

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой _____

_____ Н.В.Бородина

«___» _____ 2018г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА»**

Выпускная квалификационная работа
По направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код: 737

Исполнитель:

студент группы ЗТО-405С

О.М. Мещерягина

Руководитель:

доцент

Т.А. Козлова

Екатеринбург 2018

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА»*

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04. Профессиональное обучение (по отраслям),
профиля подготовки «Машиностроение и метериалообработка»
профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификация код ВКР: 737

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 106 листов машинописного текста, 40 таблиц, 10 иллюстраций, 29 использованных источника, 5 приложений.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА.

В выпускной квалификационной работе усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус червячного редуктора» на комплексном станке с ЧПУ MCV 1000 Power. Для механической обработки были выбраны режущие инструменты фирмы Sandvik Coromant и выбраны рекомендуемые режимы резания. Для одной операции разработан фрагмент управляющей программы.

В экономической части выполнен расчет затрат и определена экономическая эффективность разрабатываемого мероприятия.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализированы профессиональные стандарты «Оператор-наладчик обрабатывающих центров» и «Фрезеровщик». Разработана методика проведения урока теоретического обучения для переподготовки оператора-наладчика станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Мещерягина О.М.			Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус червячного редуктора»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Козлова Т.А.					3	113
Реценз.						ФГАОУ ВО РГПП ИИПО гр. ЗТО-405С		
Н. Контр.		Суриков В.П.						
Утверд.		Бородин Н.В.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Анализ исходной информации.....	8
1.1.1. Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.1.2. Определение типа производства.....	13
1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса.....	15
1.3. Разработка технологического процесса обработки детали.....	17
1.3.1. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	17
1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	17
1.3.3. Выбор технологических баз.....	18
1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	21
1.3.5. Выбор средств технологического оснащения.....	28
1.4. Технологические расчеты.....	35
1.4.1. Расчет припусков на обработку детали.....	35
1.4.2. Расчет режимов резания.....	40
1.4.3. Расчет технических норм времени.....	46
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	48
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	54
3.1. Исходные данные.....	55
3.2. Определение капитальных вложений.....	56
3.3. Расчет технологической себестоимости.....	58
3.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих.....	59
3.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих.....	60
3.3.3. Затраты на электроэнергию.....	62

3.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	63
3.3.5. Определение затрат на эксплуатацию инструмента.....	64
3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса.....	68
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	70
4.1. Вводная часть.....	70
4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Фрезеровщик».....	71
4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	75
4.4. Анализ рабочей программы.....	77
4.5. Разработка занятия теоретического обучения.....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задание на проектирование.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень графического материала.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технической документации.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Управляющая программа.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Презентация нового материала.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей индустрии считается машиностроение. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов – орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно-технического процесса во всех отраслях народного хозяйства.

В связи с этим машиностроение призвано выпустить системы и комплексы машин, оборудования и приборов высшего технико-экономического уровня, обеспечивающие революционные перемены в технологии и организации производства, многогранные повышения производительности труда, улучшение качества продукции, рост фондоотдачи.

Приоритетное развитие получают станкостроение, электротехническая промышленность, микроэлектроника, вычислительная техника и приборостроение, что служит цели полного удовлетворения растущих потребностей народного хозяйства в новейшей технике.

Основным направлением в разработке технологических процессов является применение станков с ЧПУ и высокопроизводительного металлорежущего инструмента.

Целью данной выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус червячного редуктора».

Для повышения эффективности технологического процесса применяем станки с ЧПУ и высокопроизводительный инструменту Sandvik Coromant.

Решаются следующие задачи:

1. Проанализировать исходные данные о детали.
2. Разработать новый вариант технологического процесса с современным технологическим оснащением.
3. Разработать управляющую программу механической обработки

детали «Корпус червячного редуктора».

4. Рассчитать технико-экономические показатели технологического процесса.

5. Разработать методику переподготовки рабочих кадров по профессии оператор-наладчик станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации

Служебное назначение и техническая характеристика детали

Рабочий чертеж детали – ДП 44.03.04.737.02

Программа выпуска – 3000 шт. в год.

Деталь «Корпус червячного редуктора» в дальнейшем по тексту «Корпус», является основной деталью, входящей в сборку червячного редуктора. Червячный редуктор предназначен для передачи вращающего момента под прямым углом с уменьшением числа оборотов на выходном валу. Поскольку данная деталь является основной несущей деталью, то к ней предъявляются особые конструкторско-технологические требования. Корпус редуктора должен отвечать достаточной жесткостью конструкции. Чем лучше качество исполнения при механообработке точных отверстий, тем лучше качество сборки корпуса червячного редуктора и его работоспособность.

Конструкция детали «Корпус» имеет высокие требования к точности изготовления размеров отверстий $\varnothing 28H7$, $\varnothing 32H7$, $\varnothing 35H7$, $\varnothing 110H8$, $\varnothing 55H9$ точности взаимному расположения осей $\varnothing 110$ и $\varnothing 55$, $\varnothing 28$ и $\varnothing 32$, $\varnothing 110$ и $\varnothing 28$, $\varnothing 110$ и $\varnothing 35$, а также к шероховатости поверхностей $\varnothing 110H8$, $\varnothing 55H9$, $\varnothing 28H7$, $\varnothing 32H7$, $\varnothing 35H7$.

Деталь изготавливается из сплава алюминия марки АЛ9 ГОСТ 1583-93, относящегося к силуминам, в состав которого входят:

- Si 6-8 %;
- Mg 0,2-0,4 %;
- остальное – Al.

Температура плавления 660 °С.

Алюминий характеризуется повышенными тепло- и электропроводностью, хорошей коррозионной стойкостью во многих

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

агрессивных средах, что объясняется способностью алюминия на воздухе покрываться прочной оксидной пленкой Al_2O_3 , защищающей деталь от дальнейшего окисления.

Из сплава отливают всеми способами литья детали малой и средней нагруженности. Это высокопрочный сплав с хорошими литейными свойствами, применяемый для производства тонкостенных, крупногабаритных, сложных по конструкции герметичных деталей.

Детали из такого сплава используют для конструкций, не подвергающихся нагреву. Высокие литейные и технологические свойства сплава АЛ9 объясняются тем, что в него входит большое количество эвтектики. Благодаря узкому интервалу кристаллизации ($33^\circ C$) обеспечивается плотная структура без рассеянной усадочной пористости, которая является одной из причин негерметичности материала.

Способность сплава выдерживать повышенное рабочее давление позволяет уменьшить размеры отливок, снизить массу и повысить экономичность в эксплуатации. Высокая теплопроводность алюминиевых сплавов способствует быстрому отводу тепла из зоны резания со стружкой и в деталь, в результате чего температура резания обычно не превышает $250-400^\circ C$. При таких температурах не происходит разупрочнения режущей кромки инструмента, что в сочетании с повышенной прочностью сплава предопределяет возможность его обработки на высоких скоростях резания.

1.1.1. Анализ технологичности конструкции детали

Проведем количественную и качественную оценку технологичности детали:

Качественная оценка технологичности конструкции детали.

Конструкция детали «Корпус» является технологичной, так как она обеспечивает простое и экономичное изготовление и отвечает следующим

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

основным требованиям:

1. Конфигурация корпуса и материал позволяет применить наиболее прогрессивный способ получения заготовки (литье), сокращающий объем механической обработки.

2. При конструировании корпуса использованы простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрена удобная и надежная технологическая база в процессе обработки.

3. Заданные требования к точности размеров и формы детали обоснованы, соответствуют служебному назначению детали и возможностям оборудования.

4. Для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только по размерам посадочных поверхностей.

5. Имеется возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки корпуса.

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам:

Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{з}}$ – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{\text{им}} = \frac{2,38}{3,0} = 0,7$$

В результате проведенного анализа пришли к выводу, что деталь «Корпус» является технологичной, в корректировке чертежа детали нет необходимости.

На рабочем чертеже детали «Корпус» представлен полный перечень

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

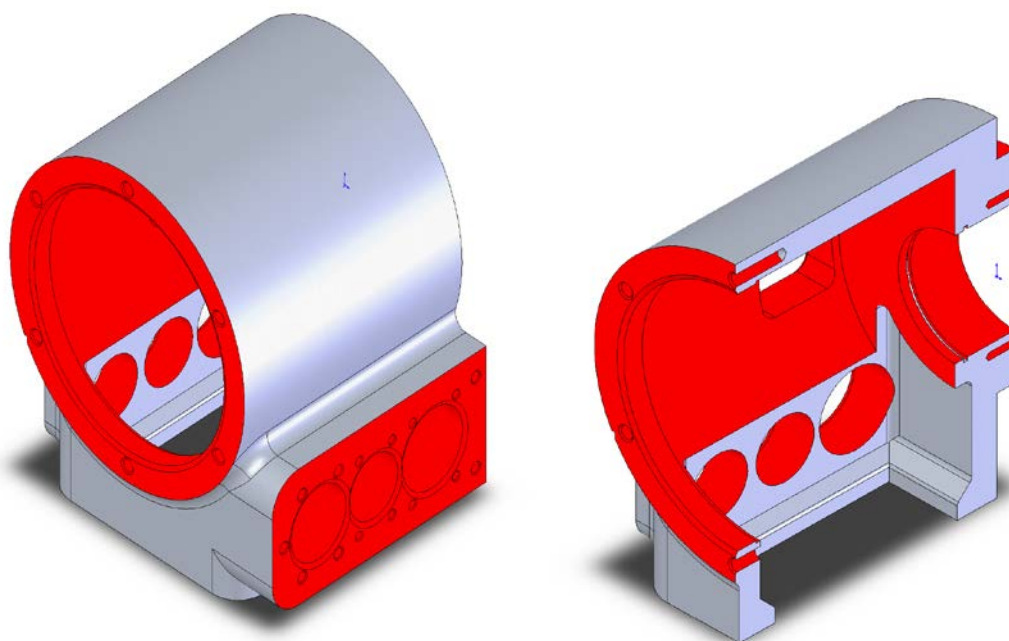


Рисунок 1 – Общий вид детали (изометрия)

■ – обрабатываемые поверхности

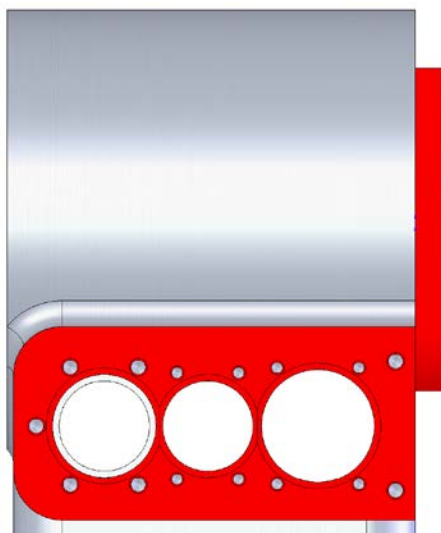


Рисунок 2 – Вид спереди

■ – обрабатываемые поверхности

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.737 ПЗ

Лист

11

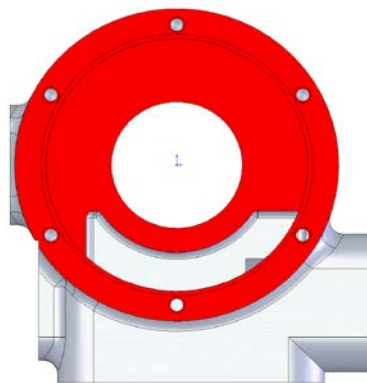


Рисунок 3 – Вид слева

■ – обрабатываемые поверхности

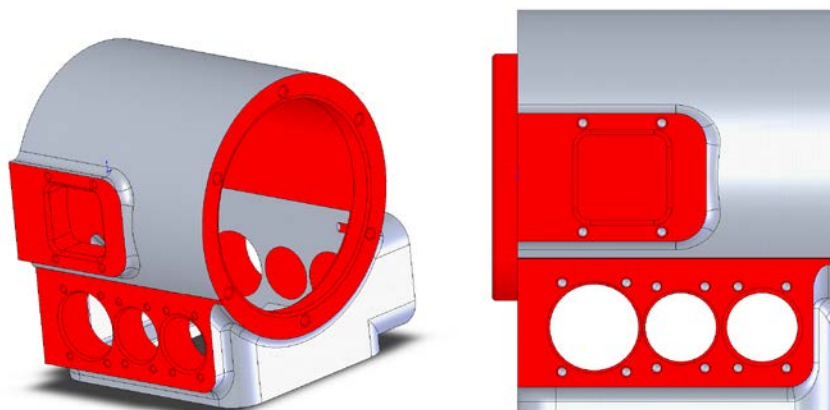


Рисунок 4 – Вид сзади

■ – обрабатываемые поверхности

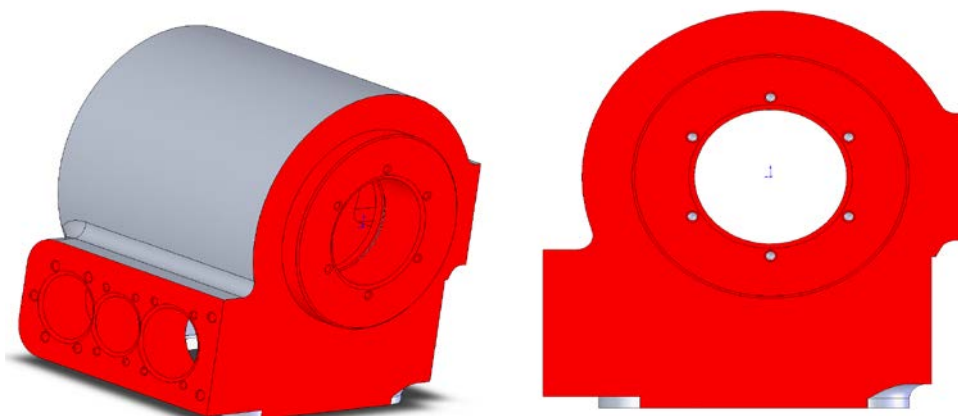


Рисунок 5 – Вид справа

■ – обрабатываемые поверхности

1.1.2. Определение типа производства

Годовой выпуск деталей N составляет 3 000 шт.

Ориентировочные данные для определения типа производства:

Таблица 1 — Типы производства

Производство	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера		
	тяжёлых (массой более 100 кг)	средних (массой более 10 до 100 кг)	лёгких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5–100	10–200	100–500
Среднесерийное	100–300	200–500	500–5000
Крупносерийное	300–1000	500–5000	5000–50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Следовательно, по данным таблицы производство является среднесерийным.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска, чем при единичном типе производства.

При среднесерийном производстве используются универсальные станки для черновых операций, оснащенные как специальными, так и универсальными и универсально-сборными приспособлениями, а также оборудование с ЧПУ и обрабатывающие центры, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления изделия.

Расчет количества оборудования ведется по типам оборудования по формуле

$$C_p = \frac{\sum T_{шт} \cdot N}{F_d \cdot 60}, \quad (2)$$

где $\sum T_{шт}$ – суммарное штучное время по операциям, выполняемым на данном типе оборудования, мин.;

N – годовой объем выпуска деталей, шт.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, час;

60 – переводный коэффициент из часов в минуты.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования в часах при пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями рассчитан по формуле:

$$F_d = [(365 - \text{в. д.} - \text{п. д.}) \cdot 8 - \text{п. п. д.} \cdot 1] \cdot z \cdot K_p, \quad (3)$$

где в.д. – количество выходных дней (суббота и воскресенье);

п.д. – количество праздничных дней;

п.п.д. – количество предпраздничных дней (продолжительность рабочего дня меньше на 1 час);

z – число смен работы оборудования;

K_p – коэффициент, учитывающий время пребывания станка в ремонте.

$$F_d = [(365 - 108 - 10) \cdot 8 - 21] \cdot 1 \cdot 0,95 = 1857 \text{ час}$$

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

$$K_z = \frac{C_p}{C_n}, \quad (4)$$

Результаты расчета количества оборудования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет количества оборудования

Операции	$T_{шт}$	Количество оборудования		Коэффициент загрузки оборудования
		Расчетное	Принятое	
Фрезерная	3,3	0,12	1	0,12
Комплексная с ЧПУ	32,1	0,9	1	0,9

Определим размер партии деталей, одновременно запускаемых в производство:

$$n = (N \cdot t) / \Phi, \quad (5)$$

где N – годовой объем производства;

t – количество дней, на которое создается запас, равное 3 для

среднесерийного производства при изготовлении легких деталей;

Ф – количество рабочих дней в году при 5-дневной рабочей неделе
 $n = (3000 \cdot 3) / 254 = 35,4$ шт.

Принимаем $n = 35$ штук.

1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

Деталь – «Корпус», изготавливается из алюминиевого сплава (силумина) марки АЛ9, чистая масса составляет 2,38 кг, имеет следующие габариты: 136x152x162 мм.

Деталь «Корпус» является основной деталью, входящей в сборку червячного редуктора. Червячный редуктор предназначен для передачи вращающего момента под прямым углом с уменьшением числа оборотов на выходном валу. Поскольку данная деталь является основной несущей деталью, то к ней предъявляются особые конструкторско-технологические требования.

Корпус редуктора должен отвечать достаточной жесткостью конструкции. Чем лучше качество исполнения при механообработке точных отверстий, тем лучше качество сборки корпуса червячного редуктора и его работоспособность.

Деталь «Корпус» после отливки подвергают отжигу, для снятия внутренних напряжений и выровнять структуру металла.

Основные технологические задачи включают требования по обеспечению:

Точности размеров:

– высокие требования предъявляются к точности изготовления размеров отверстий $\varnothing 110H8$, $\varnothing 55H9$, $\varnothing 28H7$, $\varnothing 32H7$, $\varnothing 35H7$;

– угловое смещение осей отверстия С относительно осей отверстия Ф не более 10мм.

Точности формы:

– в большинстве случаев особых требований к точности формы поверхностей не предъявляется.

Точности взаимного расположения поверхностей:

- допуск параллельности относительно базы в пределах 0,1 мм на длину 120 мм;

– радиальное биение оси отверстия $\varnothing 110$ относительно поверхности Л 0,03-0,05 мм;

- непараллельность и перекос осей отверстия М1 и М2, относительно оси отверстия П не более 0,04/100 мм.

Качества поверхностного слоя:

– шероховатость поверхностей отверстий $\varnothing 55 R_a = 1,25$ мкм;
 $\varnothing 110 R_a = 2,5$ мкм; $\varnothing 35, 28, 32 R_a = 1,25$ мкм; поверхности относятся к 6 классу точности.

