динамического 3-осевого станка с токарной

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

обработкой до 1000 об/мин до одновременной 5-осевой обработки.

2 – Профильные направляющие: предварительно напряженные роликовые направляющие без люфта, высокая жесткость, перемещение осей без рывков, каретки и приводы находятся за пределами рабочей зоны и защищены от сОЖ и стружки.

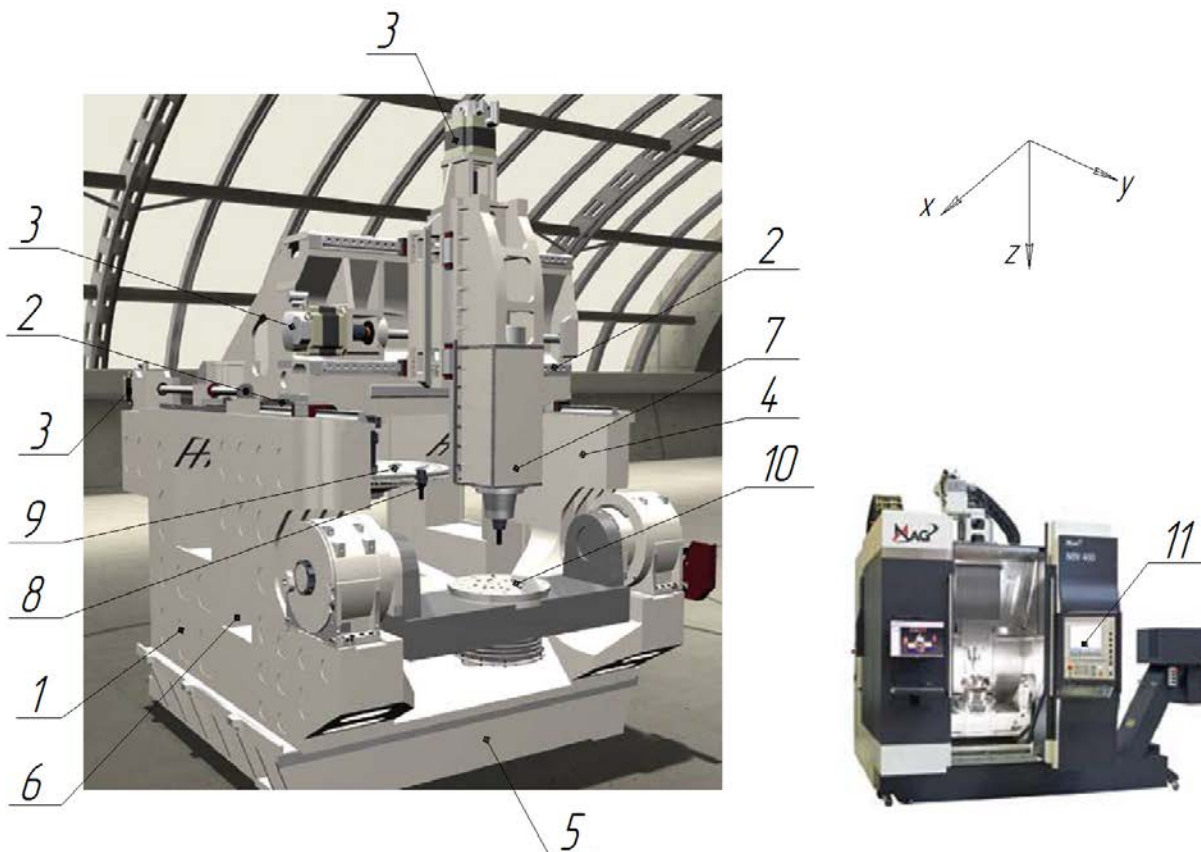


Рисунок 9 – Компоновка, узлы и основные направления движения обрабатывающего центра MAG NVB 400

3 – Цифровые приводы осей: прямой привод, ускоренный ход 60 м/мин, большое ускорение 6 м/с^2 , абсолютные измерительные системы.

4 – Цельная станина станка: оптимизированная статически и динамически по методу конечных элементов конструкция с собственной жесткостью в толстостенном исполнении, значительно усиленная ребрами жесткости, пригодна для тяжелых режимов резания [20].

5 – Надежное удаление стружки: свободное падение стружки, пригоден для сухой обработки [20].

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

№ опер	Содержание операции	Оборудование
005	<u>Установ А</u>	MAG NVB 400
	1.Точить торец 2.	
	2.Сверлить отверстие 3.	
	3.Расточить отверстия 5 и 1.	
005	<u>Установ Б</u>	MAG NVB 400
	4.Фрезеровать пазы 8, 9, 10, 11, 12.	
	1.Точить поверхности и торцы 4, 6.	
	2.Расточить отверстие 7.	
	3.Расточить отверстие 5.	
	4.Сверлить 6 отверстий 14.	
5.Сверлить 2 отверстия 13.		
	6.Нарезать резьбу в 2-х в отверстиях 13.	

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 [15, с. 699].

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

Классификация обрабатываемых материалов, SMG (v. 2) 

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. Точить торец 2 (рис. 7).

Державка для наружной обработки С3-SCLCR-22040-09 [15, с. 130], где С3 – Seco Capto (размер 32мм), S – крепление пластины (винтом), с – форма пластины (ромб 80°), L – тип инструмента ($\varphi=95^\circ$, $\varphi_1=95^\circ$), с – задний угол пластины (7°), R – направление резания, 22 – размер $f_1=22\text{мм}$, 040 – размер $l_1=40\text{мм}$, 09 – длина режущей кромки (рис. 11) [15, с. 10-11].

Размеры державки: $D_{5m}=32\text{мм}$, $f_1=22\text{мм}$, $l_1=40\text{мм}$ [15, с. 130].