Наружные необработанные поверхности и поверхности Т: обрабатываются грунтовкой АК-070 ГОСТ 25718-83, эмалью ЭП-525 «П» светло-серая. ТУ6-10-1560-76.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

1.3. Разработка технологического процесса обработки детали

1.3.1. Анализ заводского технологического процесса обработки детали

В заводском технологическом процессе метод получения заготовки – литье в кокиль. Масса заготовки $m=3,0$ кг.

Масса заготовки детали $m=2,38$ кг. Метод является экономически целесообразным при данном типе производства.

В условиях серийного производства на заводе с универсальным металлорежущим оборудованием рационально было бы использовать станки с ЧПУ, что значительно увеличило бы производительность и точность обработки, а также более производительный инструмент.

1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки. В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является литье в кокиль.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

В связи с подъемом промышленности и ростом рынка, что увеличивает спрос и предложение, появляется смысл перейти к среднесерийному типу производства с годовым выпуском продукции – 3000 шт. В этом случае необходимо применить более производительный способ получения заготовок – литье в кокиль. В результате увеличивается скорость кристаллизации и обеспечивается стабильность отливок по механическим свойствам и плотности.

Литье в кокиль относится к материалосберегающему процессу. Оно улучшает условия труда в литейном производств и уменьшает воздействие на окружающую среду. Литьем в кокиль получают детали с особыми эксплуатационными свойствами: повышенной герметичностью, износостойкостью, качеством отливок вследствие увеличения их плотности, прочности и пластичности, уменьшением потерь от брака.

Детали получают на стационарной машине с горизонтальным разъемом. Кокили изготовлены из СЧ20 с анодированной поверхностью; используется водовоздушное охлаждение. Стержни выполнены из хлористого натрия или калия, специально для растворения при алюминиевом литье.

1.3.3. Выбор технологических баз

Для того чтобы точно обработать деталь, необходимо правильно выбрать технологические базовые поверхности. К основным принципам базирования относятся: совмещения и постоянства баз. Базовые поверхности в большинстве случаев должны совпадать с конструкторскими и, желательно, чтобы в процессе обработки детали их было, как можно меньше и большое число обрабатываемых поверхностей получались от одного базирования, т.е. постоянство баз. Для детали корпус технологической базой будут, являются наружные поверхности, внутренние поверхности и торцовые поверхности.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Большинство технологических операций механической обработки производится на одни и те же базовые поверхности, которые имеют наиболее точные поверхности. Это отверстия, которые совпадают с конструкторскими базами $\varnothing 28H7$, $\varnothing 32H7$, $\varnothing 35H7$, от которых заданы размеры для выполнения других поверхностей, тем самым достигается качество изготовления данной детали на оборудовании.

На первой операции выполняется подготовка технологических баз, обрабатывается нижняя торцовая поверхность корпуса. Черновой базой при этом является литая поверхность.

На следующем этапе обрабатываются поверхности, получаемые точением. Вначале обрабатываются отверстия $\varnothing 110H8$ и $\varnothing 55H7$ и все прилегающие к ним поверхности. В качестве баз используются нижний торец (рис.7) и поверхности симметрии корпуса.

Затем обрабатываются отверстия $\varnothing 28H7$, $\varnothing 32H7$, $\varnothing 28H7$, $\varnothing 35H7$ и прилегающие к ним поверхности. Для базирования используется отверстие $\varnothing 110H8$ и его торец, также используется нижний торец корпуса.

Следующим шагом является сверление резьбовых отверстий. Для этого применяются кондукторы, в которые устанавливается корпус.

Представлены следующие схемы базирования:

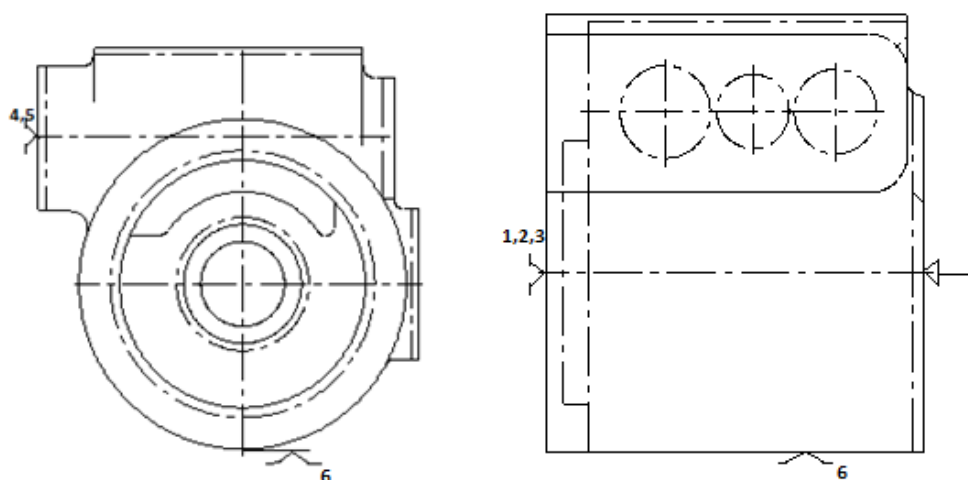


Рисунок 6 – Схема базирования операция 005

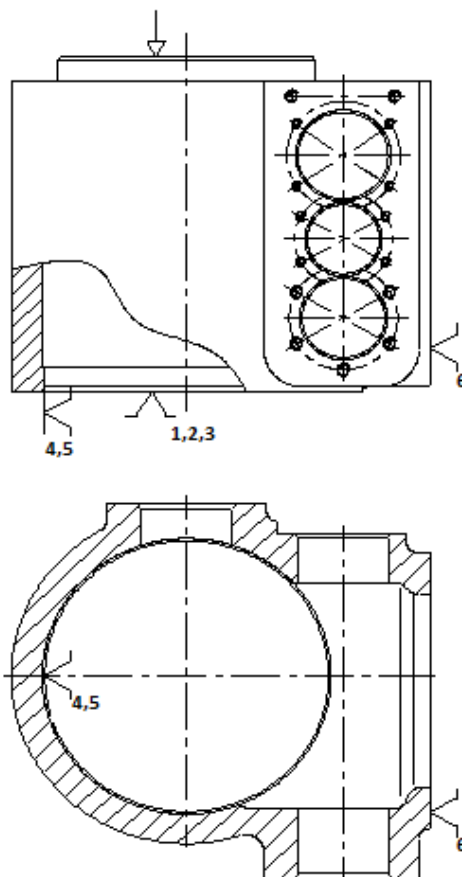


Рисунок 7 – Схема базирования на операцию 010

Таким образом, можно сделать заключение о том, что все технологические базы установлены правильно, соблюдается принцип постоянства баз.

1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

В базовом технологический процесс механическая обработка детали «Корпус» осуществляется на универсальном металлорежущем оборудовании и предлагаемый технологический процесс также осуществляет обработку на универсальном оборудовании и на станках с ЧПУ с применением современного инструмента.

Сравним базовый и предлагаемый технологический маршрут в таблице 3 технологических маршрутов.

Таблица 3 – Сравнительная таблица технологических маршрутов.

Базовый технологический процесс	Предлагаемый технологический процесс
1	2
005 Вертикально-фрезерная 6P12 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность в размер 94,75.	005 Вертикально-фрезерная 6P12 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность 1 размер 94,75
010 Вертикально-фрезерная 6P12 Установ А 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность выдерживая размеры 58 3. Переустановить заготовку.	010 Комплексная с ЧПУ Станок MCV 1000 Power Позиция I 1. Расточить отверстие 1 предварительно до $\varnothing 52$ 2. Расточить отверстие 1 до $\varnothing 54,75$ 3. Развернуть отверстие 1 до $\varnothing 55$ 4. Точить поверхность 2 $\varnothing 100$ с подрезкой торца 4. Расточить канавку 3 $\varnothing 58$ 5. Точить фаску 1x45 6. Точить фаску 2x30 7. Сверлить 6 отверстий 4 $\varnothing 3,3$ 8. Сверлить 5 отверстий 5 $\varnothing 6,7$ 9. Сверлить отверстие 6 6,7 на проход Позиция II 1. Расточить отверстие 1 до $\varnothing 110$ 2. Расточить отверстие 2 до $\varnothing 112$ 3. Расточить фаску 3x30 4. Сверлить 5 отверстий 3 $\varnothing 4,95$ 5. Сверлить отверстие 4 4,95 на проход Позиция III 1. Фрезеровать поверхность 1 2. Центровать 3 отверстия 2 $\varnothing 7$
Установ Б 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность выдерживая размер 140	
015 Токарно-винторезная 1M63 Установ А 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Расточить отверстие $\varnothing 112$ 3. Расточить отверстие $\varnothing 55$ 4. Переустановить заготовку	
Установ Б 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Расточить канавку $\varnothing 58$ 3. Обточить поверхность $\varnothing 100$ 4. Расточить фаску 2x30	

Продолжение таблицы 3

1	2
020 Токарно-винторезная 1М63 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Расточить отверстие $\varnothing 35$ 3. Расточить фаску 2х30	3. Сверлить 3 отверстия $\varnothing 26$ 4. Расфрезеровать отверстие 2 до $\varnothing 33$ 5. Расточить 2 отверстия 2 $\varnothing 28$ 6. Расточить отверстие 2 $\varnothing 35$ 7. Сверлить 7 отверстий 3 $\varnothing 4,2$ 8. Сверлить 8 отверстий 4 $\varnothing 3,3$ 9. Точить 2 фаски 2х30 10. Точить фаску 2х30
025 Вертикально –фрезерная 6Р12 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать пластик R15	Позиция IV 1. Фрезеровать поверхность 1 2. Фрезеровать по-верхность 2 3. Центровать 4 отверстия 3 4. Сверлить 4 отверстия 3 5. Расфрезеровать отверстие 3 до $\varnothing 30$ и отверстие 3 до $\varnothing 33$ 6. Расточить отверстие 3 $\varnothing 28$ 7. Расточить 2 отверстия 3 $\varnothing 35$ 8. Расточить отверстие 2 $\varnothing 32$ 9. Сверлить 12 отверстий 4 $\varnothing 3,3$ 10. Сверлить 4 отверстия 4 $\varnothing 3,3$ 11. Расфрезеровать канавку $\varnothing 54$ 12. Точить 4 фаски 2х30
030 Вертикально-сверлильная 2Н135 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Сверлить отверстие $\varnothing 10,7$ 3. Развернуть отверстие $\varnothing 11,3$ 4. Зенковать фаску 0,5х120	Позиция V 1. Сверлить 12 отверстий $\varnothing 4,2$
035 Координатно-расточная 2В440А Установ А 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Расточить отверстие $\varnothing 28$ 3. Расточить отверстие $\varnothing 35$ 4. Расточить канавку $\varnothing 54$ в отверстие $\varnothing 35$ 5. Расточить 3 фаски 1х30 6. Переустановить заготовку	Позиция VI 1. Фрезеровать поверхность 1 2. Центровать отверстие 2 до $\varnothing 7$ 3. Сверлить отверстие 2 до $\varnothing 10,7$ 4. Развернуть отверстие 2 до $\varnothing 11,3$
Установ Б 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Расточить отверстие $\varnothing 32$ 3. Расточить отверстие $\varnothing 28$ 4. Расточить отверстие $\varnothing 35$ 5. Расточить 3 фаски 1х30	
040 Вертикально-сверлильная 2Н135 Установ А 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Установить и снять кондуктор 3. Сверлить 6 отверстий $\varnothing 3,3$ 4. Сверлить 6 отверстий $\varnothing 6,7$ 5. Переустановить заготовку	
Установ Б 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Установить и снять кондуктор 3. Сверлить 6 отверстий $\varnothing 4,95$	

Окончание таблицы 3

1	2
045 Вертикально-сверлильная 2Н135 Установ А 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Установить и снять кондуктор 3. Сверлить 4 отверстий $\varnothing 3,3$ 4. Переустановить заготовку	
Установ Б 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Установить и снять кондуктор 3. Сверлить 12 отверстий $\varnothing 3,3$	
050 Вертикально-сверлильная 2125 Установ А 1. Установить, закрепить и снять заготовку 2. Установить и снять кондуктор 3. Сверлить 8 отверстий $\varnothing 3,3$ 4. Сверлить 7 отверстий $\varnothing 4,2$ 5. Переустановить заготовку	
Установ Б 1. Установить, закрепить и снять заготовку 2. Установить и снять кондуктор 3. Сверлить 12 отверстий $\varnothing 3,3$	
ИТОГО: 10 операций выполняются на универсальном оборудовании	ИТОГО: 2 операции, 1 выполняется на универсальном оборудовании

В результате анализа заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- механическая обработка детали производится на универсальных станках, что увеличивает время настройки, т. К. деталь имеет очень много отверстий с разных сторон, при обработке требуется большое количество переустановов это снижает точность обработки, а так же увеличивает время на установку и настройку обработки;

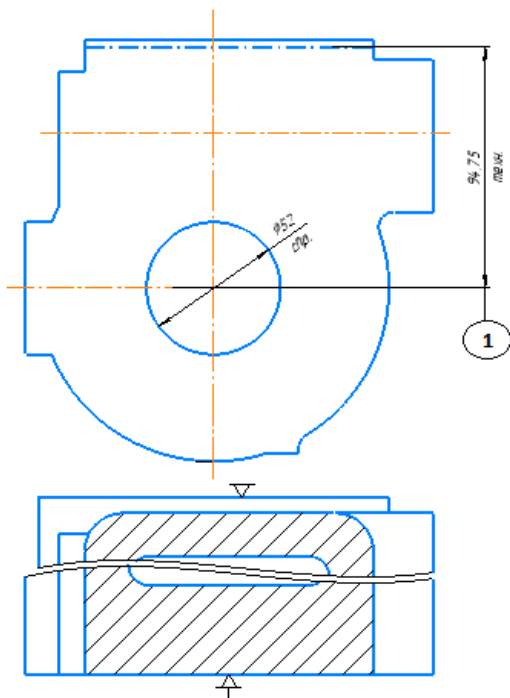
- для обработки детали используется быстрорежущий инструмент, что увеличивает время обработки, снижает стойкость инструмента, увеличивает трудоемкость на изготовление деталей;

- в качестве приспособлений используются тиски, прихваты, что снижают точность изготовления детали, увеличивает время на установку, переустановку и настройку.

Предлагается новый вариант технологического процесса, с использованием современного оборудования с ЧПУ и современного технического оснащения.

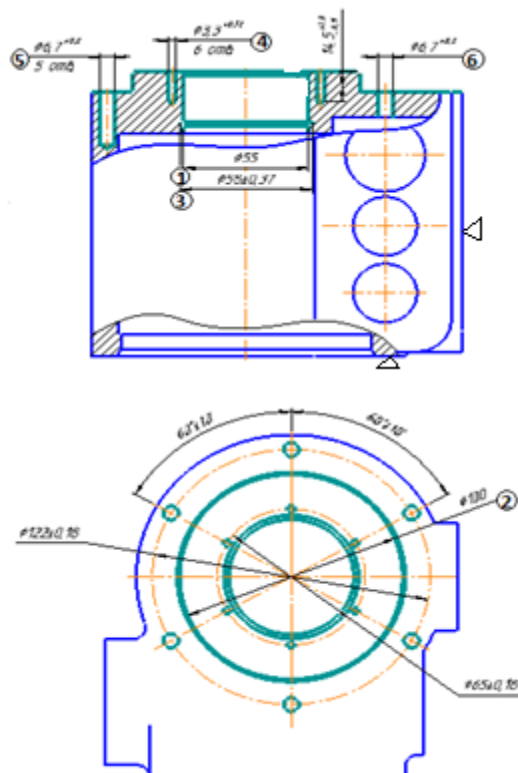
Маршрут обработки детали записывается в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Предлагаемый технологический маршрут механической обработки детали «Корпус»

Операция, станок	Технологические переходы и обрабатываемые поверхности
1	2
<p>005 Вертикально-фрезерная Станок 6Р12</p> 	<p>1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность 1 размер 94,75</p>

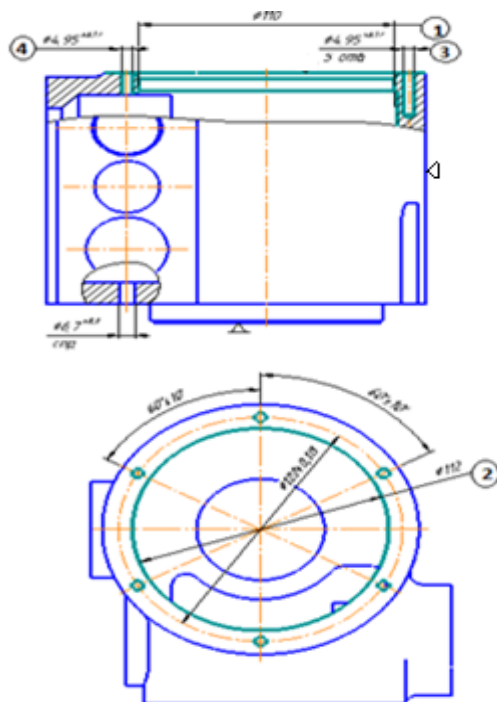
Продолжение таблицы 4

010 Комплексная с ЧПУ
Станок MCV 1000 Power
Позиция I



1. Расточить отверстие 1 предварительно до $\phi 52$
2. Расточить отверстие 1 до $\phi 54,75$
3. Развернуть отверстие 1 до $\phi 55$
4. Точить поверхность 2 $\phi 100$ с подрезкой торца
4. Расфрезеровать канавку 3 $\phi 58$
5. Точить фаску 1x45
6. Точить фаску 2x30
7. Сверлить 6 отверстий 4 $\phi 3,3$
8. Сверлить 5 отверстий 5 $\phi 6,7$
9. Сверлить отверстие 6 6,7 на проход

Позиция II



1. Расточить отверстие 1 до $\phi 110$
2. Расточить отверстие 2 до $\phi 112$
3. Расточить фаску 3x30
4. Сверлить 5 отверстий 3 $\phi 4,95$
5. Сверлить отверстие 4 4,95 на проход