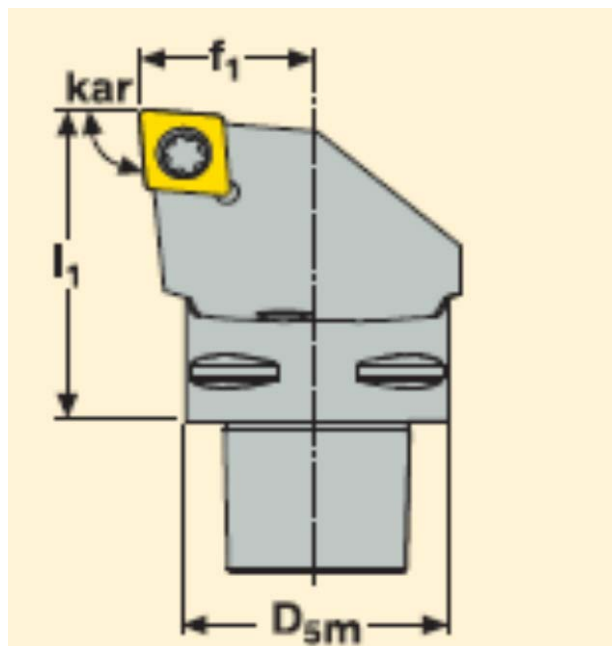


Рисунок 11 – Державка для наружной обработки

Пластина SSGT 09T304F-AL KX [15, с. 343],

где С - форма пластины (ромб 80°), С - задний угол (равен 7°),

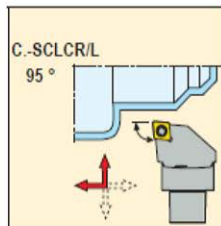
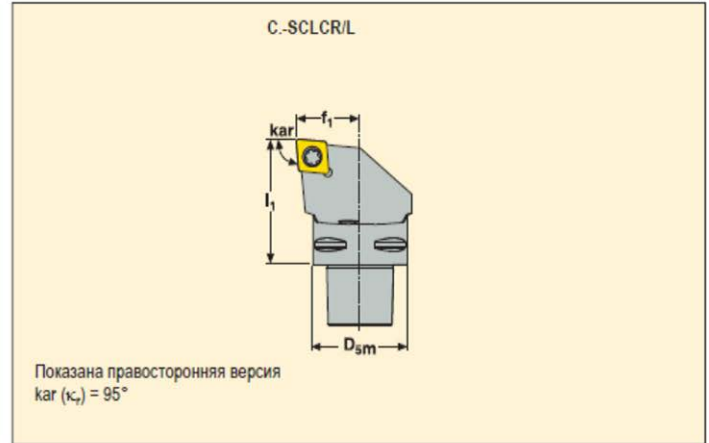
G – класс допуска, T – тип сМП, 09 – номинальная длина режущей кромки (9,52мм), T3 – толщина (3,97мм), 04 – радиус при вершине (0,4мм), F – подготовка режущей кромки (нейтрал), AL – вид стружколома (обработка алюминия), KX – материал пластины (оптимизированный микрозернистый сплав) [15, с. 40]. Фрагмент каталога «Seco» для выбора фрезы, пластины и материала показан на рисунках 12, 13, 14.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Державки для пластин CCGT, CCGW, CCMT и CCMW



- Номенклатуру пластин см. на стр. 343-347, 400-401, 431-432
- γ_0° = Передний угол, λ_s° = Угол наклона
- Обозначение державок см. на стр. 10-11

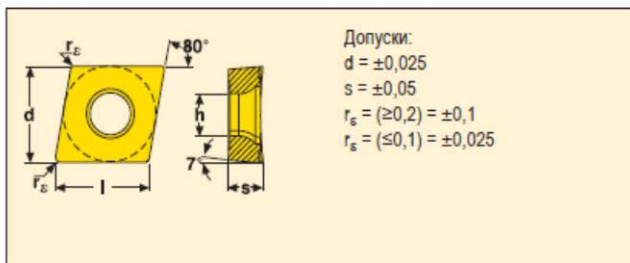


Хвост Capto	Обозначение	Размеры в мм			γ_0°	λ_s°	KG	Image
		D _{sm}	f ₁	l ₁				
C3	C3-SCLCR -22040-09	32	22,0	40	0	0	0,3	CC..09T3..
	C3-SCLCL -22040-09	32	22,0	40	0	0	0,3	CC..09T3..
12	C3-SCLCR -22040-12	32	22,0	40	0	0	0,3	CC..1204..
	C3-SCLCL -22040-12	32	22,0	40	0	0	0,3	CC..1204..

Рисунок 12 – Выбор токарной державки из каталога фирмы «Seco»

Точение – Пластины

CCGT



Размер	Размеры в мм				
	d	l	s	h	r _s = гер
0602	6,350	6,5	2,38	2,8	0,05-0,40
09T3	9,525	9,7	3,97	4,4	0,1-0,8
1204	12,700	12,9	4,76	5,5	0,4-0,8



Пластины	Обозначение	Сплавы																							
		С покрытием												Без покрытия		Кермет									
		TP0501	TP1501	TP2501	TP3500	TP200	TP40	TH1000	TH1500	TM2000	TM4000	TK1001	TK2001	TS2000	TS2500	CP200	CP500	CP600	HK	KX	883	890	TP1020	TP1030	
CCGT-AL	CCGT 060202F-AL																								
	060204F-AL																								
	CCGT 09T302F-AL																								
	09T304F-AL																								
	09T308F-AL																								

Рисунок 13 – Выбор пластины из каталога фирмы «Seco»

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

Без покрытия





<p>НХ</p> 		<p>Универсальный сплав без покрытия, разработан для обработки чугуна и закаленной стали, также демонстрирует хорошие результаты при обработке цветных металлов.</p>
<p>КХ</p> 		<p>Оптимизированный микрозрнистый сплав, предназначен главным образом для обработки алюминия и других цветных металлов.</p>

Рисунок 14 – Выбор материала пластины из каталога фирмы «Seco»

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 21, 35, 53]:

$$a_{pmax}=3,5\text{мм}, f=0,15\dots0,60 \text{ мм/об}, V_c=610\dots495\text{м/мин.}$$

Переход 2. Сверлить отверстие 3 (рис. 7).

Сверло SD203A-20.0-049-20R1 H15 [16, с. 47],

где SD203A – тип сверла (цельное, т/с, 3D), 20.0 – диаметр сверла (20мм),

49 – глубина сверления (49мм), 20 – диаметр хвостовика, R – правое

вращение, 1 – тип хвостовика (цилиндрический) [16, с. 47] (рис. 15).

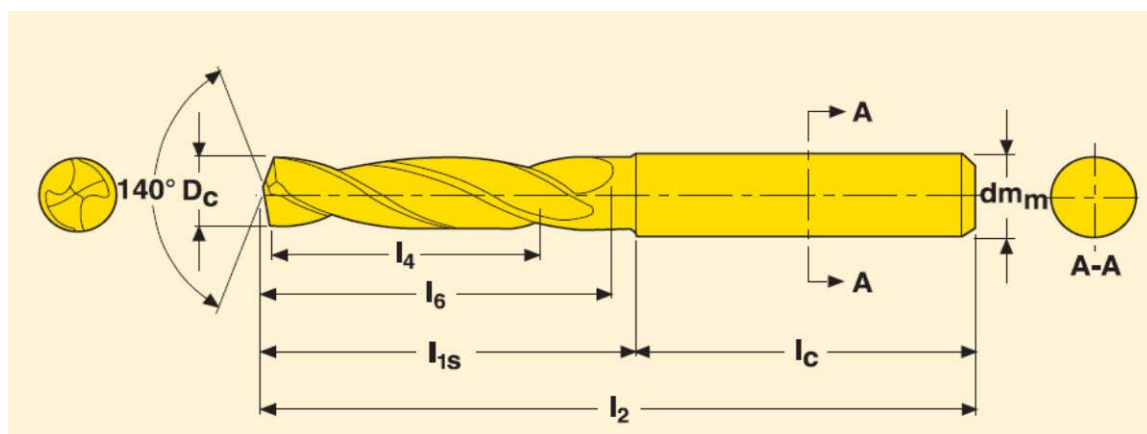


Рисунок 15 – Сверло Seco Feedmax– SD203A

Размеры сверла: $D_c=20\text{мм}$, $d_{m}=20\text{мм}$, $l_4=49\text{мм}$, $l_2=131\text{мм}$, $l_c=50\text{мм}$ [11, с. 28].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 123]: $f=0,55 \text{ мм/об}$, $V_c=350\text{м/мин.}$

Переход 3. Расточить отверстия 5 и 1 (рис. 7).

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.682.ПЗ				

Державка для внутренней обработки C3-SCLCR-13075-09 [15, с. 247], где C3 – Seco Capto (размер 32мм), S – крепление пластины (винтом), с – форма пластины (ромб 80°), L – тип инструмента ($\phi=95^\circ$, $\phi_1=95^\circ$), с – задний угол пластины (7°), R – направление резания, 13 – размер $f_1=13\text{мм}$, 075 – размер $l_1=75\text{мм}$, 09 – длина режущей кромки (рис. 16) [15, с. 12-13].

Размеры державки: $D_{5m}=32\text{мм}$, $f_1=13\text{мм}$, $l_1=75\text{мм}$ [15, с. 247].

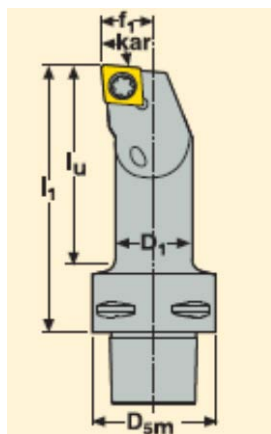


Рисунок 16 – Державка для внутренней обработки

Пластина CCGT 09T304F-AL KX [15, с. 343].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 21, 35, 53]:
 $a_{p\text{max}}=3,5\text{мм}$, $f=0,15\dots0,60\text{ мм/об}$, $V_c=610\dots495\text{м/мин}$.

Переход 4. Фрезеровать пазы 8, 9, 10, 11, 12. (рис. 7).

Фреза концевая JS412120D2SZ2.0 MEGA-64 [17, с. 182] (рис. 17),

где JS – линейка продукции, 412 – геометрия, 120 – диаметр фрезы (12мм), D – тип фрезы, 2 – длина, S – форма конца, Z2 – число зубьев, MEGA 64 – покрытие [17, с. 10].

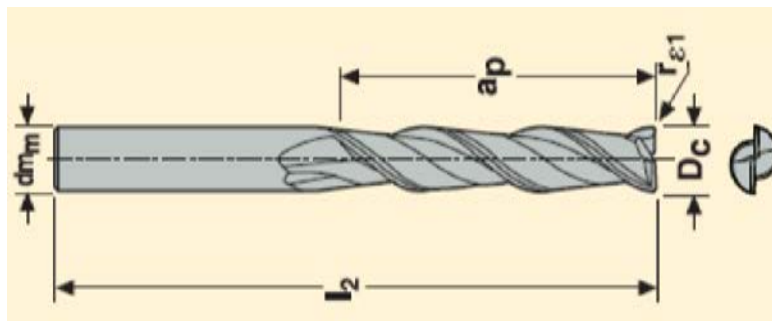


Рисунок 17 – Фреза концевая монолитная JABRO-SOLID-JS412

Основные размеры фрезы: $D_c=12\text{мм}$, $dm_m=12\text{мм}$, $Z=2$, $l_2=88\text{мм}$, $a_p=24\text{мм}$ [17, с. 182].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [17, с. 184]: $f=0,12$ мм/зуб,
 $V_c=590$ м/мин.

Установ Б

Переход 1. Точить торцы 4 и 6 (рис. 7).

Державка для наружн. обр-ки С3-SCLCR-22040-09 [15, с. 130] (рис. 11).

Пластина CCGT 09T304F-AL KX [15, с. 343].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 21, 35, 53]:
 $a_{pmax}=3,5$ мм, $f=0,15...0,60$ мм/об, $V_c=610...495$ м/мин.

Переход 2. Расточить отверстия 7 и 5 (рис. 7).

Державка для внутр. обр-ки С3-SCLCR-13075-09 [15, с. 247] (рис. 12).

Пластина CCGT 09T304F-AL KX [15, с. 343].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 21, 35, 53]:
 $a_{pmax}=3,5$ мм, $f=0,15...0,60$ мм/об, $V_c=610...495$ м/мин

Переход 3. Сверлить последовательно 6-ть отверстий 14 (рис. 8).

Сверло SD203A-17.0-040-18R1 H15 [16, с. 47].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 123]: $f=0,41$ мм/об,
 $V_c=350$ м/мин.

Переход 4. Сверлить 2 отверстия 13 под резьбу (рис. 8).

Сверло SD203A-10.2-031-12R1 H15 [16, с. 46].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 123]: $f=0,38$ мм/об,
 $V_c=350$ м/мин.

Переход 5. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 13 (рис. 8).

Метчик MTH – M12x1.75ISO6H-BC-S020 HSS-E [16, с. 296] (рис. 18).

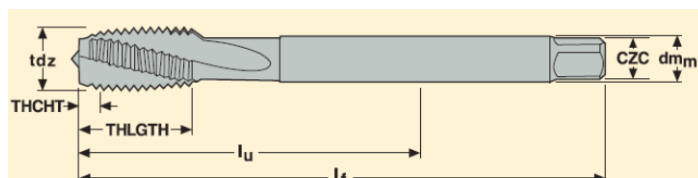


Рисунок 18 – Метчик Treadmaster MTH-S020

Размеры метчика: $l_u=83$ мм, $d_{m_m}=9$ мм, $D_{5m}=40$ мм, $l_f=110$ мм, $Z=3$ [16, с. 296].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 276]: $V_c=31$ м/мин.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.682.ПЗ

Лист
33

Для операции 005 элементы режима резания сведем в таблицу 12.

Таблица 12 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005					
Комплексная с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	2,5	0,40	549	1373	500
Переход 2	10	0,55	2585	4700	295
Переход 3	2,5	0,36	427	1187	410
	0,24	0,15	597	3980	500
Переход 4	12	0,24	840	3500	132
Установ Б					
Переход 1	2,5	0,40	549	1373	500
Переход 2	2,5	0,36	427	1187	410
	0,24	0,15	597	3980	500
Переход 3	2,0	0,41	2688	6557	350
Переход 4	5,1	0,38	3559	9367	300
Переход 5	0,9	1,75	1439	823	31

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Исходные данные:

- масса детали 4,5 кг;
- габариты детали: 110x180x282,3 мм.
- материал – сплава АЛ-9 ГОСТу 1583-93.

Расчет припусков аналитическим методом

Определим припуск на размер отверстия $\varnothing 40H9^{+0,062}_{-0}$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 40H9^{+0,062}_{-0}$:

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое.

Определим элементы припуска [1, с. 186, табл. 12; с. 188, табл. 25] и занесем их в таблицу 13.

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 $\rho_{см} = 2$ 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:

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

Погрешность установки определим по [2, с. 75, табл. 4.10] и занесем в таблицу 13.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле и занесем в таблицу 13:

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

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.

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 13.