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

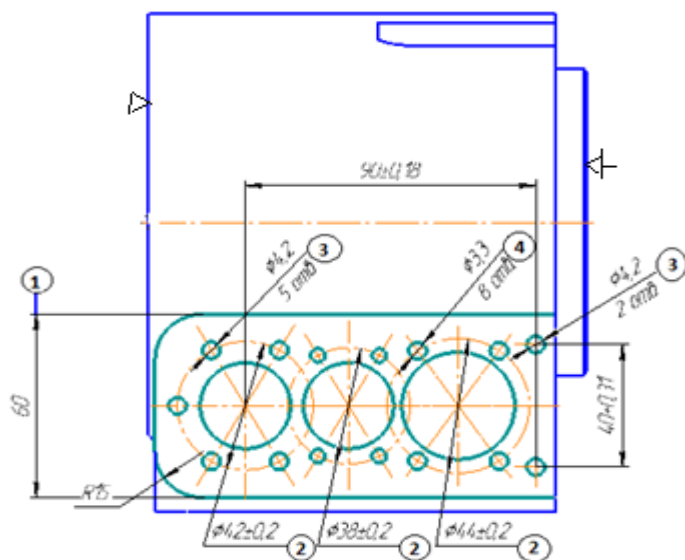
ДП 44.03.04.737 ПЗ

Лист

25

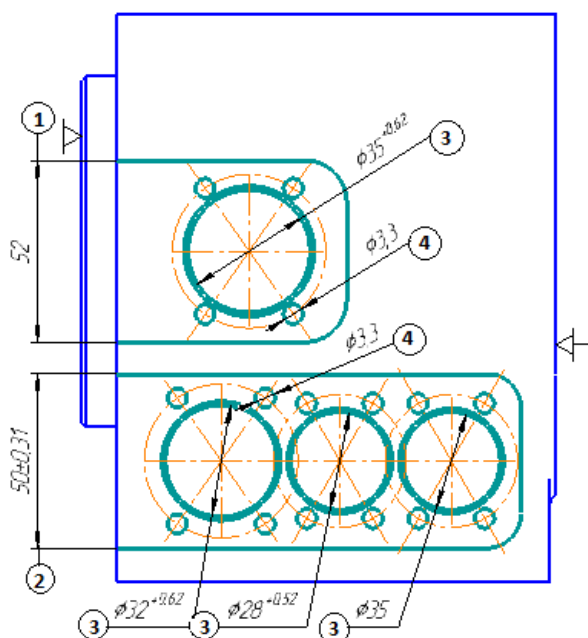
Продолжение таблицы 4

Позиция III



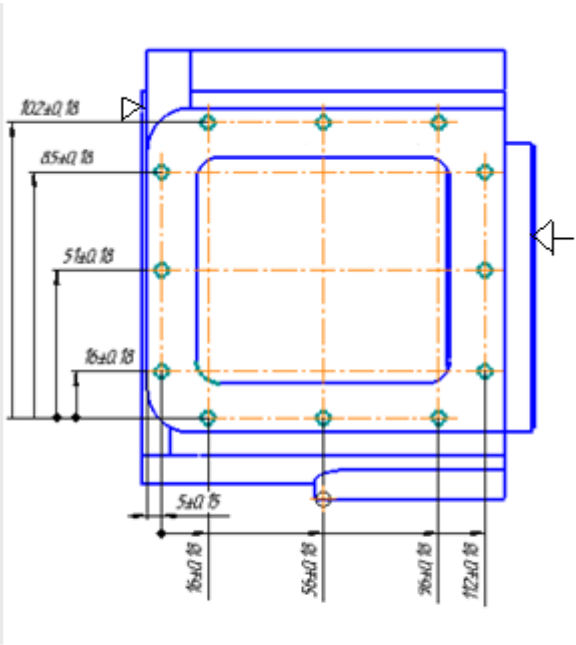
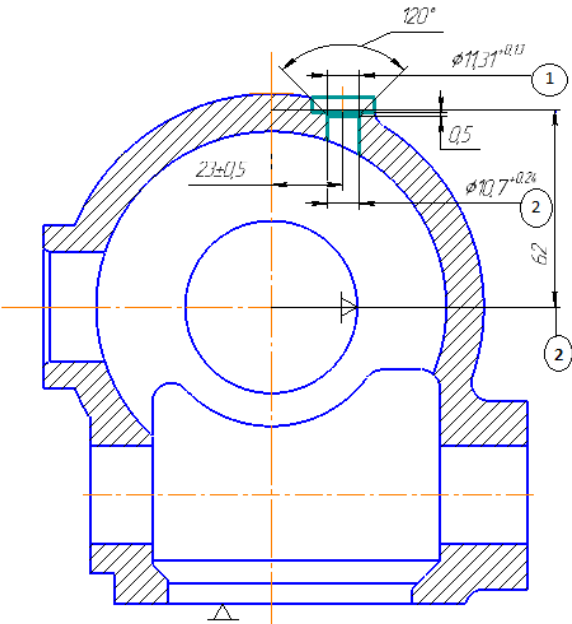
1. Фрезеровать поверхность 1
2. Центровать 3 отверстия 2 $\phi 7$
3. Сверлить 3 отверстия $\phi 26$
4. Расфрезеровать отверстие 2 до $\phi 33$
5. Расточить 2 отверстия 2 $\phi 28$
6. Расточить отверстие 2 $\phi 35$
7. Сверлить 7 отверстий 3 $\phi 4,2$
8. Сверлить 8 отверстий 4 $\phi 3,3$
9. Точить 2 фаски 2x30
10. Точить фаску 2x30

Позиция IV



1. Фрезеровать поверхность 1
2. Фрезеровать поверхность 2
3. Центровать 4 отверстия 3
4. Сверлить 4 отверстия 3
5. Расфрезеровать отверстие 3 до $\phi 30$ и отверстие 3 до $\phi 33$
6. Расточить отверстие 3 $\phi 28$
7. Расточить 2 отверстия 3 $\phi 35$
8. Расточить отверстие 2 $\phi 32$
9. Сверлить 12 отверстий 4 $\phi 3,3$
10. Сверлить 4 отверстия 4 $\phi 3,3$
11. Расфрезеровать канавку $\phi 54$
12. Точить 4 фаски 2x30

Окончание таблицы 4

<p>Позиция V</p> 	<p>1. Сверлить 12 отверстий $\varnothing 4,2$</p>
<p>Позиция VI</p> 	<p>1. Фрезеровать поверхность 1 2. Центровать отверстие 2 до $\varnothing 7$ 3. Сверлить отверстие 2 до $\varnothing 10,7$ 4. Развернуть отверстие 2 до $\varnothing 11,3$</p>

1.3.5. Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения операций заключается в определении для каждой из ранее намеченных операций оборудования, режущего инструмента, установочных и вспомогательных приспособлений, средств измерения, необходимых для реализации этих операций.

Подход к выбору металлорежущего оборудования определяется типом производства. В условиях серийного производства наиболее эффективно применение оборудования с ЧПУ. Это объясняется тем, что при их применении значительно сокращается подготовительно-заключительное время. Кроме того, станки с ЧПУ, как правило, обладают большими технологическими возможностями и имеют высокую жесткость и точность.

При выборе оборудования следует использовать следующие исходные данные:

- 1) метод и вид обработки;
- 2) тип производства;
- 3) требуемая точность обработки;
- 4) размеры обрабатываемой заготовки;
- 5) потребная длина хода инструмента.

Выбор технологического оборудования

Исходя из технических требований на изготовление детали, ее геометрической формы, точности заданных размеров, условий обработки, а также материала, учитывая выбранный тип производства – среднесерийное, для обработки детали выбираем металлорежущее оборудование.

Технологическое оборудование выбирается согласно принятым методам обработки поверхностей (торцовое и цилиндрическое фрезерование, контурное фрезерование, растачивание, сверление). При этом учитываются следующие факторы:

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Для обработки технологических баз выбираем вертикально-фрезерный станок 6P12.

Для комплексной обработки остальных поверхностей был выбран обрабатывающий центр MCV 1000 Power с системой ЧПУ «Simens».

Таблица 5 – Техническая характеристика вертикально-фрезерного станка 6P12

Характеристика	6P12
1	2
Класс точности по ГОСТ 8-71	H
Размеры рабочей поверхности стола (ДхШ), мм	1250х320
Число Т-образных пазов	3
Перемещение стола X,Y,Z, мм	800х250х420
Расстояние от торца шпинделя до стола при ручном перемещении, мм	30...450
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины, мм	350
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	250
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	40...2000
Мощность привода станка, кВт	7,5
Габариты станка (ДхШхВ)	2305х1950х2020
Масса станка, кг	3120

Таблица 6 – Техническая характеристика обрабатывающего центра MCV 1000 Power с ЧПУ

Характеристика	MCV 1000 Power
1	2
Ход в осях X/Y/Z/A/C мм,	1016/610/720
Зажимная поверхность стола, мм	1300х670
Макс. нагрузка на стол, кг	1200
Макс. число оборотов, мин ⁻¹	8000

Окончание таблицы 6

1	2
Мощность двигателя шпинделя S1/S6 – 40%, кВт	28/43
Номинальный крутящий момент (S1/S6 – 40%), Нм	406/623
Конус шпинделя	ISO 50
Число ячеек в магазине инструментов	24[40]
Система управления	Siemens
Габариты станка (ДхШхВ), мм	4600х3600х3330
Масса станка, кг	11500

Специальные (дополнительные) параметры:

По желанию заказчика обрабатывающий центр дооснащен 4-ой и 5-ой осями.



Рисунок 8 – Общий вид станка MCV 1000 Power с системой ЧПУ Simens

Данный станок оптимально соответствует необходимым требованиям обработки детали «Корпус».

Выбранное оборудование обеспечивает высокую производительность труда и качество обрабатываемых деталей.

Выбор режущего инструмента

Инструмент выбирается согласно маршруту обработки поверхностей с учётом следующих правил:

Размеры инструмента должны быть оптимальными:

- При торцовом фрезеровании диаметр фрезы должен быть в 1,2-1,5 раза больше ширины фрезерования для полного перекрытия обрабатываемой поверхности.
- При цилиндрическом фрезеровании фреза должна полностью перекрывать обрабатываемую поверхность.
- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов.
- При сверлении и нарезании резьбы метчиком диаметр инструмента равняется диаметру обрабатываемого отверстия, длина должна быть достаточной для выхода стружки.

Материал инструмента должен соответствовать обрабатываемому материалу. В данном случае материал детали – сплав алюминия. Инструмент выбирается по материалам.

Выбор фрез по методике “SANDVIK – Coromant”

1. Определение типа операции

В соответствии с типом операции:

- торцовое фрезерование
- фрезерование прямоугольных уступов
- профильное фрезерование
- фрезерование пазов

Выберем инструмент по таблице.

2. Идентификация обрабатываемого материала

Определите, к какой группе обрабатываемости по ISO относится тот

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

материал, который необходимо фрезеровать:

- Сталь (Р)
- Нержавеющая сталь (М)
- Чугун (К)
- Алюминий (N)
- Жаропрочные и титановые сплавы (S)
- Материалы высокой твердости (Н)

3. Выбор фрезы

Выбрать шаг зубьев и тип крепления фрезы.

- Как первый выбор рекомендуется нормальный шаг зубьев фрезы.
- При работе с большими вылетами и нестабильных условиях следует выбирать крупный шаг зубьев.

- При обработке материалов, дающих элементную стружку, рекомендуется выбирать мелкий шаг зубьев фрезы.

Выбрать тип крепления.

4. Выбор пластины

Выбрать геометрию передней поверхности пластин в соответствии с операцией:

- Геометрии L – для чистовой обработки, когда небольшая мощность оборудования и требуются малые усилия резания.
- Геометрии M – для получистовой обработки, когда обрабатываются небольшие партии различных деталей.
- Геометрии H – для черновой обработки, обработка поковок и литья с большими корками, когда существует тенденция возникновения вибраций.

Выбрать марку твердого сплава, обеспечивающую оптимальную производительность.

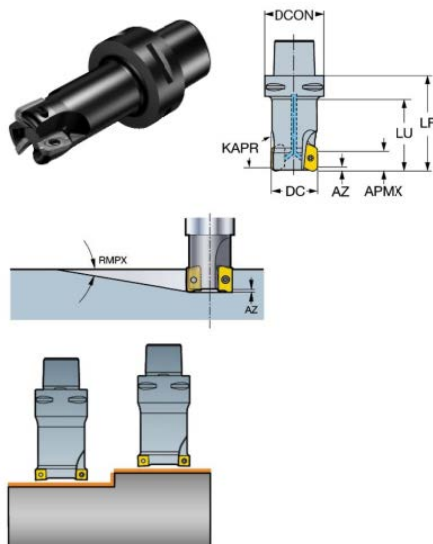
5. Выбор начальных режимов обработки

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В производственных условиях практически всегда необходима корректировка режимов с целью их оптимизации.

Операция 010 Комплексная с ЧПУ

1. Фреза $\varnothing 32$ мм **RA790-032M32S2-16L**



Данные о продукции

Диаметр резания (DC) 32 mm

Число режущих элементов (CICTTOT) 3

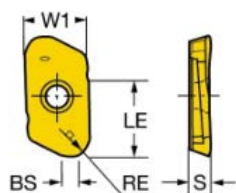
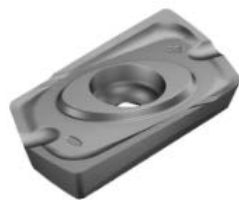
Мах глубина резания (APMXPFW) 12 mm

Мах угол врезания (RMPXFFW) 13 deg

Мах глубина врезания (AZ) 2 mm

Рабочая длина (LU) 38,1 mm

Для данной фрезы будет использована пластина RA790-160408PH13A



Ширина пластины (WI) 11 mm

Эффективная длина режущей кромки (LE) 12 mm

Длина кромки Wiper (BS) 1 mm

Радиус при вершине (RE) 0,8 mm

Угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) 90 deg

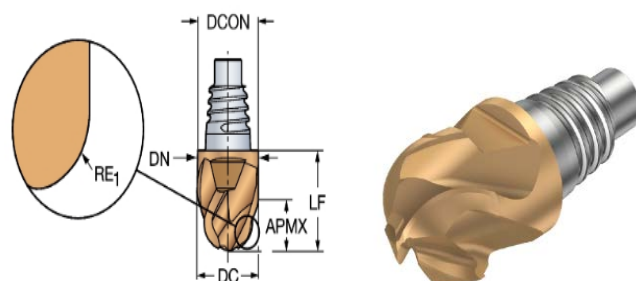
Исполнение (HAND) R

Сплав (GRADE) H13A

fz 0,3 mm (0,1-0,5)

vc 935 m/min (1000-875)

2. Фреза $\varnothing 20$ мм **316-20BM240-200AG**



Данные о продукции

Диаметр резания (DC) 20 mm

Число режущих кромок (ZEFP) 2

Мак глубина резания (APMX) 11 mm

Мак угол врезания (RMPX) 15 mm

Рабочая длина (LU) 21,3 mm

Выбранный инструмент является высокопроизводительным и отвечает всем требованиям при обработке детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.737 ПЗ

Лист

34

1.4. Технологические расчеты

1.4.1. Расчет припусков на обработку детали

Расчет припусков может осуществляться двумя способами.

Расчет припусков выполняется *расчетно-аналитическим методом*. Производится расчет обработки отверстия Ø 52 (см. табл. 7). Данный метод позволяет более точно рассчитать значения припусков и используется для изделий массового и серийного производства. Номера поверхностей для расчета припусков представлены на рис. 9.

Минимальный припуск рассчитывают по формулам с использованием расчётной таблицы для каждой обрабатываемой поверхности. В расчётной таблице указывают размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности, и технологические переходы в порядке их выполнения при обработке; для каждого перехода записывают значения Rz, h, Δ, ε. Для цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода слагаемое h из формулы исключают.

Расчет припусков на обработку:

1. Обработка внутренних поверхностей вращения

$$2Z_{imin} = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (6)$$

– для чернового растачивания $2Z_{4min} = 2 \left(25 + 25 + \sqrt{25^2} \right) = 2 \cdot 75$

– для чистового растачивания $2Z_{3min} = 2(50 + 50 + \sqrt{350^2}) = 2 \cdot 450$

– для развертывания $2Z_{2min} = 2(200 + 100 + \sqrt{1200^2 + 80^2}) = 2 \cdot 1503$

2. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением (вычитанием – для внутренних поверхностей) к наименьшему (наибольшему) предельному размеру по чертежу расчетного припуска Z_{imin} по формуле:

$$D_{i-1\max} = D_{imax} - 2Z_{imax} \quad (7)$$

$$D_{p3} = 55,03 - 2 \cdot 0,075 = 54,88$$

$$D_{p2} = 54,88 - 2 \cdot 0,45 = 53,98$$

$$D_{p1} = 53,98 - 2 \cdot 1,503 = 50,974$$

3. Определяем общие припуски $Z_{max0}^{пр}$ и $Z_{min0}^{пр}$, суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{max0}^{пр} = \Sigma_{max}^{пр} = 4,05 \quad (8)$$

$$Z_{min0}^{пр} = \Sigma_{min}^{пр} = 9,01 \quad (9)$$

4. Проверяем правильность произведенных расчетов по формулам:

$$2Z_{maxi}^{пр} - 2Z_{mini}^{пр} = T_{i-1} - T_i \quad (10)$$

Следовательно:

$$0,15 - 0,194 = 0,074 - 0,03 = 0,044$$

Следовательно:

$$1,016 - 0,9 = 0,19 - 0,074 = 0,166$$

Следовательно:

$$7,8 - 3 = 5 - 0,19 = 4,8$$

Табличный метод расчета заключается в том, что в производственных условиях размеры припусков устанавливают на основании опыта, пользуясь практическими данными в зависимости от массы и габаритных размеров деталей, конструктивных форм и размеров, необходимой точности и класса шероховатости обрабатываемой поверхности. Величина табличного припуска на одноименную обрабатываемую поверхность больше припуска, определенного расчетно-аналитическим методом, дается некоторый процент запаса, чтобы удовлетворить все требования к обрабатываемой поверхности.

Результат табличного метода расчета представлен в таблице 7

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблица 7 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку.

Технологические переходы обработки отверстия Ø55H7	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2 Zmin, мкм	Расчетный размер Др, мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε				Дmin	Дmax	2Zmin ^{пр}	2Zmax ^{пр}
Заготовка	200	100	1200			50,974	5	46,0	51,0		
Черновое растачивание (ø52H11)	50	50	350	80	2 · 1503	53,98	0,19	53,79	53,98	7,8	3,0
Чистовое растачивание (ø54,75H9)	25	25	25	-	2 · 450	54,88	0,074	54,806	54,880	1,016	0,9
Развертывание (ø55H7)	6,3	12		-	2 · 75	55,03	0,03	55,00	55,03	0,19	0,15
Итого:										9,01	4,05

Таблица 8 — Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

№ поверхности рис. 9	Размер, Мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
2	Ø 110	5	0,7	+0,07	
6	Ø 55	4,5	0,3	+0,03	
1	94,75	3,5	0,6	+0,3	-0,3
10	58	3	0,8	+0,4	-0,4
12	140	3	0,53	+0,53	
4	Ø 112	3	0,46	+0,46	
9	136	3	0,53		-0,53
8	Ø 100	3	0,23		-0,23
7	126	3	0,26		-0,26
18	Ø 58	3	0,4	+0,4	
15	Ø 35	4,5	0,39	+0,39	
5	106	3	0,6	+0,6	
11	70	3	0,8	+0,4	-0,4
25	R15	3	2	+1	-1
3	3		1	+0,5	-0,5

Все припуски и допуски удовлетворяют требованиям к обрабатываемой поверхности, которые рассчитывались табличным методом.

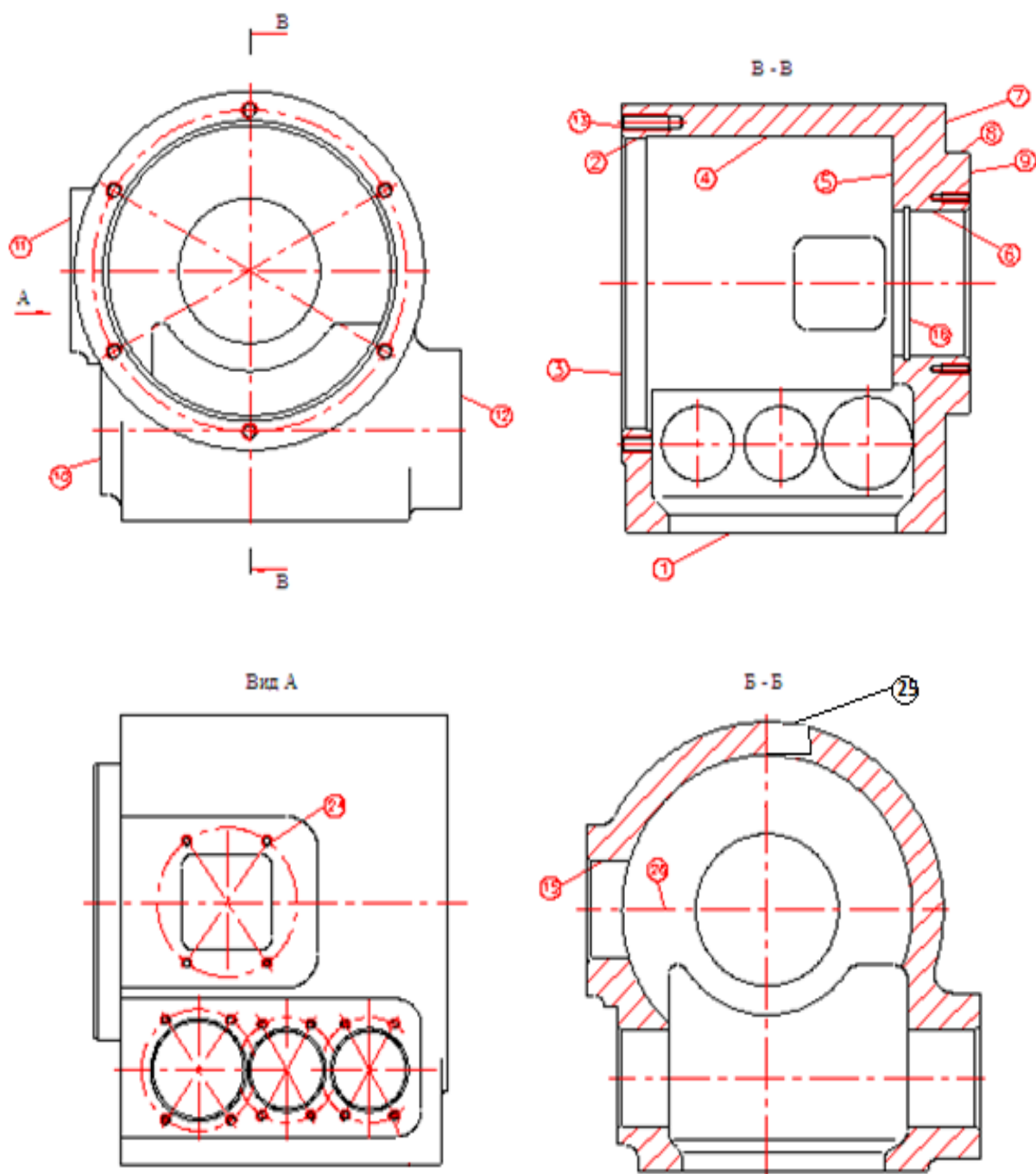


Рисунок 9 – Нумерация обрабатываемых поверхностей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.737 ПЗ

Лист

39

1.4.2. Расчет режимов резания

005 Вертикально – фрезерная

1. Фрезеровать поверхность в размер 94,75Н. Режущий инструмент: фреза 2214-0157 ГОСТ 9473-80 – торцевая насадная мелкозубая с вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава марки ВК6, $\phi 160$, количество зубьев $z = 16$. Станок: Вертикально-фрезерный 6Р12.

Режимы резания:

$t=3,5$ мм – глубина резания.

Величина подачи на зуб $S_z = 0,18 - 0,28$ мм/зуб [22]

Выбираем $S_z=0,2$ мм/зуб

Расчет скорости резания производится по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (11)$$

где $C_v = 155$ – коэффициент при фрезеровании;

$m = 0,2$ $x = 0,1$ $y = 0,$

$q = 0,25$ $u = 0,15$ $p = 0.1$ – показатели степени [23];

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

B – ширина обработки, мм;

Z – число зубьев фрезы

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$ – обобщенный поправочный коэффициент;

$K_{mv} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки [23];

$K_{nv} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий поверхность заготовки [23];

$K_{uv} = 2,7$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [23]

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 2,7 = 2,7$$

$$V_{\text{расч}} = \frac{155 \cdot 160^{0,25}}{240^{0,2} \cdot 3,5^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 112^{0,15} \cdot 14^{0,15}} \cdot 2,7 = 246 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{расч}}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 246}{3,14 \cdot 160} = 490 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимаем $n = 400 \text{ об/мин}$

Тогда действительная скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 400}{1000} = 200 \text{ м/мин}$$

Определим величину минутной подачи по формуле:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n, \quad (12)$$

$$S_z = \frac{1100}{z \cdot n}, \quad (13)$$

где n – частота вращения фрезы, имеющиеся на станке, мин^{-1} ;

z – число зубьев фрезы.

$$S_z = \frac{1100}{14 \cdot 400} = 0,2 \text{ мм/зуб}$$

$$S_m = 0,2 \cdot 14 \cdot 400 = 1120 \text{ мм/мин}$$

Принимаем $S_m = 1100 \text{ мм/мин}$

Определим мощность резания N_z по формуле:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (14)$$

где P_z – окружная сила резания.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (15)$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число зубьев фрезы.

Где $C_p = 82,5$ – коэффициент при фрезеровании;

$x = 0,95$ $y = 0,8$ $u = 1,1$

$q = 1,1$ $w = 0$ – показатель степени [22]

$$K_{mp} = K_{rp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}$$

$$K_p = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,25 = 0,25$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 3,5^{0,95} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 112^{1,1} \cdot 14}{160^{1,1} \cdot 400^0} \cdot 0,25 = 1795 \text{ Н}$$

$$N_e = \frac{1795 \cdot 200}{1020 \cdot 60} = 5,87 \text{ кВт}$$

Станок 6Р12 имеет мощность 7,5 кВт

Основное машинное время T_o определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L + L_{вр} + L_{пер}}{S_{мин}}, \quad (16)$$

$$L_{пер} = 3,0$$

$$L_{вр} = 0,5 \cdot \sqrt{D - (D^2 - B^2)} = 0,5 \cdot \sqrt{160 - (160^2 - 112^2)} = 56 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{140 + 56 + 3}{1100} = 0,18 \text{ мин}$$

Таблица 9 – Режимы резания для операции 005

№ операции	Название операции	№ перехода	№ обрабатываемой поверхности	Число проходов, i	Режимы резания				
					Глубина резания, t , мм	Подача S_n , мм/об (S_z мм/зуб)	Скорость резания, V м/мин	Частота вращения шпинделя (стол), n , об/мин	Мощность резания, N , кВт
005	Фрезерная	1	1	1	3,5	0,2	200	400	5,9

Последовательность выбора режимов резания из каталога Sandvik.

Выбор подачи.

Черновая обработка.

При черновой обработке следует стремиться выбрать максимально возможную подачу. Ограничениями при этом являются:

- мощность станка;
- жесткость системы «станок-приспособление-инструмент-заготовка»;
- несущая способность выбранной режущей пластины с учетом геометрии передней поверхности.

Экономически целесообразны при черновой обработке такие режимы, при которых большой удельный съем металла достигается за счет комбинации большой подачи и умеренной скорости резания.

Чистовая обработка.

Величина чистовой подачи в зависимости от требуемого качества обрабатываемой поверхности (параметр R_{max}) при заданном радиусе при вершине инструмента может быть определена по графику или вычислена по формуле.

Следует помнить, что полученное теоретическим путем значение чистовой подачи, обеспечит на практике требуемое качество обработанной поверхности только при соблюдении следующих условий:

- используемая геометрия передней поверхности пластины обеспечивает устойчивое стружкодробление;
- скорость резания выбрана достаточно высокой, чтобы избежать наростообразования;
- отсутствие вибрации.

Выбор скорости резания.

Исходными данными для определения скорости V_c является:

- марка обрабатываемого материала и его твердость;
- марка твердого сплава;
- величина подачи f_n , мм/об

Необходимо задаться требуемым периодом стойкости инструмента.

Выбор скорости резания начинается с определения начальной скорости

резания V_{co} . Затем определяется действительная скорость резания V_c с учетом требуемой стойкости инструмента и отклонений твердости обрабатываемого материала.

Режимы резания для комплексной операции с ЧПУ выбираем из каталога Sandvik и заносим в таблицу 10.

Таблица 10 – Режимы резания для операции 010

№ операции	Название операции	№ перехода	№ обрабатываемой поверхности (плакат № 1,2)	Число проходов, i	Режимы резания		
					Глубина резания, a_p (t), мм	Подача f_n , мм/об (S_z мм/зуб)	Скорость резания, V_c м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Комплексная с ЧПУ	Позиция I					
		1	1	1	1,4	0,1	344
		2	1	1	0,2	1,2	10
		3	1	1	1	0,52	281
		4	2	2	6,0	0,2	376
		5	3	1	1,5	0,1	136
		6		1	1	0,2	376
		7		1	3	0,2	272
		8	5	1	1,65	0,1	9,9
		9	6	1	3,35	0,17	20
		Позиция II					
		1	1	1	3,35	0,2	20
		2	2	1	3	0,35	245
		3		1	2	0,2	272
		4	3	1	3	0,5	271
		5	4	1	2,48	0,12	14
		Позиция III					
		1	1	1	2,48	0,12	14
		2	2	1	3	0,26	45,6
		3	2	1	1	0,21	17
		4	2	1	3,5	0,21	17
		5	2	1	13	0,28	45,6
		6	2	1	2	0,4	162
		7	3	1	9	0,4	162
		8	4	1		0,21	17
		9		1		0,21	17
		10		1	1	0,2	272

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8
		Позиция IV					
		1	1	1	1	0,2	272
		2	2	1	3	0,26	45,6
		3	3	1	3	0,26	45,6
		4	3	1	1	0,21	17
		4	3	1	3,5	0,21	17
		5	3	1	13	0,28	45,6
		6	3	1	2	0,4	162
		7	2	1	9	0,4	162
		8	4	1	9	0,4	162
		9	4	1		0,21	17
		10	4	1		0,21	17
		11		1	0,5	0,08	66
		12		1	1	0,2	272
		Позиция V					
		1		1		0,21	17
		Позиция VI					
		1	1	1	3	0,26	45,6
		2	2	1	1	0,21	17
		3	2	1	1	0,21	17
		4	2	1	1	0,12	32

В результате произведенного расчета были назначены режимы резания для каждой операции технологического процесса в соответствии с рекомендациями производителя.

1.4.3. Расчет технических норм времени

Одним из основных требований при проектировании технологических операций является требование минимума затрат труда на ее выполнение. Для расчета технических норм времени берем операцию 005. Критерием оценки трудоемкости является норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (17)$$

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

n – количество деталей в партии, шт.;

$T_{шт}$ – штучное время, мин.

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

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = t_o + t_v + t_{об} + t_{от}, \quad (18)$$

где t_o – основное время, мин.;

t_v – вспомогательное время, мин.;

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

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

Основное время:

$$t_o = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}} \quad (19)$$

где $L_{расч}$ – расчетная длина, мм;

$l_{дет}$ – длина детали, мм;

$l_{вр}$ – величина врезания, мм;

$l_{пер}$ – величина перебега, мм;

S – подача, мм/об.;

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

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Вспомогательное время:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{у.с}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{из}}, \quad (20)$$

где $t_{\text{у.с}}$ – время на установку и снятие детали, $t_{\text{у.с}} = 1,94$ мин [13];

$t_{\text{уп}}$ – время на приемы управление, $t_{\text{уп}} = 0,5$ мин [13];

$t_{\text{из}}$ – время на измерение детали, $t_{\text{из}} = 0,3$ мин [13].

Оперативное время:

$$t_{\text{от}} = t_{\text{o}} + t_{\text{в}}, \quad (21)$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{\text{об}} = 0,06 \cdot (t_{\text{o}} + t_{\text{в}}) = 0,06 \cdot t_{\text{оп}}, \quad (22)$$

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

$$t_{\text{от}} = 0,04 \cdot (t_{\text{o}} + t_{\text{в}}) = 0,04 \cdot t_{\text{оп}},$$

$$t_{\text{в}} = 1,94 + 0,5 + 0,3 = 2,74 \text{ мин}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,18 + 2,74 = 2,92 \text{ мин}$$

$$t_{\text{об}} = 0,06 \cdot 2,92 = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{\text{от}} = 0,04 \cdot 2,92 = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт}} = 0,18 + 2,74 + 0,18 + 0,12 = 3,22 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{20}{3000} + 3,22 = 3,23 \text{ принимаем } 3,3$$

Результаты расчета технических норм времени сведем в таблицу 11.

Таблица 11 — Сводная таблица технических норм времени по операциям

№ операции	$T_{\text{шт}}$, мин	$T_{\text{шт-т}}$, мин
005 Фрезерная	3,23	3,3
010 Комплексная с ЧПУ	31,28	32,1
ИТОГО	$T_{\text{шт}} = 34,51$	$T_{\text{шт-к}} = 35,4$

На операцию 010 рассчитанные технические нормы времени представлены в таблице 11.

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Составление УП для СЧПУ – это процедура планирования и документирования последовательности шагов обработки деталей, которая должна быть выполнена на станке с ЧПУ. Существуют два способа составления УП: ручной и автоматизированный.

Ручное составление УП. Ручное программирование идеально подходит для задач позиционного управления движением инструмента от точки к точке. В приложениях, требующих контурного управления движением инструмента по непрерывной траектории, при ручном программировании затраты времени могут быть чрезмерно большими.

Автоматизированное составление УП. Для задач контурного управления гораздо больше подходит автоматизированное программирование с помощью ЭВМ. В настоящее время автоматизированное составление УП происходит на основе созданной трехмерной модели детали и осуществляется в приведенной ниже последовательности.

1. Выделяются элементы геометрии детали, которые наиболее важны при машинной обработке.

2. Определяется геометрия режущего инструмента. Программное обеспечение обычно включает библиотеки инструментов, из которых пользователь может выбирать нужные экземпляры.

3. Определяется требуемая последовательность операций обработки и траектории движения режущего инструмента с соответствующими параметрами обработки.

4. Координаты x , y и z точек на этой траектории вычисляются программой ЧПУ с учетом выбранного инструмента и геометрии детали.

5. Построенная траектория движения инструмента может быть проверена в режиме анимации на экране монитора.

6. По скорректированным траекториям формируется CL-файл (cutter

location – координаты инструмента). CL-файл имеет двоичный формат, но чаще всего сопровождается эквивалентной текстовой версией. В файле содержатся сведения о перемещениях режущего инструмента, представленные либо через абсолютные линейные перемещения, либо через относительные перемещения. Также в файле располагаются команды управления шпинделем, охлаждением, подачей и т. П. Формат CL-файла определен Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO).

7. CL-файл обрабатывается постпроцессором, в результате чего получают команды, предназначенные для управления конкретным станком. Сгенерированный файл передается контроллеру станка.

Команды VII. Для написания программ обработки деталей используются различные команды. Контроллер считывает инструкции в виде последовательности блоков, содержащих команды на установку параметров, скоростей по осям, а также на выполнение иных операций. Блоком называется строка слов программы обработки. Каждая команда обозначается буквой, за которой следует определенное число. Принято использовать следующие идентификаторы команд (коды):

- последовательный номер (N). Последовательный номер используется для обозначения блоков программы и позволяет находить нужные команды.

- предварительная команда (G). Используется для подготовки управляющего устройства к вводу последующих команд. Подготовительное слово необходимо для того, чтобы управляющее устройство правильно интерпретировало данные, следующие за ним в этом же блоке. Однако один и тот же G-код на разных контроллерах может иметь разные значения.

- координаты(X, Y, Z, A, B). Задают координаты положения инструмента. Если число степеней свободы превышает три, используются дополнительные слова, например A и B.

- подача (F). Код F задает скорость подачи инструмента. В зависимости от системы эта скорость измеряется в дюймах в минуту или в миллиметрах в минуту;

- скорость (S). Задает скорость вращения шпинделя. Измеряется в оборотах в минуту.

- выбор инструмента (T). Код T задает инструмент, который будет использован в конкретной операции. Этот код нужен только для станков с устройством автоматической смены инструментов;

- прочие команды (M). Этот код используется для определения конкретного режима работы, например включения или выключения охлаждения, вращения шпинделя и т. Д.