Общий номинальный припуск [12]:

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$2 \cdot Z_{\text{ном}} = 2 \cdot Z_{\text{о min}} + \frac{\delta_3}{2} - \delta_3 = 5,011 + \frac{1,1}{2} - 0,062 = 5,499 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле [12]:

$$Z_{\text{max } i}^{\text{np}} - Z_{\text{min } i}^{\text{np}} = \delta_{i-1} - \delta_i, \quad (11)$$

$$5,52 - 4,58 = 1,1 - 0,16 = 0,94 \text{ мм}$$

$$0,530 - 0,431 = 0,16 - 0,062 = 0,099 \text{ мм}$$

Таблица 13 - Расчет припусков и допусков на отверстие $\text{Ø}40\text{H}9\left(\begin{smallmatrix} +0,062 \\ -0 \end{smallmatrix}\right)$

Технологические переходы обработки отверстия $\text{Ø}40\text{H}9\left(\begin{smallmatrix} +0,062 \\ -0 \end{smallmatrix}\right)$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\text{min}}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R_z	h	ρ	ε				$D_{\text{min}}^{\text{np}}$	$D_{\text{max}}^{\text{np}}$	$2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}}$	$2 \cdot Z_{\text{max}}^{\text{np}}$
Заготовка	200	300	2000			34,472	1,10	33,95	35,05		
Черновое растачивание	50	50	100	130	2·2500	39,472	0,160	39,47	39,63	4,58	5,52
Чистовое растачивание	20	20	40	130	2·264	40,0	0,062	40,0	40,062	0,431	0,530

$$2 \cdot Z_{\text{о min}} = 5,011 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\text{о max}} = 5,050 \text{ мм}$$

На рисунке 19 изобразим графическую схему припусков и допусков.

Табличный метод расчета припусков

На рисунке 20 покажем эскиз детали, проставим размеры и назначим на них припуски и допуски по [12, с. 184-189 табл. 27-28], а результаты занесем в таблицу 14.

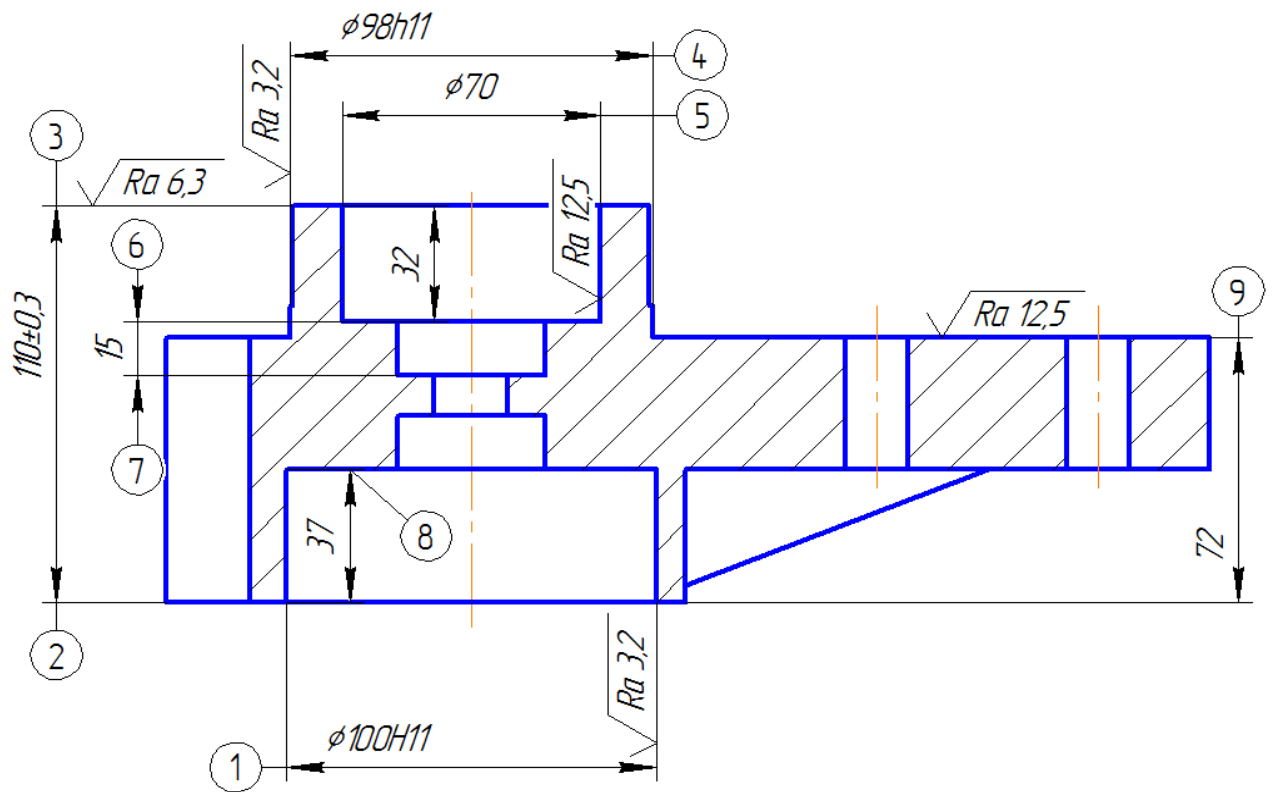


Рисунок 20 – Эскиз детали «Корпус радиатора»

Таблица 14 - Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
				1	2
Заготовка - отливка	1	2,5	95	+0,60	-0,60
	2	2,5	115	+0,60	-0,60
	3	2,5	115	+0,60	-0,60
	4	2,0	102	+0,60	-0,60
	5	2,0	66	+0,55	-0,55
	6	2,0	31,5	+0,50	-0,50
	7	2,0	15	+0,3	-0,30
	8	2,0	36,5	+0,50	-0,50
	9	2,5	77	+0,60	-0,60

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	
Точение однократное	1	2,5	100	+0,22	-0
	2	2,5	110	+0,3	-0,3
	3	2,5	110	+0,3	-0,3
	4	2,0	98	+0	-0,22
	5	2,0	70	+0,74	-0
	6	2,0	32	+0,31	-0,31
	7	2,0	15	+0,21	-0,21
	8	2,0	37	+0,31	-0,31
	9	2,5	72	-0,74	+0

1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [8, 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 [8, 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 [8, 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 [8, с. 100]:

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

где l - расчетная длина, мм.;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [8, 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. Точить торец 2.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 10,7$ мм.

величина врезания и перебега [8, с. 95]: $l_{вр} + l_{пер} = 4,5$ мм.

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 10,7 + 4,5 = 15,2 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{15,2}{549} = 0,03 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Переход 2. сверлить отверстие 3.

$$l_0 = 21\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12,8\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 21 + 12,8 = 33,8\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{33,8}{2585} = 0,013\text{мин}$$

Переход 3. Расточить отверстия 5 и 1.

Черновой проход.

$$l_0 = 93\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 15,5\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 93 + 15,5 = 108,5\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

Чистовой проход.

$$l_0 = 25\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10,8\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 25 + 10,8 = 35,8\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{108,5}{427} + \frac{35,8}{597} = 0,314\text{мин}$$

Переход 4. Фрезеровать пазы 8, 9, 10, 11, 12.

$$l_0 = 74\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 30,5\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 74 + 30,5 = 104,5\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=5$.

$$t_{04} = \frac{104,5}{840} \cdot 5 = 0,622\text{мин}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{0A} = 0,03 + 0,013 + 0,314 + 0,622 = 0,98\text{мин}$$

Установ Б.

Переход 1. Точить торцы 4 и 6.

$$l_0 = 205\text{мм}; l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 15,9\text{мм}; l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 205 + 15,9 = 220,9\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{220,9}{549} = 0,402\text{мин}$$

Переход 2. Расточить отверстия 7 и 5.