Команды объединяются в блоки, которые могут иметь один из нескольких форматов:

- фиксированный последовательный формат. Все блоки должны быть одинаковой длины и содержать одинаковое количество символов;

- формат блочной адресации. Устраняет избыточность информации в последовательных блоках при помощи кодов изменений. Код изменений следует непосредственно за номером блока и указывает значения, изменившиеся по сравнению с предшествующими блоками;

- табулированный последовательный формат. Представляет собой модификацию фиксированного последовательного формата, допускающую изменение длины блоков;

- формат пословной адресации. Наиболее популярный формат, используемый в современных контроллерах CNC. Каждое слово блока начинается с буквы, обозначающей его тип, за которой следует значение, представляющее собой содержимое слова.

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 010, которая выполняется на комплексном станке с ЧПУ MCV 1000 Power. Станок имеет систему управления SIEMENS.

Таблица 12 – Фрагмент управляющей программы обработки детали «Корпус червячного редуктора»

Команда	Расшифровка
1	2
N5	G30 G17 X0 Y-100 Z-75
N10	G31 G90 X+136 Y+100 Z+85
N15	G247 Q339=1
	- FREZA D32
N30	T1 G17 S1000
N31	G0 G90 A0
N35	G90 G0 Z+250 M13
N40	G0 X+154 Y-46.75
N45	G1 Z+84.2 F2500
N50	Z+82.2 F150
N55	G41 Y-29.75
N60	X+18.5
N65	G3 X+2 Y-46.25 I+18.5 J-46.25
N70	G1 Y-75.25
N75	G3 X+18.5 Y-91.75 I+18.5 J-75.25
N80	G1 X+138
N85	G40 Y-74.75
N90	G0 Z+250
N95	G0 A180
N100	X+154 Y+10
N105	G1 Z+72 F2500
N110	Z+70 F150
N115	G41 Y+27
N120	X+70.5
N125	G3 X+54 Y+10.5 I+70.5 J+10.5
N130	G1 Y-10.5
N135	G3 X+70.5 Y-27 I+70.5 J-10.5
N140	G1 X+138
N145	G40 Y-10
N150	G0 Z+250
N155	X+154 Y+67.75
N160	G1 Z+60 F2500
N165	Z+58 F150

Окончание таблицы 12

1	2
N170	G41 Y+84.75
N175	X+18.5
N180	G3 X+2 Y+68.25 I+18.5 J+68.25
N185	G1 Y+49.25
N190	G3 X+18.5 Y+32.75 I+18.5 J+49.25
N195	G1 X+138
N200	G40 Y+49.75
N205	G0 Z+250
N210	G0 A90
N215	X+154 Y+41
N220	G1 Z+96.75 F2500
N225	Z+94.75 F150
N230	X+17
N235	Y-41
N240	X+136
N245	G0 Z+200
N250	X+121
N255	G1 Z+96.75 F2500
N260	Z+94.75 F150
N265	Y+41
N270	G0 Z+250
N275	G0 A270
N280	X+88 Y-55
N285	G1 Z+64 F2500
N290	Z+62 F150
N295	Y-23
N310	G0 Z+250
N315	M05 M09
N320	M01

Таблица 13 – Краткий обзор команд применяемых в программе обработки

Команда	Расшифровка
I	2
G54	Активизация смещения нулевой точки детали №1
G55	Активизация смещения нулевой точки детали №2
G90	Программирование в абсолютных размерах
G18	Выбор плоскости программирования XZ
G17	Выбор плоскости программирования XY
G95	Подача с мм/об
G96	Постоянная скорость резания
G97	Постоянное число оборотов шпинделя
G0	Ускоренное перемещение
G1	Перемещение с заданной подачей
M06	Смена инструмента
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M08	Включение подачи СОЖ
M05	Выключение вращения шпинделя
M09	Выключение подачи СОЖ
M1	Останов с подтверждением
M2	Конец программы
T	Номер инструмента
D	Номер коррекции инструмента
TRAFOOF	Выключает активную трансформацию
S	Частота вращения шпинделя
F	Подача
X	Ось
Z	Ось
Y	Ось

Вся разработанная управляющая программа представлена в приложении Г.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной главе выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса базового и проектного для того, чтобы определить, насколько эффективны изменения в технологическом процессе с экономической точки зрения.

Сравним себестоимость обработки по каждому из вариантов. После внедрения нового технологического процесса определим годовую экономию.

В базовом варианте основным недостатком является то, что исключено применение станков с ЧПУ. В связи с этим задействовано большое число станочников, это приводит к дополнительным затратам в заработной плате, также возрастают затраты на использование инструмента и приспособлений. Из-за постоянной смены технологических баз увеличивается вероятность брака, в результате возрастает погрешность обработки.

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий в дипломной работе определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации. Экономический эффект от внедрения в производства нового технологического процесса заключается в снижении годовых эксплуатационных издержек.

3.1. Исходные данные

Годовая программа выпуска – 3000 шт.;

Нормы штучно-калькуляционного времени Тшт-к (мин.) для базовой и проектируемой операций занесены в таблицу.

Таблица 14 – Нормы штучно-калькуляционного времени

Варианты	Тшт-к мин
Базовый вариант	132,6
Проектный вариант	35,4

Таблица 15 – Часовые тарифные ставки, р.

Наименование профессии	Разряды		
	3	4	5
Фрезеровщик	192,62	218,89	245,16
Сверловщик	172,80	193,54	216,76
Токарь	205,2	229,8	273,46
Расточник	219,5	245,84	292,55
Оператор станков с ЧПУ	322,58	361,28	380,98

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: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_H = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0 % рабочего времени универсального оборудования и 9,0 % для обрабатывающего центра с ЧПУ.

$$F_{об} = 1973 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 1795 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Программа выпуска в год $N = 3000$ шт.

Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t_{шт-к} \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot K_{вн} \cdot K_3 \cdot 60}, \quad (23)$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

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

60 – перевод минут в часы;

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

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм времени (1,0 – 1,2);

k_3 – коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия).

Нормы амортизационных отчислений:

Для универсального оборудования 7%,

Для станков с ЧПУ 12% от стоимости станка.

Стоимость электроэнергии $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 6,38 \text{ р.}$

3.2. Определение капитальных вложений

Состав капитальных вложений K , руб. определяем по формуле:

$$K = \sum K_{заг} + \sum K_{обр} + \sum K_{прг} \quad (24)$$

где $K_{обр}$ – капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прг}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

$K_{заг}$ – затраты на изготовление заготовки.

Определение количества технологического оборудования. Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{F_d \cdot K_v \cdot K_3 \cdot 60}, \quad (25)$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

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

60 – перевод минут в часы;

Гд – действительный фонд времени оборудования, ч;

Кв – коэффициент выполнения норм времени, 1,15;

кз – коэффициент загрузки оборудования, 0,78.

Таблица 16 – Количество оборудования по базовому варианту

№ опер	Оборудование	Модель оборудования	Количество станков	
			Расчет.	Принят.
005, 010, 025	Фрезерный	6P12	0,27	1
015, 020, 035	Токарный	CA500C100	2,12	3
045	Радиально-сверлильный	2H135	0,65	1
040	Горизонтально-расточной	2B440A	1,08	1

Таблица 17 – Количество оборудования по проектному варианту

№ опер	Оборудование	Модель оборудования	Количество станков	
			Расчет.	Принят.
005	Фрезерный	6P12	0,1	1
010	Комплексная с ЧПУ	MSV1000	0,99	1

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, руб.	Стоимость всего оборудования, руб	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Базовый вариант	Проектируемый вариант
6P12	1	1	7,5	7,5	350000	350000	350000
2H135	1	-	4,0	4,0	62700	62700	-
2B440A	1	-	2,2	2,2	280000	280000	-
CA500C100	3	-	7,5	22,5	1550000	4650000	-
MSV1000	-	1	28	28	13490000	-	13490000
Итого	6	2	49,2	64,2	-	5342700	13840000

При проектировании нового технологического процесса технолог использует уже имеющееся на предприятии станки, так как покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали несообразна.

Затраты на программное обеспечение определяются по формуле:

$$K_{\text{прг}} = K_{\text{уп}} \cdot K_3 \cdot n, \quad (26)$$

где $K_{\text{уп}}$ – стоимость одной управляющей программы, $K_{\text{уп}} = 8000 \text{ р.}$;

K_3 – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы, $K_3 = 1,1$;

$n=2$ количество операций для которых необходима программа.

$$K_{\text{прг}} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 2 = 17600 \text{ р.}$$

Итого, единовременные вложения на программное обеспечение составит 17600 р.

3.3. Расчет технологической себестоимости

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (27)$$

где $Z_{\text{м}}$ – затраты на все виды материалов и комплектующих, р.;

$Z_{\text{э}}$ – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

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

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

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

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Так как усовершенствованный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на ее изготовление.

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (28)$$

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

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на

социальное страхование наладчиков, р.;

Зэ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

Зк – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

Зтр – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Расчет технологической себестоимости производится по изменяющимся статьям.

3.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$З_{\text{пр}} = C_m \cdot t_{\text{шт-к}} \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (29)$$

где C_m – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р;

$t_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{\text{мн}} = 1,0$);

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($k_{\text{доп}} = 1,2$);

$k_{\text{есн}}$ – коэффициент, учитывающий страховые взносы ($k_{\text{есн}} = 1,3$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($k_{\text{р}} = 1,15$).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$\text{Ч}_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} \cdot 60}, \quad (30)$$

где t – штучное время операции, мин.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{\text{год}} = 3000$ шт.;

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{\text{мн}} = 1,0$);

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, $F_p = 1758$ ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу 19 и 20.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Фрезерная	218,89	8,6	54,98	0,24	1
Токарная	273,46	68,4	559,3	1,94	2
Сверлильная	172,8	20,8	108,5	0,6	1
Расточная	245,84	34,8	255,8	0,99	1
Итого			978,58		5

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Фрезерная	218,89	3,3	21,6	0,09	1
Комплексная с ЧПУ	361,28	32,1	350,0	0,91	1
Итого			371,6		2

3.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_t^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot \chi_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (31)$$

где $C_t^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, ч;

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

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

$$Ч_{\text{всп}} = \frac{q_p \cdot n}{H}, \quad (32)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, электронщиком.

Численность транспортных рабочих – 5% от числа станочников, контролеров – 7% от числа станочников.

Результаты расчетов сведем в таблицу 21 и 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
Контролер	173	0,35	63,66
Транспортный работник	150	0,25	39,42
Итого		0,6	103,08

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
Контролер	173	0,14	25,46
Транспортный работник	150	0,1	15,77
Итого		0,24	41,23

3.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение технологической операции, рассчитываются по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{о.д.} \cdot k_W \cdot t_{шт-к}}{\eta \cdot k_B} \cdot Ц_э, \text{ р.} \quad (33)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, ($k_N = 0,3$);

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, ($k_{вр} = 0,5$);

$k_{о.д.}$ – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателя станка ($k_{о.д.} = 1$);

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода ($k_W = 1,04$);

k_B – коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса 1,15;

η – коэффициент полезного действия металлорежущего оборудования (принимается по паспорту оборудования) 0,9;

$Ц_э = 6,38$ руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Результаты расчетов по вариантам сводятся в таблицы 21 и 22

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р
6P12	7,5	8,6	1,01
2H135	4,0	20,8	1,35
2B440A	2,2	34,8	1,23
CA500C100	22,5	68,4	24,67
Итого	36,2	132,6	28,26

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по проектному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р
6P12	7,5	3,3	0,062
МСV1000	28,0	32,1	14,54
Итого	35,5	35,4	14,6

3.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (34)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot N_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (35)$$

где $Ц_{обр}$ – цена единицы оборудования, р.;

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений;

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Определение затрат на текущий ремонт оборудования.

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетам по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования. Затраты на ремонт универсальные станки – 3%, станки с ЧПУ – %.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицы 23 и 24.

Таблица 23 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6P12	350000	1	7%	8,6	2,18	3,5
2H135	62700	1	7%	20,8	0,94	0,63
2B440A	280000	1	7%	34,8	7,06	2,8
CA500C100	1550000	3	7%	42,0	230,46	46,5

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектному варианту

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6P12	350000	1	7%	3,3	0,84	3,5
MSV1000	13490000	1	12%	32,1	538,73	89,9

3.3.5. Определение затрат на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляются по формуле:

$$Z_{\text{и}} = \frac{C_{\text{и}} + \beta_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}}{T_{\text{ст}} \cdot (\beta_{\text{п}} + 1)} \cdot T_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{и}}, \quad (36)$$

где $C_{\text{и}}$ – цена единицы инструмента, р;

$\beta_{\text{п}}$ – число переточек;

$C_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента;

$T_{\text{м}}$ – машинное время;

$\eta_{\text{и}}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{\text{и}} = 1,05$.

Таблица 25 – Затраты на эксплуатацию инструмента базового процесса

Наименование инструмента		Стоимость, руб	Стоимость, Мин	Кол-во переточек	Стоимость одной переточки	Маш. Время	Коэф. Убыли	Затраты
Фреза	Ø125 2214-0503	700	65	8	80	1,06	1,05	2,55
Фреза	Ø100 2214-0501	900	65	8	80	1,1	1,05	3,0
Фреза	Ø30 2223-1037	700	65	8	80	1,8	1,05	4,33
Сверло	Ø20 2301-0920	450	70	12	30	2,0	1,05	1,87
Сверло	Ø33 2301-0117	800	80	12	30	1,0	1,05	1,16
Сверло	Ø15 2301-0880	450	70	12	30	1,06	1,05	0,99
Сверло	Ø26 2301-0945	800	80	12	30	1,0	1,05	1,16
Сверло	Ø30 2301-0960	800	80	12	30	1,0	1,05	1,16
Сверло	Ø10,7 2300-0905	200	70	12	30	1,06	1,05	0,69
Сверло	Ø6,8 2301-0808	200	70	12	30	2,4	1,05	1,55
Сверло	Ø3,3 2300-0834	200	70	12	30	14,7	1,05	9,5
Сверло	Ø5 2300-0849	200	70	12	30	2,2	1,05	1,42
Сверло	Ø4,2 2300-0843	200	70	12	30	2,5	1,05	1,62
Развертка	Ø55 2363-2422	800	45	1	90	1,8	1,05	18,6
Зенковка	Ø16 2353-0021	450	70	12	30	0,25	1,05	0,23
Зенковка	Ø8 2853-0443	200	70	12	30	1,2	1,05	0,78
Зенковка	Ø17 6116-0481	450	70	12	30	2,5	1,05	2,34
Резец	32x25 2140-0059	320	100	10	40	22,53	1,05	15,5
Резец	32x25 2140-0009	320	100	10	40	11,0	1,05	7,56
Резец	25x25 2140-0009	320	100	10	40	4,6	1,05	3,1
Резец	25x25 2141-0010	320	100	10	40	6,3	1,05	4,3

Затраты на годовую программу составляют:

$$Z_{\text{инстр/год}} = Z_{\text{инстр/дет}} \cdot N = 83,41 \cdot 3000 = 250230 \text{ руб.}$$

Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Таблица 26 – Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Наименование инструмента		Стоимость, руб	Стоимость, мин	Кол-во переточек	Маш. Время	Коэф. Убыли	Затраты
Фреза	Ø32 RA790-032M32S2-16L	700	65	8	0,41	1,05	0,98
Фреза	Ø160 2214-0157	700	65	8	0,18	1,05	0,43
Фреза	Ø20 316-20BM240-200AG	700	65	8	0,37	1,05	0,89
Фреза	327-20B35SC-14	900	65	8	0,56	1,05	1,63
Сверло	Ø7 R842-0700-50-A1A	200	70	12	1,11	1,05	0,72
Сверло	Ø26 880-D2600L32-02	800	80	12	0,26	1,05	0,3
Сверло	Ø10,7 R842-1070-50-A1A	200	70	12	0,3	1,05	0,2
Сверло	Ø6,8 860/1-0680-040A0-PM4234	200	70	12	1,4	1,05	0,9
Сверло	Ø3,3 R842-0330-50-A0A	200	70	12	1,1	1,05	0,71
Сверло	Ø5 R842-0500-50-A0A	200	70	12	1,4	1,05	0,9
Сверло	Ø4,2 R842-0420-50-A0A	200	70	12	0,74	1,05	0,48
Развертка	Ø11,3 435.T-1130-A1-XF	420	45	1	0,6	1,05	3,2
Зенковка	Ø16 1C050-0300-045-XA1620	450	70	12	0,07	1,05	0,07

Затраты на пластину определяются по формуле:

$$Z_{пл} = \frac{Cm_{пл} \cdot T_o}{T_{ст}} \cdot K_{уб} \cdot n, \quad (37)$$

где $Cm_{пл}$ – стоимость пластины, руб;

$T_{ст}$ – период стойкости пластины, мин;

T_o – время обработки пластиной, мин;

$K_{уб}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $K_{уб} = 1,05$;

n – количество пластин устанавливаемых на инструмент

Таблица 27 – Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Наименование инструмента		Стоимость, руб	Стойкость, Мин	Маш. Время	Затраты
Пластина	R790-160408PH-NMH13A	600	220	0,63	1,72
Пластина	327R12-22 40020-RM	500	180	0,6	1,7
Пластина	880-0503W05H-P-GM4344	500	180	0,8	2,67
Пластина	CCMT 060204-FTJC215V «DIJET»	450	360	1,0	3,68
Пластина	CCMT 060202-FTJC215V «DIJET»	450	360	0,7	2,44

Таблица 28 – Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Наименование инструмента		Стоимость, руб	Стойкость установок	Затраты
Расточная головка	BR20-29 CC06FEN20	11500	900	0,82
Расточная головка	C.04.025.031.056 «EROGLU»	10900	550	0,45

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Заработная плата с начислениями	1081,66	412,83
Затраты на электроэнергию	28,26	14,6
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	294,09	632,13
Затрат на эксплуатацию инструмента	83,41	24,89
Итого	1487,42	1084,45

3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (38)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1487,42 - 1084,45) \cdot 3000 = 1208910 \text{ руб.}$$

Определим производительность труда:

$$B = \frac{F_{\text{р}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t_{\text{оч}}}, \quad (39)$$

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм.

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{б}} = \frac{1758 \cdot 1,2 \cdot 60}{132,6} = 955 \text{ шт/год}$$

Производительность труда в проектируемом техпроцессе:

$$B_6 = \frac{1758 \cdot 1,2 \cdot 60}{35,4} = 3576 \text{ шт/год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{пр}} - B_6}{B_6} \cdot 100\%, \quad (40)$$

где $B_{\text{пр}}, B_6$ – производительность труда соответственно проектируемого и сравниваемого вариантов.

$$\Delta B = \frac{3576 - 955}{955} \cdot 100 = 274\%$$

Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменение показателя
	Сравниваемый вариант	Проектируемый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт.	3000	3000	-
Численность рабочих, чел.	5	2	-3
Количество видов оборудования, шт	4	2	-2
Трудоемкость изготовления 1-го изделия, н/ч	2,21	0,59	1,62
Технологическая себестоимость обработки детали, р.	1487,42	1084,45	-402,97
В том числе: Затраты на заработную плату рабочих	1081,66	412,83	-668,83
Технологическая себестоимость годового выпуска, тыс.р.	4462,26	3253,35	-1208,91
Уровень механизации труда, %	56	80	+24
Рост производительности труда, %	100	274	+174

ВЫВОД:

Изменение технологического процесса, а именно, использование комплексных станков с ЧПУ, дало возможность уменьшить себестоимость обработки детали, снизить производственный цикл, повысить качество обработки. Следовательно, спроектированный технологический процесс является более производительный по сравнению с базовым.

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Вводная часть

В выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс механической обработки детали «Корпус червячного редуктора», с применением современного комплексного станка с ЧПУ MCV 1000 Power. В связи с этим существует необходимость в переподготовке квалифицированных рабочих кадров, по профессии – «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 4 разряда. Переподготовка операторов станков с ЧПУ будет производиться из рабочих, имеющих опыт работы на производстве по профессии «Фрезеровщик» 4 разряда.

В методической части квалификационной работы рассмотрим свойства и структуру переподготовки рабочих по профессии «Фрезеровщик» 4 разряда на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 4 разряда. Переподготовка будет проходить в региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО «МЗИК». Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург» - Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (Центр ДПО) – имеет Лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 17791 от 10.08.2015 г. На осуществление образовательной деятельности.

Основной целью переподготовки кадров является формирование умений и навыков, необходимых для работы на обрабатывающем центре с числовым программным управлением при обработке простых и сложных деталей.

Для разработки учебного плана переподготовки из фрезеровщика в

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оператора-наладчика обрабатывающего центра с ЧПУ в центре ДПО, необходимо проанализировать профессиональные стандарты «Оператор-наладчик обрабатывающего центра с ЧПУ» и «Фрезеровщик».

4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Фрезеровщик»

Анализ содержания профессиональной деятельности фрезеровщика был проведен с использованием профессионального стандарта «Фрезеровщик» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 апреля 2014 г. № 265н).

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Фрезеровщик» 4 разряда представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Обработка заготовок, деталей, узлов и изделий средней сложности из различных материалов на универсальных и специальных станках фрезерной группы	Код	В	Уровень квалификации	4
1	2				
Возможные наименования должностей, профессий	Фрезеровщик 4-го разряда. Станочник широкого профиля 4-го разряда				
Требования к образованию и обучению	Образовательные программы среднего профессионального образования – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих). Основные программы профессионального обучения – программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих, программы переподготовки рабочих, служащих. Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки				
Требования к опыту практической работы	Требования к опыту практической работы в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами предприятия /отрасли				
Особые условия допуска к работе	Допуск к работе в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами предприятия /отрасли				

Трудовая функция «Обработка заготовок, деталей, узлов и изделий средней сложности из различных материалов на универсальных и специальных станках фрезерной группы» имеет код В/01.4 – В/07.4 и принадлежит к четвертому уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции, представленные в таблице 32.

Таблица 32 – Трудовые функции

Трудовые функции	Код
1	2
Фрезерование наружных и внутренних поверхностей заготовок, деталей, узлов и изделий средней сложности из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству	В/01.4
Фрезерование поверхностей различной формы на цилиндрических и конических поверхностях заготовок, деталей, узлов, изделий средней сложности из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству	В/02.4
Фрезерование фасонных поверхностей заготовок, деталей, узлов, изделий средней сложности из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству.	В/03.4
Фрезерование инструмента, штампов пресс-форм, матриц средней сложности из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству	В/04.4
Фрезерование однозаходных резьбовых поверхностей деталей средней сложности из различных материалов по 8 степени точности	В/05.4
Фрезерование зубьев деталей зубчатых соединений из различных материалов по 9 степени точности	В/06.4
Фрезерование наружных и внутренних поверхностей различной конфигурации и сопряжений из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству	В/07.4

Выбрана трудовая функция В/01.4 «Фрезерование наружных и внутренних поверхностей заготовок, деталей, узлов и изделий средней сложности из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству», ее анализ приведен в таблице 41.

Таблица 33 – Анализ трудовой функции В/01.4

Наименование	Фрезерование наружных и внутренних поверхностей заготовок, деталей, узлов и изделий средней сложности из различных материалов с точностью размеров по 11-10 качеству	Код	В/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
1	2				
Трудовые действия	Подготовка и обслуживание рабочего места фрезеровщика				
	Анализ исходных данных (техническая документация, заготовки, детали) для ведения технологического процесса фрезерования наружных и внутренних поверхностей заготовок, деталей, узлов и изделий средней сложности из различных материалов				
	Подготовка фрезерного станка к ведению технологического процесса фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов				
	Ведение технологического процесса фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов в соответствии с технической документацией				
	Контроль качества фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов				
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, противопожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места фрезеровщика				
	Проводить ежесменное техническое обслуживание станка				
	Выполнять текущую подналадку станка				
	Читать и применять техническую документацию при выполнении работ				
	Выполнять расчеты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа/эскиза и определять годность заданных действительных размеров				
	Выбирать, подготавливать к работе и использовать универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент				
	Определять и устанавливать оптимальный режим фрезерной обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа фрезерного станка				
	Производить одновременную обработку нескольких деталей				
	Выполнять одновременную многостороннюю обработку одной детали набором специальных фрез				
	Вести фрезерную обработку в соответствии с техническим маршрутом				
	Выполнять измерения обрабатываемых поверхностей универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом				

Окончание таблицы 33

1	2
Необходимые знания	Предупреждать и устранять возможный брак при выполнении работ
	Соблюдать правила охраны труда, противопожарной и промышленной безопасности при проведении работ
	Требования к планировке и оснащению рабочего места фрезеровщика
	Порядок ежесменного технического обслуживания станка
	Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов
	Правила чтения технической документации
	Знаки условного обозначения допусков, квалитетов, параметров шероховатости, способов базирования
	Допуски и посадки, квалитеты и параметры шероховатости в пределах выполняемых работ
	Устройство, назначение, порядок и правила текущей наладки фрезерного станка
	Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений
	Устройство, назначение и правила пользования режущим и измерительным инструментом
	Правила определения оптимального режима фрезерной обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа фрезерного станка
	Правила, последовательность и способы фрезерования наружных и внутренних поверхностей сложных деталей, узлов и изделий из различных материалов
	Основные виды и причины брака при фрезеровании поверхностей, способы предупреждения и устранения
	Правила охраны труда, противопожарной и промышленной безопасности при ведении работ
	Правила применения средств индивидуальной и коллективной Защиты

4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Анализ содержания профессиональной деятельности оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014 г. № 530н.

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	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	Ко д	В	Уровень квалификации	4
1	2				
Возможные наименования должностей, профессий	Наладчик обрабатывающих центров (6-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (6-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (6-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 4-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 4-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 4-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ третьего квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»				
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				

Трудовая функция «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» имеет код С/01.4- С/02.4 и принадлежит четвертому уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 35.

Таблица 35 – Трудовые функции

Трудовые функции	Код
1	2
Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/01.4
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/02.4

Выбрана трудовая функция С/01.4 – «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше» ее анализ приведен в таблице 36.

Таблица 36 – Анализ трудовой функции С/01.4

Наименование	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	Код	С/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7-8 качествам»				
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий				
	Наладка обрабатывающих центров для обработки поверхностей				
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7-8 качествам»				
	Перемещать деталь по осям в ручном режиме				
	Программировать в полуавтоматическом режиме				
	Программирование дополнительных функций станка				
	Производить наладку обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству				
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7-8 качествам»				
Другие характеристики	Прохождение обучения по электробезопасности				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки фрезеровщика в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

4.4. Анализ рабочей программы

В программу переподготовки по управлению многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ входят практические занятия на станке, производственное обучение и итоговая аттестация. Практические занятия содержат 27 тем. Общая трудоемкость программы составляет 152 часа, данная программа представлена в таблице 37.

Таблица 37 – Программа переподготовки по основам управлению многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ

№ п/п	Наименование тем занятий	Колич. часов
1	2	3
1	Ознакомление с рабочим местом оператора современного фрезерного станка с ЧПУ и видами выполняемой работы. Особенности фрезерной обработки	1
2	Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ. Современные способы крепления инструмента при высокоскоростной обработке. Хвостовики Capto	2
3	Изучение устройства станка и его основных узлов. Привод главного движения. Приводы подачи. Магазин инструмента. Механизм автоматической смены инструмента. Автоматическая масленка. Система подачи охлаждающей жидкости	2
4	Пульт управления. Назначение клавиш и переключателей.	2
5	Подготовка к работе настроенного станка. Включение станка. Запуск программы обработки на настроенном станке	2
6	Включение станка. Подготовка к работе	2
7	Установка инструмента на станок. Таблица инструмента. Привязка инструмента	2
8	Ручная замена инструмента в магазине при подготовке новой программы	2
9	Установка инструмента в новую еще не занятую позицию магазина. Регистрация в таблице инструмента	2
10	Установка инструмента в цанговый патрон.	2
11	Привязка инструмента с помощью размерных плиток	2
12	Привязка инструмента с помощью датчика RENISHAW	2

Окончание таблицы 37

1	2	3
13	Программирование фрезерной обработки на языке ISO 7 бит. Структура, формат управляющей программы для системы управления MELDAS (MITSUBISHI)	2
14	Составление простой программы фрезерной обработки на персональном компьютере	2
15	Способы привязки станка к нулю управляющей программы.	2
16	Привязка к нулю управляющей программы с помощью остроконечного щупа	2
17	Универсальная привязка к нулю управляющей программы с помощью размерных плиток	2
18	Привязка к нулю управляющей программы с помощью специального звукового датчика	2
19	Способы передачи управляющей программы на станок	2
20	Порядок действий оператора при запуске и отладке новой Программы	2
21	Загрузка управляющей программы по сети	2
22	Отладка установленной программы на станке	2
23	Способы проверки отлаженной программы на станке до запуска станка в работу	2
24	Проверка программы прогоном без снятия стружки	2
25	Проверка программы с помощью специальной функции Dry Run	2
26	Обучение приемам выполнения работ на металлорежущих станках с ЧПУ	2
27	Освоение работ на металлорежущих станках с ЧПУ	4
	ИТОГО:	56
Производственное обучение		
1	Выполнение работ 3-5 разряда на станках с ЧПУ	90
	ИТОГО:	90
Итоговая аттестация		
1	Квалификационные экзамены операторов фрезерных станков с ЧПУ	6
	ИТОГО:	6
	ВСЕГО ПО КУРСУ:	151

В результате анализа профессионального стандарта и рабочей программы была установлена их взаимосвязь. Каждый пункт трудовой функции отражается в рабочей программе.

Таблица 38 – Взаимосвязь рабочей программы и профессионального стандарта

	Трудовые функции	Тема образовательной программы
1	2	
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров	Изучение устройства станка и его основных узлов. Привод главного движения. Приводы подачи. Магазин инструмента. Механизм автоматической смены инструмента. Автоматическая масленка. Система подачи охлаждающей жидкости. Подготовка к работе настроенного станка. Включение станка. Запуск программы обработки на настроенном станке. Включение станка. Подготовка к работе
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	Установка инструмента на станок. Таблица инструмента. Привязка инструмента. Ручная замена инструмента в магазине при подготовке новой программы. Установка инструмента в новую еще не занятую позицию магазина. Регистрация в таблице инструмента. Установка инструмента в цанговый патрон. Установка в станок.
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов	Программирование фрезерной обработки на языке ISO 7 бит. Структура, формат управляющей программы для системы управления MELDAS (MITSUBISHI).
	Регулировка основных механизмов автоматических линий в процессе работы	Ознакомление с рабочим местом оператора современного фрезерного станка с ЧПУ и видами выполняемой работы. Особенности фрезерной обработки
	Выполнять наладку односторонних обрабатывающих центров с ЧПУ Выполнять подналадку основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	Привязка инструмента с помощью размерных плиток. Привязка инструмента с помощью датчика RENISHAW. Привязка к нулю управляющей программы с помощью остроконечного щупа. Привязка к нулю управляющей программы с помощью специального звукового датчика.
	Параметры и установки системы ЧПУ станка	Способы передачи управляющей программы на станок. Порядок действий оператора при запуске и отладке новой программы. Загрузка управляющей программы по сети. Отладка установленной программы на станке.

Окончание таблицы 38

1	2	
Необходимые знания	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков	Режущий и вспомогательный инструмент, используемый на фрезерном станке с ЧПУ. Современные способы крепления инструмента при высокоскоростной обработке. Хвостовики Capto
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ	Составление простой программы фрезерной обработки на персональном компьютере. Проверка программы с помощью специальной функции Dry Run. Способы проверки отлаженной программы на станке до запуска станка в работу
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов	Способы привязки станка к нулю управляющей программы.
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента	Установка инструмента в новую еще не занятую позицию магазина. Регистрация в таблице инструмента
	Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ	Автоматическая обработка: функция блокировки приводов, ускоренный прогон программы.
	Другие характеристики	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации Установка смещения нулевой точки и ее модификация. Установка компенсации на радиус инструмента и его модификация. Установка компенсации на длину инструмента и его модификация.

Выбрана тема «Установка инструмента в цанговый патрон». Тематический план изучения данной темы состоит из 2 разделов, представлен в таблице 39.

Таблица 39 – План изучения темы «Установка инструмента в цанговый патрон»

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Теоретическое занятие	Практическое занятие	
1	Установка инструмента в цанговый патрон.	2	2	0	Индивидуальное задание
	Итого:	2	2	0	Зачет

В соответствии с тематическим планом изучения программы «Установка инструмента в цанговый патрон» на лекции отводится 2 часа.

4.5. Разработка занятия теоретического обучения

Тема занятия «Установка инструмента в цанговый патрон»

Цели занятия:

Образовательная – формирование знаний у слушателей о регистрации нового инструмента в системе станка; формирование умений в установке и регистрации инструмента.

Развивающая – развитие у обучаемых логического мышления, памяти и умений обобщать полученные сведения и делать выводы.

Воспитательная – воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению.

Тип занятия: лекция, ориентированная на усвоение новых знаний и повторение имеющихся.

Метод обучения: рассказ, беседа, объяснение, задание.

Оснащение занятия: ноутбук, мультимедиа проектор, симулятор системы OSP-P300, слайды, таблицы, доска, мел, чертежи, схемы.

Продолжительность теоретического занятия: 90 минут

Занятие проходит в учебном классе.

Ход урока представлен в таблице 40.

Организационная часть: Поприветствовать учащихся. Сообщить тему занятия: «Установка инструмента в цанговый патрон» и план изложения нового материала:

- определение цангового патрона,
- принцип действия,
- виды цанговых патронов,
- достоинства и недостатки патронов.

Таблица 40 – Деятельность преподавателя и учащегося на теоретическом занятии (рассчитан на 2 академических часа)

№ этапа	Этап урока	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	Организационный этап (15 минут)	Приветствие, проверка присутствующих; сообщает тему и цели урока; рассказывает о важности темы	Записывают тему, участвуют в переключке
2	Изучение нового материала (45 минут);	Излагает новый материал, использует презентацию для иллюстрации учебного материала, задает вопросы в ходе объяснения для поддержания обратной связи с учащимися.	Слушают преподавателя, ведут конспект урока, работают с презентацией
3	Закрепление нового материала (20 минут)	Выдает каждому обучающемуся тестовое задание.	Выполняют тестовое задание.
4	Заключительный этап (10 минут).	Подводит итоги урока. Отвечает на вопросы учащихся, если таковые появляются	Слушают преподавателя. Задают вопросы по пройденному материалу, если что-то еще непонятно.

Изучение нового материала:

Цанговые патроны предназначены для закрепления осевого инструмента с цилиндрическим хвостовиком, как правило сверл и метчиков. Радиальное биение цангового патрона нормальной точности составляет 12-15мкм. На сегодняшний день существует множество конструкций цанговых патронов, самым распространенным в России является тип ER в силу жесткости такой системы (рис. 10). Цанговые патроны оснащаются комплектом из цанг различного диаметра (от 6 до 40 мм). Несмотря на широкий диапазон типоразмеров цанговых патронов и цанг, принцип действия их идентичен (рис. 10). Под воздействием зажимной гайки 3, передающей усилие на торец цанги 2, последняя перемещается в конусное отверстие корпуса цангового патрона 1 и сжимается в радиальном направлении, надёжно закрепляя цилиндрический хвостовик режущего инструмента.

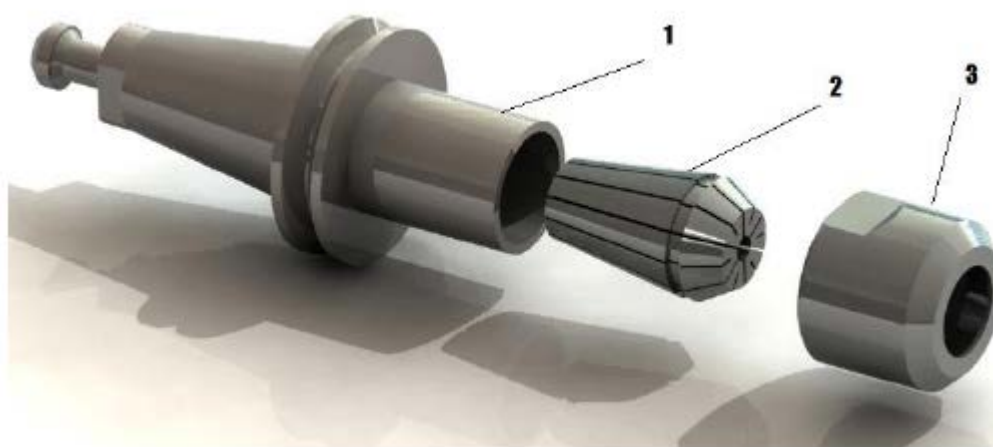


Рисунок 10 – Цанговый патрон

Для извлечения инструмента необходимо разжать цангу 2, тем самым сняв с неё давление, открутив гайку.