Черновой проход.

$$l_0 = 75\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 14,9\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 75 + 14,9 = 99,9\text{мм}.$$

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Число проходов равно $i=1$.

Чистовой проход.

$$l_0 = 25\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10,9\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 25 + 10,9 = 35,9\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{99}{427} + \frac{35,9}{597} = 0,292\text{мин}$$

Переход 3. сверлить последовательно 6-ть отверстий 14.

$$l_0 = 37\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 37 + 7 = 44\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=6$.

$$t_{03} = \frac{44}{2688} \cdot 6 = 0,098\text{мин}$$

Переход 4. сверлить 2 отверстия 13 под резьбу.

$$l_0 = 35\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 35 + 5 = 40\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{04} = \frac{40}{3559} \cdot 2 = 0,022\text{мин}$$

Переход 5. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 13.

$$l_0 = 25\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 3\text{мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 25 + 3 = 28\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{05} = \frac{28}{1439} \cdot 2 = 0,039\text{мин}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{0Б} = 0,402 + 0,292 + 0,098 + 0,022 + 0,039 = 0,85\text{мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_0 = 0,98 + 0,85 = 1,83 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [8, с. 98]:

$$t_{\text{уС}} = 4,55 \text{ мин}; t_{\text{уп}} = 10,85 \text{ мин}; t_{\text{изм}} = 5,22 \text{ мин}.$$

$$t_В = 4,55 + 10,85 + 5,55 = 20,62 \text{ мин}.$$

Оперативное время [8, с. 101]:

$$t_{0П} = t_0 + t_В = 1,83 + 20,62 = 22,45 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Время технического обслуживания [8, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{6 \cdot 22,45}{100} = 1,35 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [8, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{8 \cdot 22,45}{100} = 1,79 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{\text{от}} = \frac{2,5 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{2,5 \cdot 22,45}{100} = 0,56 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 22,45 + 1,35 + 1,79 + 0,56 = 26,15 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [8, с. 216-217]:

$$T_{\text{пз}} = 15 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{15}{59} + 26,15 = 26,92 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

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 [24].

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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
						45
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 MAG NVB 400 оснащен системой ЧПУ FANUC 0 iMate – MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate – MB [24]:

- 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 SCHAUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

резьбы за несколько проходов

- 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 [24].

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.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

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 13.

Таблица 13 - Фрагмент управляющей программы на операцию 005 (установ А)

1	2
Переход 1. Точить торец 2	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсации длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T01	Выбор державки наружной
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H01	Компенсация длины инструмента
S1373 M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X0 Y63 Z0	Быстрое перемещение инструмента 1 в опорную точку с указанными координатами
G1 Y46 F0.4 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи сОЖ
M09 M05	Выключение подачи сОЖ, выключение оборотов
G0 X310 Y320 Z290	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 2. Сверлить отверстие 3	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсации длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T02	выбор сверла
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H02	Компенсация длины инструмента
S4700 M04	Включение оборотов шпинделя против часовой стрелки

Продолжение таблицы 13

1	2
G0 X0 Y0 Z-2.5	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z85 F0.55 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи сОЖ
G0 Z-2.5	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи сОЖ, выключение оборотов
G0 X310 Y320 Z290	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 3. Расточить отверстия 5 и 1	
G18 G49 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T03	Выбор расточной державки
M06	Смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H01	Компенсация длины инструмента
S1187 M03	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X0 Y0 Z34	Быстрое перемещение инструмента 3 в опорную точку с указанными координатами
G0 Z51.5	Быстрое перемещение инструмента 3 в опорную точку с указанными координатами
G1 Y19 F0.36 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи сОЖ
G1 Z37	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче
G1 Y50	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче
G1 Z-3	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче
G0 Y0	Быстрое перемещение инструмента 3 в опорную точку с указанными координатами
G0 Z52	Быстрое перемещение инструмента 3 в опорную точку с указанными координатами

Окончание таблицы 13

1	2
G1 Y20 F0.15	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи
G1 Z35	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче
G0 X0 Y0 Z-3	Быстрое перемещение инструмента Z в опорную точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи сОЖ, выключение оборотов
G0 X310 Y320 Z290	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данной выпускной квалификационной работе производится совершенствование технологического процесса детали «Корпус радиатора» 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 MAG NVB 400 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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

[14]:

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

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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

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 13 по совершенствуемому варианту и таблицу 14 по базовому варианту.

$$C_{NVB400} = \frac{0,45 \cdot 1250}{5378 \cdot 0,95 \cdot 1,02} = 0,11 \text{ шт.}$$

$$C_{2620} = \frac{2,36 \cdot 524}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,37 \text{ шт.}$$

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 13 - 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.
NVB400	0,45	0,11	1	0,11
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,45$	0,11	$\Sigma c_n = 1$	

Таблица 14 - 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.
2620	2,36	0,37	1	0,37
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 2,36$	0,37	$\Sigma c_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 15 по совершенствуемому варианту и в таблице 16 по базовому варианту.

Таблица 15 – 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	NVB400	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 11% составляют $0,11 \cdot 9632,5 = 1059,6$ т. руб.

Таблица 16 – 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	2620	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 (3-х кулачковом патроне), 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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$k_{\text{мн}}$ – 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 - $N_{\text{год}}=524$ 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 17 по проектируемому варианту и в таблицу 18 по заводскому варианту.

Таблица 17 – 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:

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

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

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

Таблица 18 – 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	2,36	273,5	0,63
Итого				273,5	0,63

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 273,5 \cdot 524 = 143314 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 143314 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 191180,9 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

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

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

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

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,2$;

$k_{\text{доп}}$ – 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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

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

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

$g_{\text{п}} = 0,11$ шт. (совершенствуемый вариант); $g_{\text{п}} = 0,37$ 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, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 19 по совершенствуемому варианту и в таблице 20 по базовому варианту.

Таблица 19 – 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	0,015	2,9
Контролер	85,5	0,020	3,4

Итого	0,035	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 20 – 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	0,032	14,2
Контролер	85,5	0,044	17,8
Итого		0,076	32,0

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 32,0 \cdot 524 = 16768 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (21):

$$З_{зп} = 191180,9 + 16768 = 207948,9 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальное страхование

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

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

$$\text{Базовый вариант } 207948,9 \cdot 0,3 = 62384,7 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию

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

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{gp} \cdot k_{od} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{en}} \cdot C_3, \quad (25)$$

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

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

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

η – 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):

$$Z_3(2620) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 2,36}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,81 = 24,3 \text{ руб.};$$

$$Z_3(NVB400) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,45}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,81 = 5,8 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 21 по базовому варианту и в таблицу 22 по совершенствуемому варианту.

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
2620	15	2,36	24,3
Итого			24,3

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по совершенствуемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
NVB400	18,5	0,45	5,8
Итого			5,8

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 5,8 \cdot 1250 = 7250 \text{ руб. (совершенствуемый вариант).}$$

$$Z_3 = 24,3 \cdot 524 = 12733 \text{ руб. (базовый вариант).}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

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

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]:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot N_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (27)$$

где $C_{об}$ – 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_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85 \dots 0,95$;

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (27):

$$c_{ам}(2620) = \frac{1763500 \cdot 0,065 \cdot 2,36}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 80,7 \text{ руб.}$$

$$c_{ам}(NVB400) = \frac{9632500 \cdot 0,06 \cdot 0,45}{5910 \cdot 0,95 \cdot 1,02} = 45,4 \text{ руб.}$$

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

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

вычисления производим по формуле [14]:

$$c_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (26)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

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

$$c_{рем}(2620) = \frac{440 \cdot 1}{2,36 \cdot 524} = 0,36 \text{ руб.}$$

$$c_{рем}(NVB400) = \frac{440 \cdot 54}{0,45 \cdot 1250} = 42,24 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 23 по совершенствуемому варианту, а в таблицу 24 по базовому варианту.

Таблица 23 – 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.
NVB400	9632,5	1	6	0,45	45,4	42,24

Таблица 24 – 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.
2620	1763,5	1	6,5	2,36	80,70	0,36

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

$$Z_H = 45,4 + 42,24 = 87,64 \text{ руб. (совершенствуемый вариант).}$$

$$Z_B = 80,7 + 0,36 = 81,06 \text{ руб. (базовый вариант).}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

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

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

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

β_n – число переточек;

C_n – стоимость одной переточки, руб.;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента, мин.;

T_m – машинное время, мин.;

$\eta_{ин}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{ин} = 0,98$;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 524$ шт.

в таблице 25 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 25 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	T_m , мин	№ опер.	Наименование	T_m , мин.
005	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	4,2	010	Резец расточной ГОСТ 18883-73	13,8
005	Резец расточной ГОСТ 18883-73	6,1	010	Фреза ГОСТ 9304-69	5,9
005	Фреза	7,8	015	Фреза	10,1

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 26 внесем параметры инструмента.

Таблица 26 – 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	Державка С3-SCLCR-22040-09сМП ссGT 09T304F-AL КХ	0,28	25601 621	309	-	0,90	4,35

Державка С3-SCLCR- 13075-09 сМП ссGT 09T304F-AL КХ	0,14	22156 703	205	-	0,90	3,29
Сверло SD203A- 20.0-049- 20R1 H15	0,05	3123	175	-	0,90	2,96
Фреза концевая JS412120D2 SZ2.0 MEGA-64	0,02	16321	250	-	0,90	6,32

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7	8
	Державка С3-SCLCR- 22040- 09сМП ссGT 09T304F-AL КХ	0,19	25601 725	184	-	0,90	4,88
	Сверло DR031-062- 32-09-2D-N сМП SOMT 09T306-DT	0,01	25603 210	174	-	0,90	6,33
	Метчик МТН – M12x1.75IS ОбН-BC- S020 HSS-E	0,20	5632	185	-	0,90	5,29
Итого		0,94					33,4

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [14]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (29)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 1$ шт.);

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{\text{прс}} = 3$);

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

$C_{\text{прс3}} = 14631$ руб.).

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.682.ПЗ				

$N_{ам}^{npc}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления,

$$N_{ам}^{npc} = 66\%;$$

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 524$ шт.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (29):

$$Z_{осн} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (20663 + 11200 + 14631) \cdot 66}{524 \cdot 100} = 59 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Технологическая себестоимость обработки детали

статьи затрат	Сумма, руб.	
	Базовый вариант	Новый вариант
Заработная плата с начислениями	515,9	99,6
Затраты на технологическую электроэнергию	24,3	5,8
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	81,06	87,64
Затраты на инструмент	252,8	33,4
Итого	874,06	226,44

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:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (30)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{год} = (874,06 - 226,44) \cdot 1250 = 1375625 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

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:

$$Y_{\text{оп}} (2620) = \frac{2,36}{2,36} \cdot 100\% = 100\% .$$

По совершенствуемому варианту:

$$Y_{\text{оп}} (\text{NVB400}) = \frac{0,45}{0,45} \cdot 100\% = 100\% .$$

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_{Σ} – 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.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном процессе по (33):

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

Производительность труда в базовом техпроцессе по (33):

$$B_b = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{141,5} = 857 \text{ шт/чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_b}{B_b} \cdot 100\%, \quad (34)$$

где B_{np} , B_b – производительность труда соответственно совершенствуемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{4493 - 857}{857} \cdot 100\% = 424,3\%$$

В таблице 28 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 28 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	524	1250	+734
Количество видов оборудования	шт.	1	1	-
Количество рабочих	чел.	1	1	-
Сумма инвестиций	т. руб.		1059,6	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,36	0,45	-1,91
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	874,06	226,44	-647,62
- затраты на инструмент		252,8	33,4	-219,4
- заработная плата рабочих		515,9	99,6	-416,3
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	857	4493	+3636
Рост производительности труда	%	100	524,3	+424,3
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,37	0,11	-0,26
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	1375,625	-
срок окупаемости	год		1	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 3,86 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 радиатора», 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 1375,625 т. руб. и срок окупаемости проекта – 1 год.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус радиатора». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется в направлении изменения типа и формы заготовки, применения современного оборудования с числовым программным управлением (вертикального обрабатывающего центра с ЧПУ модели MAG NVB 400), применения современного металлорежущего инструмента фирмы «Seco».

Результатом совершенствования технологического процесса изготовления детали «Корпус радиатора», 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 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 образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго».

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей-расточников 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 образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго».
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.

4.1. Описание условий обучения на базе образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго»

Переподготовка по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» ведется на базе образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго», расположенного в г. Сысерть свердловской области по адресу ул. Самстроя, д. 21.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Образовательный центр предприятия ООО «Химэнерго» обладает необходимой материальной базой и преподавательским составом, позволяющим вести обучение по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ». Образовательная деятельность лицензирована – лицензия на правоведения образовательной деятельности от 2011 г. выдана Министерством общего и профессионального образования свердловской области.

В образовательном центре предприятия ООО «Химэнерго» 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 образовательном центре предприятия ООО «Химэнерго» 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 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;

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

- 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 по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в образовательном центре предприятия ООО «Химэнерго» 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 подготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ», оснащенные учебными имитационными стойками с системой ЧПУ FANUC 31i.

4.2. Анализ профессионального стандарта

Однозначно близким профессиональным стандартом для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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;

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном Профессиональном стандарте.

В таблице 29 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 30.

Таблица 29 - 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

Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5
			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
			Инструктирование рабочих на обслуживаемом оборудовании	3
в	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с ЧПУ	3

	и комбинированного их		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
	крепления; обработка деталей средней сложности		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
с	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Таблица 30 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей»

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	<p>Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)</p> <p>Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации</p>				

	Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации	
Требования к образованию и обучению	среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)	
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 31.

						ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			81

Таблица 31 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с ЧПУ	Код	А/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				
	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 одностипных 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 одностипных 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				

теоретическое обучения отводится 6 недель и 6 недель на производственное обучение, после чего следуют квалификационные испытания.

Исходя из учебного графика на теоретическое обучение на базе образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго» отведено 156 часов, а на производствен обучение на базе предприятия – 6 недель по 40 часов в неделю – 240 часов и 6 часов на квалификационные испытания.