Достоинства цанговых патронов:

- Крепление более жесткое, чем у обычных сверлильных патронов (Усилие зажима до 20 Нм);
- Возможность зажима инструмента в большом диапазоне диаметров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.737 ПЗ

Лист

83

в одном патроне;

- Базирование по поверхности хвостовика сокращает биение инструмента (в отличие от крепления Weldon, где инструмент базируется по линии и точке соприкосновения с витом);

- Возможность закрепление инструментов разного типа за счет специальных цанг (например цанга с квадратом или цанги с компенсацией для закрепления метчиков);

- Широкий диапазон оснастки с большим вылетом.

Недостатки:

- Большое количество цанг (для каждого типа инструмента в зависимости от диаметра хвостовика требуются соответствующая цанга);

- Не жесткое закрепление (уступают термо- и гидropатронам);

- Плохая геометрическая проходимость (диаметр гайки цанги всегда намного больше диаметра инструмента);

- Относительно невысокая скорость вращения – 10000 об/мин, т.к. зажимная гайка несимметрична.

Закрепление нового материала:

После изучения новой темы занятия, обучающиеся получают тесты для закрепления новой темы. При этом учитывается время. В приложении Д представлены слайды для проведения данного занятия.

Для закрепления пройденного материала проводится тест:

1. Патрон цанговый предназначен для зажима инструмента:

- а) сверл, фрез, метчиков;
- б) резцов, плашек;
- с) любого инструмента.

2. На каких станках применяют цанговые патроны:

- а) на универсальных станках;

- б) на станках с ЧПУ;
 - с) на универсальных станках и станках с ЧПУ.
3. Из каких элементов состоит цанговый патрон:
- а) зажимная гайка, набор цанг и корпус;
 - б) цанговый патрон и цанга;
 - с) корпус и зажимная гайка.
4. В зависимости от назначения различают цанговые патроны для фрезерных станов следующих видов:
- а) подающие и зажимные;
 - б) рычажные и клиновые;
 - с) 3-кулочковые и 4-кулачковые.

Ключ ответ:

1 – а, 2 – в, 3 – а, 4 – а.

В данном разделе выпускной квалификационной работы был проанализирован профессиональный стандарт по профессии: «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и «Фрезеровщик». Приведена учебная программа повышения квалификации фрезеровщиков 4 разряда на оператора с ЧПУ 4 разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Установка инструмента в цанговый патрон», а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус червячного редуктора». Технологический процесс изготовления детали ведется с применением современного станка с числовым программным управлением MCV 1000 Power, также применяется современный металлорежущий инструмент фирмы Sandvik Coromand. Был разработан фрагмент управляющей программы.

В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Фрезеровщик» и «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и разработан план занятий для переподготовки фрезеровщика 4 разряда на оператора станков с ЧПУ 4 разряда. По выбранной теме образовательного курса разработано занятие с использованием презентации.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от совершенствования базового технологического процесса.

В ходе дипломного проектирования был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус червячного редуктора, что является достижением поставленной цели.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. Ун-та, 2002. 260с.
4. ГОСТ 1583-95 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
5. ГОСТ 18169 – 86 Процессы технологические литейного производства.
6. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2011. – 90с.
7. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос.проф.-пед. Ун-та, 2001. 169 с.
8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов/Л.В. Худобин, В.Ф.Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. 288 с.
9. Марков Н.Н. и др. Нормирование точности в машиностроении: Учебник для вузов. 2-е изд. М.:Высш. Шк.,Издат. Центр «Академия», 2001. 335с.
10. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. Пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. Проф.- пед. Ун-та, 2009. 96 с.
11. Мягков В. Д. Допуски и посадки: Справочник [Текст] Ч. 1 / Под ред. В.Д. Мягкова. В 2-х ч. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение.

Ленингр. Отд-ние, 1979 – 544 с.

12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/А.А.Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова.– М.: Машиностроение, 1988. 736 с.

13. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно – заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1984.– 416с.

14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416с.

15. Основные и дополнительные команды проектирования: [Электронный ресурс]//Официальный сайт «Точные машины», 2006-2017. <http://www.precision-machines.ru/viewtopic.php?f=6&t=49&sid=6bca245a2001>

16. Основы технологии машиностроения. Учеб. Для вузов /Под ред. В.С. Корсакова. – М.: Машиностроение, 1977. – 416 с.

17. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. Ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. 400 с.

18. Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», 2014. – 23с.

19. Режимы резания металлов: Справ./ Под ред. Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972. 39 с.

20. Сенченко И. Т. Повышение квалификации рабочих на производстве: педагогический аспект: [монография] / И. Т.Сенченко. – Москва : Педагогика, 1989. – 112 с

21. Серебrenицкий П.П. Программирование автоматизированного оборудования [Текст] / П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе – М.: Дрофа, 2008. – Ч1. 576 с.

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

22. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 1т- 656с.

23. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 2т- 496с.

24. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии маши-ностроения: Учеб. Пособ. Для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. Шк., 2008. – 278 с.

25. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей ма-шин.: Учеб. Пособ. Для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. Шк., 2008. – 296 с.

26. Учебное пособие для машиностроительных вузов / Под общ. Ред. К. М. Великанова. 4-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1986. 285 с.

27. Харламов Г.А., Тарапанов А.С. Припуски на механическую обработку: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.:ил.

28. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст]: учеб. Пособие/Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО»Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-т», 2006. – 66 с.

29. Электронный каталог «Sandvik Coromant», 2015.

30. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. Пособие. 3-е изд., испр. И доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2004. – 150 с.

31. MCV1000: [Электронный ресурс]//Официальный сайт «Станкостроительная компания ООО «МТЕ Ковосвит МАС»», 2013.URL: <http://www.mtekovosvit.ru/ru/mcv-1000/>

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист задание на проектирование

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов
Чертеж детали	ДП 44.03.04.737 01	A1	1
Чертеж заготовки	ДП 44.03.04.737 02	A1	1
Иллюстрации технологических процессов:			
Операция Комплексная с ЧПУ	ДП 44.03.04.737 Д01	A1	1
	ДП 44.03.04.737 Д02	A1	1
	ДП 44.03.04.737 Д03	A1	1
	ДП 44.03.04.737 Д04	A1	1
	ДП 44.03.04.737 Д05	A1	1
Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.737 Д06	A1	1
Технико-экономические показатели	ДП 44.03.04.737 Д07	A1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Комплект документации технологического процесса

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1

РГПУ

ДП 44.03.04.737 ПЗ

Корпус червячного редуктора

Российский государственный профессионально-педагогический
университет

Утверждаю:

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

на механическую обработку детали «Корпус червячного редуктора»

Разработал: _____ Мещерягина О.М.

Руководитель: _____ Козлова Т.А.

Т Л

Дубл.																								
Взам.																								
Подп.																								
										Изм	Лист 1	№ докум	Подпись	Дата										
Разраб.	Метерегина О.М.									ДП 44.03.04.737 ПЗ														
Провер.	Козлова Т.А.																							
Принят																								
Утверд.																								
Н. контр.										Корпус червячного редуктора														
МО1										АЛ 9 ГОСТ 1583-93														
	Код			ЕВ	МД	ЕН	Н расх	КИМ	Код загот.	Профиль и размер				К.Д.	М.З.									
МО2					2,38			0,7		Отливка					3,0									
А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа															
Б	Код, наименование оборудования								С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	Конд.	Е.Н.	О.П.	К.шт.	Т.пз.	Т.шт.					
03																								
04				000	Заготовительная																			
05																								
06				005	Вертикально-фрезерная																			
07					Вертикально-фрезерная станок 6P12						3								3,23					
08																								
09				010	Комплексная с ЧПУ						4							26	31.2					
10					Станок MCV 1000 Power																			
11																								
12				015	Слесарная																			
13																								
14				020	Контрольная																			
15																								
16																								
17																								
М.К.																								

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Управляющая программа

N5 G30 G17 X0 Y-100 Z-75
 N10 G31 G90 X+136 Y+100 Z+85
 N15 G247 Q339=1
 ;-----T1-----
 * - FREZA D32
 N30 T1 G17 S1000
 N31 G0 G90 A0
 N35 G90 G0 Z+250 M13
 N40 G0 X+154 Y-46.75
 N45 G1 Z+84.2 F2500
 N50 Z+82.2 F150
 N55 G41 Y-29.75
 N60 X+18.5
 N65 G3 X+2 Y-46.25 I+18.5 J-46.25
 N70 G1 Y-75.25
 N75 G3 X+18.5 Y-91.75 I+18.5 J-75.25
 N80 G1 X+138
 N85 G40 Y-74.75
 N105 G1 Z+72 F2500
 N110 Z+70 F150
 N115 G41 Y+27
 N120 X+70.5
 N125 G3 X+54 Y+10.5 I+70.5 J+10.5
 N130 G1 Y-10.5
 N135 G3 X+70.5 Y-27 I+70.5 J-10.5
 N140 G1 X+138
 N145 G40 Y-10
 N150 G0 Z+250
 N155 X+154 Y+67.75
 N160 G1 Z+60 F2500
 N165 Z+58 F150
 N170 G41 Y+84.75
 N175 X+18.5
 N180 G3 X+2 Y+68.25 I+18.5 J+68.25
 N185 G1 Y+49.25
 N190 G3 X+18.5 Y+32.75 I+18.5 J+49.25
 N195 G1 X+138
 N200 G40 Y+49.75

N205 G0 Z+250
 N210 G0 A90
 N215 X+154 Y+41
 N220 G1 Z+96.75 F2500
 N225 Z+94.75 F150
 N230 X+17
 N235 Y-41
 N240 X+136
 N245 G0 Z+200
 N250 X+121
 N255 G1 Z+96.75 F2500
 N260 Z+94.75 F150
 N265 Y+41
 N270 G0 Z+250
 N275 G0 A270
 N280 X+88 Y-55
 N285 G1 Z+64 F2500
 N290 Z+62 F150
 N295 Y-23
 N310 G0 Z+250
 N315 M05 M09
 N320 M01
 ;-----T2-----
 * - CENTROVKA D7
 N325 T2 G17 S1500
 N325 G0 A0
 N330 G90 G0 Z+250 M13
 N335 X+9 Y-60.75
 N340 X+9 Y-60.75
 N345 G200 Q200=2 Q201=-2.9 Q206=80 Q202=4.9 Q210=+0 Q203=82.2
 Q204=67.8 Q211=+0
 N350 G79
 N355 X+19.5 Y-78.937 G79
 N360 X+40.5 Y-78.937 G79
 N365 X+40.5 Y-42.563 G79
 N370 X+19.5 Y-42.563 G79
 N375 X+30 Y-60.75 G79
 N380 X+62 Y-60.75 G79
 N385 X+96 Y-60.75 G79
 N390 X+120 Y-80.75 G79
 N395 X+120 Y-40.75 G79
 N400 X+108.619 Y-42.729
 N405 X+108.619 Y-42.729

N410 G200 Q200=2 Q201=-2.15 Q206=80 Q202=4.15 Q210=+0 Q203=82.2
 Q204=67.8 Q211=+0
 N415 G79
 N420 X+108.619 Y-78.771 G79
 N425 X+83.381 Y-78.771 G79
 N430 X+83.381 Y-42.729 G79
 N435 X+71.5 Y-44.296 G79
 N440 X+71.5 Y-77.204 G79
 N445 X+52.5 Y-77.204 G79
 N450 X+52.5 Y-44.296 G79
 N455 Z+250
 N460 G0 A180
 N465 X+100.619 Y+18.021
 N470 X+100.619 Y+18.021
 N475 G200 Q200=2 Q201=-2.15 Q206=80 Q202=4.15 Q210=+0 Q203=70
 Q204=80 Q211=+0
 N480 G79
 N485 X+100.619 Y-18.021 G79
 N490 X+75.381 Y-18.021 G79
 N495 X+75.381 Y+18.021 G79
 N500 X+88 Y0 G79
 N505 X+108.619 Y+42.729
 N510 X+108.619 Y+42.729
 N515 G200 Q200=2 Q201=-2.15 Q206=80 Q202=4.15 Q210=+0 Q203=58
 Q204=92 Q211=+0
 N520 G79
 N525 X+108.619 Y+78.771 G79
 N530 X+83.381 Y+78.771 G79
 N535 X+83.381 Y+42.729 G79
 N540 X+96 Y+60.75 G79
 N545 X+62 Y+60.75 G79
 N550 X+71.5 Y+77.204 G79
 N555 X+52.5 Y+77.204 G79
 N560 X+52.5 Y+44.296 G79
 N565 X+71.5 Y+44.296 G79
 N570 X+39.5 Y+44.296 G79
 N575 X+20.5 Y+44.296 G79
 N580 X+20.5 Y+77.204 G79
 N585 X+39.5 Y+77.204 G79
 N590 X+30 Y+60.75 G79
 N590 G0 Z+250
 N595 G0 A270
 N600 X+88 Y-23

N605 X+88 Y-23
 N610 G200 Q200=2 Q201=-2.15 Q206=80 Q202=4.15 Q210=+0 Q203=62
 Q204=88 Q211=+0
 N615 G79
 N630 G0 Z+250
 N635 M05 M09
 N640 M01
 ;-----T3-----
 * - SVERLO D26
 N645 T3 G17 S800
 N645 G0 A0
 N650 G90 G0 Z+250 M13
 N655 X+30 Y-60.75
 N660 X+30 Y-60.75
 N665 G200 Q200=2 Q201=-33 Q206=100 Q202=11 Q210=+0 Q203=82.2
 Q204=67.8 Q211=+0
 N670 G79
 N675 X+62 Y-60.75 G79
 N680 X+96 Y-60.75 G79
 N685 Z+250
 N690 G0 A180
 N695 X+88 Y0
 N700 X+88 Y0
 N705 G200 Q200=2 Q201=-33 Q206=100 Q202=11 Q210=+0 Q203=70
 Q204=80 Q211=+0
 N710 G79
 N715 X+30 Y+60.75
 N720 X+30 Y+60.75
 N725 G200 Q200=2 Q201=-33 Q206=100 Q202=11 Q210=+0 Q203=58
 Q204=92 Q211=+0
 N730 G79
 N735 X+62 Y+60.75 G79
 N740 X+96 Y+60.75 G79
 N755 G0 Z+250
 N760 M05 M09
 N765 M01
 ;-----T4-----
 * - FREZA D20
 N770 T4 G17 S1500
 N770 G0 A0
 N775 G90 G0 Z+250 M13
 N780 X+30 Y-60.75
 N785 G1 Z+74.2 F2500

N790 Z+72.2 F200
 N795 G41 X+45
 N800 G3 X+45 Y-60.75 I+30 J-60.75
 N805 G1 G40 X+30
 N810 Z+64.2 F2500
 N815 Z+62.2 F200
 N820 G41 X+45
 N825 G3 X+45 Y-60.75 I+30 J-60.75
 N830 G1 G40 X+30
 N835 Z+54.2 F2500
 N840 Z+52.2 F200
 N845 G41 X+45
 N850 G3 X+45 Y-60.75 I+30 J-60.75
 N855 G1 G40 X+30
 N860 G0 Z+250
 N865 X+96
 N870 G1 Z+74.2 F2500
 N875 Z+72.2 F200
 N880 G41 X+112.5
 N885 G3 X+112.5 Y-60.75 I+96 J-60.75
 N890 G1 G40 X+96
 N895 Z+64.2 F2500
 N900 Z+62.2 F200
 N905 G41 X+112.5
 N910 G3 X+112.5 Y-60.75 I+96 J-60.75
 N915 G1 G40 X+96
 N920 Z+54.2 F2500
 N925 Z+52.2 F200
 N930 G41 X+112.5
 N935 G3 X+112.5 Y-60.75 I+96 J-60.75
 N940 G1 G40 X+96
 N945 G0 Z+250
 N950 G0 A180
 N955 X+88 Y0
 N960 G1 Z+62 F2500
 N965 Z+60 F200
 N970 G41 X+104.5
 N975 G3 X+104.5 Y0 I+88 J0
 N980 G1 G40 X+88
 N985 Z+57 F2500
 N990 Z+55 F200
 N995 G41 X+104.5
 N1000 G3 X+104.5 Y0 I+88 J0

N1005 G1 G40 X+88
 N1010 G0 Z+250
 N1015 X+96 Y+60.75
 N1020 G1 Z+50 F2500
 N1025 Z+48 F200
 N1030 G41 X+112.5
 N1035 G3 X+112.5 Y+60.75 I+96 J+60.75
 N1040 G1 G40 X+96
 N1045 Z+40 F2500
 N1050 Z+38 F200
 N1055 G41 X+112.5
 N1060 G3 X+112.5 Y+60.75 I+96 J+60.75
 N1065 G1 G40 X+96
 N1080 G0 Z+250
 N1085 M05 M09
 N1090 M01
 ;-----T5-----
 * - FREZA UGLOVAJA D20 UGOL60
 N1095 T5 G17 S1500
 N1095 G0 A0
 N1100 G90 G0 Z+250 M13
 N1105 X+32 Y-60.75
 N1110 G1 Z+82.2 F2500
 N1115 Z+80.2 F250
 N1120 G41 X+46
 N1125 G3 X+46 Y-60.75 I+30 J-60.75
 N1130 G1 G40 X+32
 N1135 G0 Z+150
 N1140 X+62
 N1145 G1 Z+82.2 F2500
 N1150 Z+80.2 F250
 N1155 G41 X+76
 N1160 G3 X+76 Y-60.75 I+62 J-60.75
 N1165 G1 G40 X+62
 N1170 G0 Z+150
 N1175 X+99.5
 N1180 G1 Z+82.2 F2500
 N1185 Z+80.2 F250
 N1190 G41 X+113.5
 N1195 G3 X+113.5 Y-60.75 I+96 J-60.75
 N1200 G1 G40 X+99.5
 N1205 G0 Z+250
 N1210 G0 A180