Итого общее число учебных часов составляет 402 часа, что в целом соответствует затратам времени на подготовку по профессии «Оператор станков с ПУ» по старым нормативам. Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» приведен в таблице 32.

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

Таблица 32 – 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>	<i>156</i>	<i>94</i>	<i>62</i>	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
Допуски, посадки, технические измерения	8	8	-	Тестирование
Техническое черчение	12	4	8	Проверка чертежей
Основы материаловедения	12	8	4	Контрольные задания
Основы механики	8	8	-	Тестирование
Основы электротехники и электроники	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 машиностроения	18	8	10	Контрольные задания

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5
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
Теоретическое обучение (на базе предприятия)	240	16	224	
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

ИТОГО по курсу	402	110	286	
----------------	-----	-----	-----	--

В таблице 33 показана взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта, обусловленными теми трудовыми действиями, которые выполняет рабочий по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 33 - взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта

Тематика обучения	Трудовые действия	Требования профессионального стандарта
<i>Теоретическое обучение</i>		Необходимые знания
1	2	3
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
Допуски, посадки, технические измерения	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

Техническое черчение	<p>Корректировка чертежа изготавливаемой детали</p> <p>Определение координат опорных точек контура детали</p>	<p>система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости</p> <p>Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</p>
----------------------	---	--

Продолжение таблицы 33

1	2	3
Техническое черчение	<p>Корректировка чертежа изготавливаемой детали</p> <p>Определение координат опорных точек контура детали</p>	<p>система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости</p> <p>Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</p>
Основы материаловедения	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 электротехники и электроники	составление управляющей программы	Основы электротехники, электроники, гидравлики и 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 машиностроения	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 33

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 система 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.	<p>Корректировка чертежа изготавливаемой детали</p> <p>Определение координат опорных точек контура детали</p> <p>выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации</p>	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Установка и привязка инструмента	<p>выбор технологических операций и переходов обработки</p> <p>выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации</p>	Изменять параметры стойки ЧПУ станка

Окончание таблицы 35

1	2	3
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	<p>выбор технологических операций и переходов обработки</p> <p>составление управляющей программы</p> <p>выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации</p>	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	<p>выбор технологических операций и переходов обработки</p> <p>составление управляющей программы</p> <p>выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации</p>	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

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 36.

Таблица 36 - Перспективно-тематический план изучения темы «Основы технологи 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 36

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 обучающихся 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 обучающихся 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 урока и разработка плана и плана-конспекта урока

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

Цели урока:

Образовательные: сформировывать у обучающихся 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

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

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

Ход урока

I. Организационная часть (1 минута)

Проверка присутствующих по журналу

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

сообщение темы и целей урока.

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 44.03.04.682.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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

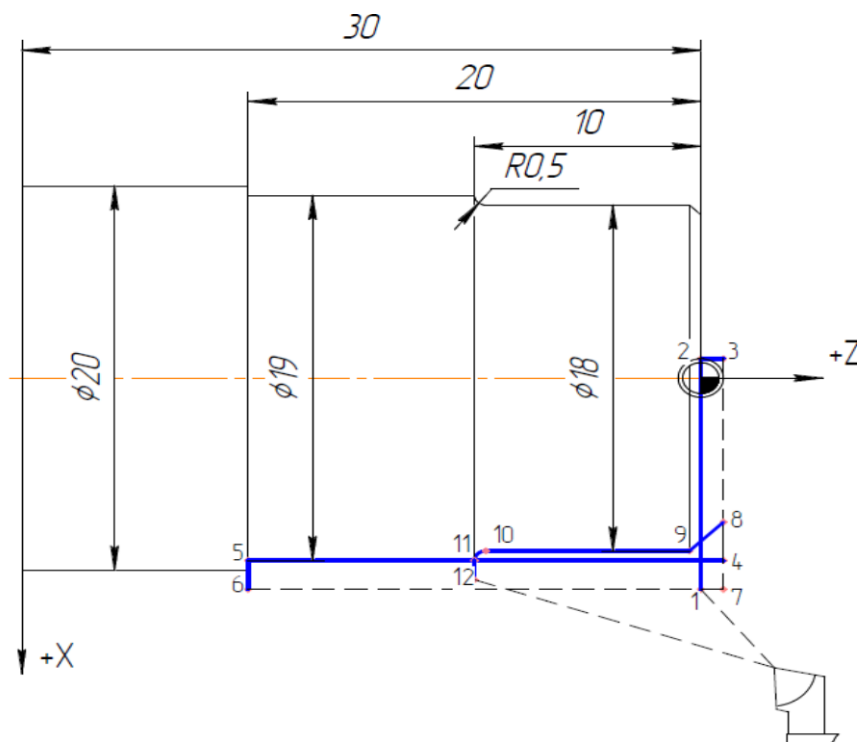


Рисунок 23 – Траектория инструмента при токарной обработке

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 трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

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

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

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 полукрытых 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);

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

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:

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

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

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 радиатора», представленный в таблице 37.

Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунках 24 и 25.
Таблица 37 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус радиатора»

№ опер	содержание операции	Оборудование
005	<p style="text-align: center;"><u>Установ А</u></p> 1.Точить торец 2. 2.сверлить отверстие 3. 3.Расточить отверстия 5 и 1. 4.Фрезеровать пазы 8, 9, 10, 11, 12.	MAG NVB 400
005	<p style="text-align: center;"><u>Установ Б</u></p> 1.Точить поверхности и торцы 4, 6. 2.Расточить отверстие 7. 3.Расточить отверстие 5. 4.сверлить 6 отверстий 14. 5.сверлить 2 отверстия 13. 6.Нарезать резьбу в 2-х в отверстиях 13.	MAG NVB 400