N1215 X+91.5 Y0
 N1220 G1 Z+70 F2500
 N1225 Z+68 F250
 N1230 G41 X+105.5
 N1235 G3 X+105.5 Y0 I+88 J0
 N1240 G1 G40 X+91.5
 N1245 G0 Z+250
 N1250 X+30 Y+60.75
 N1255 G1 Z+58 F2500
 N1260 Z+56 F250
 N1265 G41 X+44
 N1270 G3 X+44 Y+60.75 I+30 J+60.75
 N1275 G1 G40 X+30
 N1280 G0 Z+150
 N1285 X+62
 N1290 G1 Z+58 F2500
 N1295 Z+56 F250
 N1300 G41 X+76
 N1305 G3 X+76 Y+60.75 I+62 J+60.75
 N1310 G1 G40 X+62
 N1315 G0 Z+150
 N1320 X+99.5
 N1325 G1 Z+58 F2500
 N1330 Z+56 F250
 N1335 G41 X+113.5
 N1340 G3 X+113.5 Y+60.75 I+96 J+60.75
 N1345 G1 G40 X+99.5
 N1360 G0 Z+250
 N1365 M05 M09
 N1370 M01
 ;-----T6-----
 * - RASTOCHKA D34.8
 N1375 T6 G17 S2500
 N1375 G0 A0
 N1380 G90 G0 Z+250 M13
 N1385 X+96 Y-60.75
 N1390 X+96 Y-60.75
 N1395 G201 Q200=2 Q201=-30 Q206=500 Q211=+0 Q208=500 Q203=82.2
 Q204=67.8
 N1400 G79
 N1405 Z+250
 N1410 G0 A180
 N1415 X+88 Y0

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

N1420 X+88 Y0
 N1425 G201 Q200=2 Q201=-15 Q206=500 Q211=+0 Q208=500 Q203=70
 Q204=80
 N1430 G79
 N1445 G0 Z+250
 N1450 M05 M09
 N1455 M01
 ;-----T7-----
 * - RASTOCHKA D35
 N1460 T7 G17 S2500
 N1460 G0 A0
 N1465 G90 G0 Z+250 M13
 N1470 X+96 Y-60.75
 N1475 X+96 Y-60.75
 N1480 G201 Q200=2 Q201=-30 Q206=250 Q211=+0 Q208=250 Q203=82.2
 Q204=67.8
 N1485 G79
 N1490 Z+250
 N1495 G0 A180
 N1500 X+88 Y0
 N1505 X+88 Y0
 N1510 G201 Q200=2 Q201=-15 Q206=250 Q211=+0 Q208=250 Q203=70
 Q204=80
 N1515 G79
 N1530 G0 Z+250
 N1535 M05 M09
 N1540 M01
 ;-----T8-----
 * - RASTOCHKA D27.8
 N1545 T8 G17 S2500
 N1545 G0 A0
 N1550 G90 G0 Z+250 M13
 N1555 X+62 Y-60.75
 N1560 X+62 Y-60.75
 N1565 G201 Q200=2 Q201=-30 Q206=500 Q211=+0 Q208=500 Q203=82.2
 Q204=67.8
 N1570 G79
 N1575 Z+250
 N1580 G0 A180
 N1585 X+30 Y+60.75
 N1590 X+30 Y+60.75
 N1595 G201 Q200=2 Q201=-20 Q206=500 Q211=+0 Q208=500 Q203=58

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

Q204=92
 N1600 G79
 N1605 X+62 Y+60.75 G79
 N1620 G0 Z+250
 N1625 M05 M09
 N1630 M01
 ;-----T9-----
 * - RASTOCHKA D28
 N1635 T9 G17 S2500
 N1635 G0 A0
 N1640 G90 G0 Z+250 M13
 N1645 X+62 Y-60.75
 N1650 X+62 Y-60.75
 N1655 G201 Q200=2 Q201=-30 Q206=250 Q211=+0 Q208=250 Q203=82.2
 Q204=67.8
 N1660 G79
 N1665 Z+250
 N1670 G0 A180
 N1675 X+30 Y+60.75
 N1680 X+30 Y+60.75
 N1685 G201 Q200=2 Q201=-20 Q206=250 Q211=+0 Q208=250 Q203=58
 Q204=92
 N1690 G79
 N1695 X+62 Y+60.75 G79
 N1710 G0 Z+250
 N1715 M05 M09
 N1720 M01
 ;-----T10-----
 * - RASTOCHKA D31.8
 N1725 T10 G17 S2500
 N1725 G0 A0
 N1730 G90 G0 Z+250 M13
 N1735 X+30 Y-60.75
 N1740 X+30 Y-60.75
 N1745 G201 Q200=2 Q201=-30 Q206=500 Q211=+0 Q208=500 Q203=82.2
 Q204=67.8
 N1750 G79
 N1755 G0 Z+250
 N1760 M05 M09
 N1765 M01
 ;-----T11-----
 * - RASTOCHKA D32
 N1770 T11 G17 S2500

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

N1775 G90 G0 Z+250 M13
 N1780 X+30 Y-60.75
 N1785 G201 Q200=2 Q201=-30 Q206=250 Q211=+0 Q208=250 Q203=82.2
 Q204=67.8
 N1790 G79
 N1795 G0 Z+250
 N1800 M05 M09
 N1805 M01
 ;-----T12-----
 * - FREZA GRIBKOVAJA D30
 N1810 T12 G17 S1000
 N1815 G90 G0 Z+250 M13
 N1820 X+96 Y-60.75
 N1825 G1 Z+46.2 F2500
 N1830 Z+44.2 F150
 N1835 G41 Y-87.95
 N1840 G3 X+96 Y-33.55 I+96 J-60.75
 N1845 G1 G40 Y-60.75
 N1850 Z+41.2 F2500
 N1855 Z+39.2 F150
 N1860 G41 Y-87.95
 N1865 G3 X+96 Y-33.55 I+96 J-60.75
 N1870 G1 G40 Y-60.75
 N1875 Z+36.2 F2500
 N1880 Z+34.2 F150
 N1885 G41 Y-87.95
 N1890 G3 X+96 Y-33.55 I+96 J-60.75
 N1895 G1 G40 Y-60.75
 N1900 Z+31.2 F2500
 N1905 Z+29.2 F150
 N1910 G41 Y-87.95
 N1915 G3 X+96 Y-33.55 I+96 J-60.75
 N1920 G1 G40 Y-60.75
 N1925 G0 Z+250
 N1930 G0 Z+250
 N1935 M05 M09
 N1940 M01
 ;-----T13-----
 * - SVERLO D4.2
 N1945 T13 G17 S4000
 N1950 G90 G0 Z+250 M13
 N1955 X+9 Y-60.75
 N1960 X+9 Y-60.75

N1965 G200 Q200=2 Q201=-18.5 Q206=200 Q202=4.625 Q210=+0 Q203=82.2
 Q204=67.8 Q211=+0
 N1970 G79
 N1975 X+19.5 Y-78.937 G79
 N1980 X+40.5 Y-78.937 G79
 N1985 X+40.5 Y-42.563 G79
 N1990 X+19.5 Y-42.563 G79
 N1995 X+120 Y-40.75 G79
 N2000 X+120 Y-80.75 G79
 N2005 G0 Z+250
 N2010 M05 M09
 N2015 M01
 ;-----T14-----
 * - SVERLO D3.3
 N2020 T14 G17 S4000
 N2025 G90 G0 Z+250 M13
 N2030 X+52.5 Y-44.296
 N2035 X+52.5 Y-44.296
 N2040 G200 Q200=2 Q201=-16 Q206=150 Q202=4 Q210=+0 Q203=82.2
 Q204=67.8 Q211=+0
 N2045 G79
 N2050 X+52.5 Y-77.204 G79
 N2055 X+71.5 Y-77.204 G79
 N2060 X+71.5 Y-44.296 G79
 N2065 X+83.381 Y-42.729 G79
 N2070 X+83.381 Y-78.771 G79
 N2075 X+108.619 Y-78.771 G79
 N2080 X+108.619 Y-42.729 G79
 N2085 Z+250
 N2090 G0 A180
 N2095 X+20.5 Y+77.204
 N2100 X+20.5 Y+77.204
 N2105 G200 Q200=2 Q201=-16 Q206=150 Q202=4 Q210=+0 Q203=58
 Q204=92 Q211=+0
 N2110 G79
 N2115 X+20.5 Y+44.296 G79
 N2120 X+39.5 Y+44.296 G79
 N2125 X+39.5 Y+77.204 G79
 N2130 X+52.5 Y+77.204 G79
 N2135 X+52.5 Y+44.296 G79
 N2140 X+71.5 Y+44.296 G79
 N2145 X+71.5 Y+77.204 G79
 N2150 X+83.381 Y+78.771 G79

N2155 X+83.381 Y+42.729 G79
 N2160 X+108.619 Y+42.729 G79
 N2165 X+108.619 Y+78.771 G79
 N2170 X+75.381 Y+18.021
 N2175 X+75.381 Y+18.021
 N2180 G200 Q200=2 Q201=-15 Q206=150 Q202=3.75 Q210=+0 Q203=70
 Q204=80 Q211=+0
 N2185 G79
 N2190 X+75.381 Y-18.021 G79
 N2195 X+100.619 Y-18.021 G79
 N2200 X+100.619 Y+18.021 G79
 N2215 G0 Z+250
 N2220 M05 M09
 N2225 M01
 ;-----T15-----
 * - SVERLO D10.7
 N2230 T15 G17 S1500
 N2230 G0 A270
 N2235 G90 G0 Z+250 M13
 N2240 X+88 Y-23
 N2245 X+88 Y-23
 N2250 G200 Q200=2 Q201=-18 Q206=180 Q202=9 Q210=+0 Q203=62
 Q204=88 Q211=+0
 N2255 G79
 N2260 G0 Z+250
 N2265 M05 M09
 N2270 M01
 ;-----T16-----
 * - RAZVERTKA KONICHESKAJA D11.31
 N2275 T16 G17 S300
 N2280 G90 G0 Z+250 M13
 N2285 X+88 Y-23
 N2290 G201 Q200=2 Q201=-15 Q206=50 Q211=+0 Q208=500 Q203=62
 Q204=88
 N2295 G79
 N2300 G0 Z+250
 N2305 M05 M09
 N2310 M01
 ;-----T17-----
 * - ZENKOVKA D16 UGOL120
 N2315 T17 G17 S1500
 N2320 G90 G0 Z+250 M13
 N2325 X+88 Y-23

N2330 G201 Q200=2 Q201=-0.5 Q206=100 Q211=+0 Q208=1000 Q203=62
Q204=88

N2335 G79

N2350 G0 Z+250

N2355 M05 M09

N2360 M01

;-----T2-----

* - CENTROVKA D7

N15 G247 Q339=2

N2365 T2 G17 S1500

N2365 G0 A90

N2370 G90 G0 Z+250 M13

N2375 X+21 Y+5

N2380 X+21 Y+5

N2385 G200 Q200=2 Q201=-2.15 Q206=80 Q202=4.15 Q210=+0 Q203=94.75
Q204=55.25 Q211=+0

N2390 G79

N2395 X+61 Y+5 G79

N2400 X+101 Y+5 G79

N2405 X+117 Y+21 G79

N2410 X+117 Y+56 G79

N2415 X+117 Y+91 G79

N2420 X+101 Y+102 G79

N2425 X+61 Y+102 G79

N2430 X+21 Y+102 G79

N2435 X+5 Y+91 G79

N2440 X+5 Y+56 G79

N2445 X+5 Y+21 G79

N2450 G0 Z+250

N2455 M05 M09

N2460 M01

;-----T14-----

* - SVERLO D3.3

N2465 T14 G17 S4000

N2470 G90 G0 Z+250 M13

N2475 X+21 Y+5

N2480 X+21 Y+5

N2485 G200 Q200=2 Q201=-15 Q206=150 Q202=3.75 Q210=+0 Q203=94.75
Q204=55.25 Q211=+0

N2490 G79

N2495 X+61 Y+5 G79

N2500 X+101 Y+5 G79

N2505 X+117 Y+21 G79

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

N2510 X+117 Y+56 G79
 N2515 X+117 Y+91 G79
 N2520 X+101 Y+102 G79
 N2525 X+61 Y+102 G79
 N2530 X+21 Y+102 G79
 N2535 X+5 Y+91 G79
 N2540 X+5 Y+56 G79
 N2545 X+5 Y+21 G79
 ;-----
 N2550 G0 Z+250
 N2555 M2
 N999999 %adem G71

					ДП 44.03.04.737 ПЗ	Лист
						118
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Слайд 1

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения

Установка инструмента в цанговый патрон

Выполнил:
студент гр. ЗТО-405С
Мешерягина О.М.

Слайд 2

Цанга

Приспособление для зажима в цанговый патрон цилиндрических и призматических предметов.



Цанговый патрон

— это зажимное устройство для фиксации заготовок и деталей, хвостовик которых имеет гладкую поверхность. Зажим предназначен для станков всех типов, в том числе и агрегатов с числовым программным управлением (ЧПУ). Основным элементом детали является втулка с продольными надрезами, между которыми расположены фиксирующие лепестки, надежно удерживающие заготовку при сжатии. Как правило, в продаже представлены патроны с комплектом цанг наиболее ходовых диаметров.



ЦАНГОВЫЙ ПАТРОН

Характеристики

- Макс. допуски на радиальное биение до 0,02 (при новой цанге)
- изменяемый диаметр зажатия благодаря цангам
- сила зажатия определяется пользователем
- восприимчивый к загрязнению
- изменяющийся дисбаланс посредством зажимной гайки и цанги
- $n_{max} = 20.000$ об/мин (рекомендация)
→ **Внимание: не превышать макс. число оборотов !!**

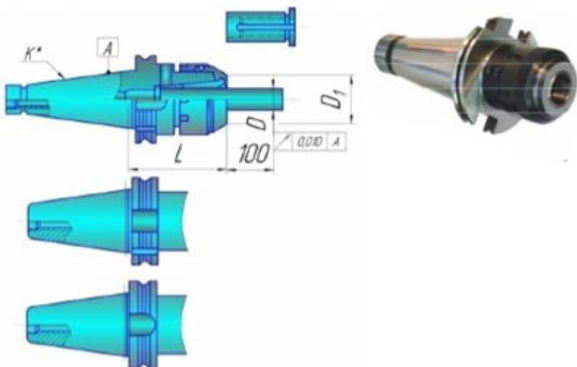


Патроны цанговые

по ТУ РБ 00223728.015-93 предназначены для зажима инструмента с цилиндрическим хвостовиком (сверл, фрез, оправок) с диапазоном размеров от 5 мм до 32, 40 мм с применением переходных втулок-цанг. Патроны цанговые применяются на станках с ЧПУ типа обрабатывающий центр, сверлильно-расточных и фрезерных групп, горизонтально- и вертикально- фрезерных станках. Радиальное биение по контрольному валуку при применении втулки переходной не более 0,02 мм.

Втулка-цанга переходная 6151-7044... 7045, см. ниже

Хвостовик	К*	Обозначение	D	D ₁	I
ГОСТ 25827-93 исп.3*	30**	6151-7043	20	51	70
	40	6151-7042-06	25	63	75
		6151-7042-24	40	91	125
	45**	6151-7048	25	63	77
	50	6151-7048-02	40	91	105
DIN 69871* (ISO 7388/1) ГОСТ 25827-93 исп.2*	30**	6151-7034	25	63	75
		6151-7034-12	40	91	90
	40	6151-7043-04	20	51	79
		6151-7042-10	25	63	82
		6151-7042-25	40	91	137
MAS 403*	45**	6151-7048-04	25	63	81
		6151-7048-06	40	91	109
	50	6151-7034-04	25	63	79
		6151-7034-16	40	91	94
	30**	6151-7043-03	20	51	83
	40	6151-7042-09	25	63	90
		6151-7042-26	40	91	141
	45**	6151-7048-08	25	63	95
		6151-7048-10	40	91	123
	50	6151-7034-03	25	63	98
		6151-7034-15	40	91	113



Патроны цанговые укомплектованы цангой с вн. ØD. При необходимости зажима хвостовиков других диаметров применяются переходные втулки-цанги 6151-7044...7045, поставляемые по отдельному заказу (см. ниже)

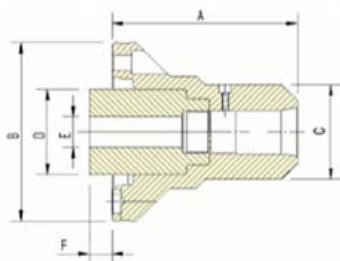
Зажим инструмента осуществляется оригинальной конструкцией гайки-втулки собранной через шарики, что значительно снижает потери на трение, увеличивает силу зажима.

В конструкции предусмотрен винт боковой фиксации инструмента для дополнительного зажима инструмента при использовании в тяжелых условиях фрезерования.

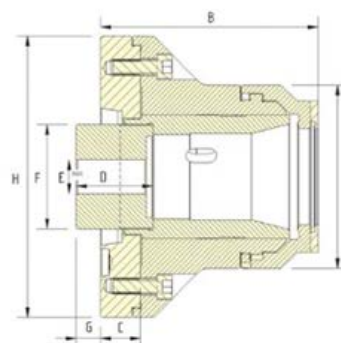
Установка инструмента в цанговый патрон



Виды цанговых патронов:



Втягивающий механизм



Быстросменный механизм



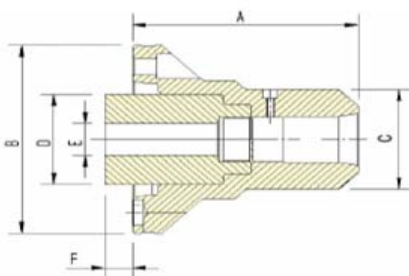
ЦАНГОВЫЕ
ПАТРОНЫ

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЦАНГОВЫЕ ПАТРОНЫ С ВТЯГИВАЮЩИМ ЭФФЕКТОМ

серия **DEL**



- Конструкция с втягивающим эффектом для черновой обработки.
- Используются цанги 5C, 3J, 16C, S20, S26, и S30
- Предусмотрены выталкиватели детали.
- Ключ для цанги поставляется в комплекте с патроном.
- Высокая точность при обработке.





**ЦАНГОВЫЕ
ПАТРОНЫ**

БЫСТРОСМЕННЫЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЦАНГОВЫЕ ПАТРОНЫ

серия **QCRL**



- Патрон подходит для черновой и чистовой обработки.
- Идеально подходит для работы с автоматическим податчиком прутка.
- Фиксированная длина цанги, отсутствие смещения.
- Быстросменный колпачок с защитной блокировкой.
- Используются различные типы цанг.
- Высокая точность при обработке.





Как выбрать цанговый патрон

Первое условие при выборе самозажимного патрона — крепление к шпинделю. Зажим может устанавливаться прямо на шпиндель, через переходник или накручиваться на резьбу.

Размер фланца: диаметр пояска для присоединения или параметры конуса Морзе. Не зная параметров конца фланца, патрон не подберешь.