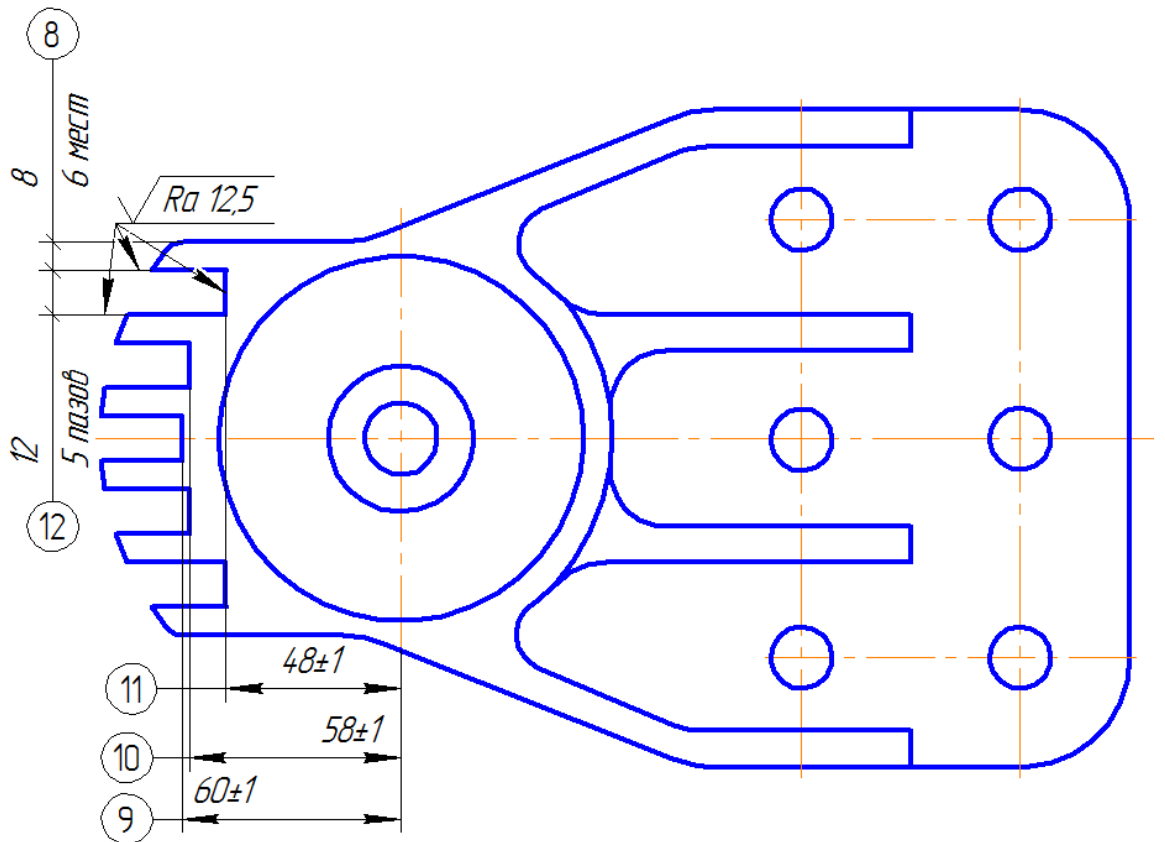
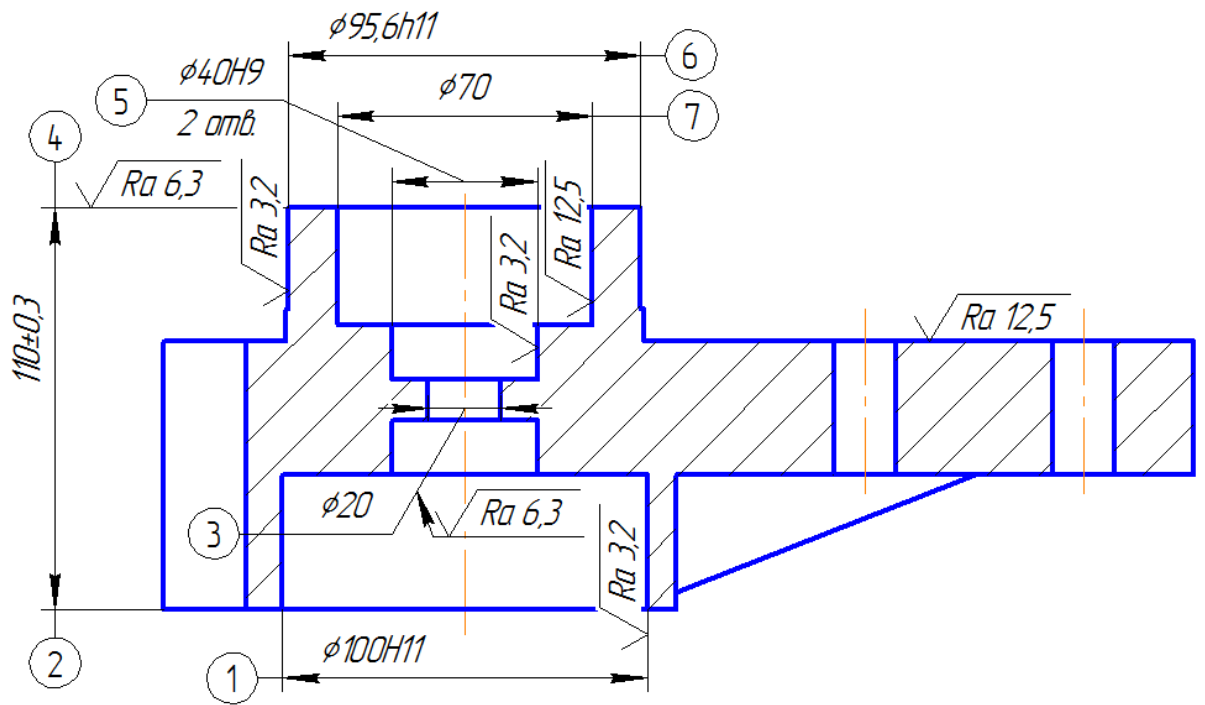


Рисунок 24 – Эскиз детали «Корпус радиатора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.682.ПЗ

Лист

100

наружных поверхностей;

5) чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей;

6) обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстиях, 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.

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, выборок 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;

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

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;

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 неотчетливых 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

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

(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

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

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.

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Таблица 38 – План урока

Этапы урока, 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 урока.	Урок начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока, Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, 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.); изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности. Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материал, зарисовывают схемы и рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 15 минут	IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (15 минут). 4.1. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне? 4.2. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром?	Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе. Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя. Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.

Окончание таблицы 38

1	2	3
	<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

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

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

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

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

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 MAG NVB 400.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на базе образовательного центра предприятия ООО «Химэнерго»;
- 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 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус радиатора» 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 3,86 раза. согласно расчетам, экономический эффект составил 1375,625 т. руб. в год.

В методической части проекта был разработан урок теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры MAG NVB 400.

					ДП 44.03.04.682.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 44.03.04.682.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, 2015 г.

16. Электронный каталог «Сесо», сверление, 2015 г.

17. Электронный каталог «Сесо», Цельные концевые фрезы, 2015 г.

18. Метастан. Оборудование для обработки металла, станки, расходники [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <https://metastan.ru/p297220251-vertikalnyj-obrabatyvayuschij-tsentr.html>) (Дата обращения 27.01.2019г.).

19. Марочник стали и сплавов. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/10) (Дата обращения 20.01.2019г.).

20. Группа компаний сТАНКОИНКОМ. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <https://ekat.stankoinkom.ru>) (Дата обращения 27.01.2019г.).

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

21. Производство и машиностроение. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>) (Дата обращения 12.01.2019г.).

22. Информационно справочный портал по металлургии, литейному делу, промышленной безопасности. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>) (Дата обращения 20.01.2019г.).

23. вектор. Обрабатывающие центры. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.stan-vector.com>) (Дата обращения 24.01.2019г.)

24. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

25. <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/21/razdel21.php> (Дата обращения 07.01.2019г.).

26. <https://cftech.ru/machine/puma-mx2600-series/> (Дата обращения 10.01.2019г.).

27. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/> (Дата обращения 10.01.2019г.).

28. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833> (Дата обращения 28.01.2019г.).

29. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/> (Дата обращения 21.01.2019г.).

30. <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/pages/default.aspx> (Дата обращения 25.01.2019г.).

					ДП 44.03.04.682.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 радиатора Отливка	ДП 44.03.04.682.01	A1	1	
2. Корпус радиатора	ДП 44.03.04.682.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.682.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.682.Д02	A1	1	
5. Техничко- экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.682.Д03	A1	1	
6.Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.682.Д04	A1	1	

					ДП 44.03.04.682.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114