

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса редуктора

Обучающийся	<u>И.К. Агафонова</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2022

## Аннотация

В работе рассматривается разработка технологического процесса изготовления корпуса червячного редуктора для объема выпуска 1000 штук в год.

Для разработанного чертежа детали выполнен анализ технологичности, который позволил выявить трудности при выполнении обработки корпуса червячного редуктора, связанные с необходимостью базирования и обработки центральных отверстий и установочных плоскостей.

Определен тип производства – среднесерийный с его характеристиками и для него спроектирована технология.

С учетом среднесерийного типа производства в ходе сравнительного анализа методов получения исходной заготовки из двух вариантов выбран метод литья в землю. Данный метод обеспечивает необходимую точность и минимальные значения операционных припусков при минимальной себестоимости. Разработана маршрутная технология, которая состоит из обработки следующих основных операций: фрезерования плоскостей, растачивания отверстий, обработки крепежных отверстий. С учетом типового технологического процесса изготовления корпуса червячного редуктора сформированы технологические операции. Так как одной из главных операций является отделочная обработка плоскостей, а также обработка основных отверстий, подробное проектирование представлено на эти операции – многоцелевую и расточную. Для многоцелевой операции спроектировано приспособление в виде сборно-разборного переналаживаемого приспособления, а также торцовая фреза. Спроектированное станочное приспособление наилучшим образом подходит для среднесерийного производства за счет возможности быстрой переналадки, а также использования механизированного привода зажима. Предусмотрены меры по защите охраны труда и экологичности, а изменения конструкции фрезы обоснованы в ходе экономического расчета.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Систематизация поверхностей.....	7
1.3 Анализ технологичности детали .....	8
2 Технологическая часть работы .....	14
2.1 Определение типа производства .....	14
2.2 Проектирование заготовки.....	15
2.3 Разработка переходов .....	19
2.4 Расчет размеров и припусков.....	21
2.5 Выбор технологических баз.....	24
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	25
2.7 Расчет режимов резания .....	28
2.8 Расчет времени .....	36
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	39
3.1 Проектирование зажимного приспособления .....	39
3.2 Проектирование инструмента.....	46
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	49
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	49
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	50
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	51
4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта .....	52
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	52
5 Экономическая эффективность работы .....	55
Заключение .....	61
Список используемых источников.....	62
Приложение А Маршрутные карты .....	65
Приложение Б Спецификация на приспособление .....	70
Приложение Г Спецификация на инструмент .....	72

## Введение

Работа современного технологического оборудования невозможна без использования разнообразных приспособлений и механизмов.

Одной из наиболее ответственных деталей различных редукторов является корпус, в котором происходит установка, закрепление и задание траекторий перемещений его узлов и деталей.

Одной из главных задач, которые необходимо решить в ходе проектирования технологических процессов - это обеспечение точности. Точность определяется на основе служебного назначения соответствующих поверхностей. Она регламентируется стандартами на разном уровне. Это касается допусков размеров, допусков расположения поверхностей друг относительно друга, а также точности формы. Кроме этого, есть такие элементы характеризующие точность, как волнистость, которая на чертежах рабочих деталей, как правило, не регламентируется, но очень сильно влияет на эксплуатационные и конструкторские характеристики изделия. На микроуровне параметры качества поверхности задаются показателем шероховатости.

Все эти технические требования могут относиться к разным по видам поверхностям: плоскостям, цилиндрическим внутренним или наружным поверхностям, резьбовым, зубчатым элементам. Для каждого из этих типов поверхностей применяются типовые технологические переходы, выполняемые на различных металлорежущих станках при помощи разнообразных режущих инструментов с соответствующими кинематическими схемами обработки.

Для корпусной детали характерно ее неподвижное положение при обработке. Соответственно, все кинематические движения резания осуществляет, как правило, инструмент. Поэтому при обработке корпуса необходимо выбирать оборудование с инструментальным шпинделем. Основным типом таких станков, которые используются в современном

производстве, является многооперационный или многоцелевой тип. Каждый из них имеет определенную компоновку: вертикальную или горизонтальную.

Для обработки основных поверхностей, которые расположены или в вертикальном или горизонтальном направлении, требуется соответствующее оборудование. Поэтому, при обработке корпуса червячного редуктора будут использованы многооперационные станки, как вертикальной, так и горизонтальной компоновки инструментального шпинделя.

Использование современного высокоскоростного оборудования обеспечивает максимальную концентрацию технологических переходов. Это будет определять максимальную точность расположения обработанных с одного установка поверхностей. Поэтому снижается количество переходов, количество операций, общая трудоемкость и себестоимость изготовления корпуса.

В ходе работы необходимо обеспечить проектирование технологии, которая при минимальных издержках, обеспечит необходимые требования, заданные на рабочем чертеже корпуса червячного редуктора для заданного объема выпуска в 1000 деталей в год.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение детали**

Корпус червячного редуктора предназначен для взаимной ориентации червяка и червячного колеса, установленного на валу. Корпус работает в условиях значительных статических и динамических нагрузок из-за особенностей работы червячного зацепления.

Механизм состоит из корпуса, в котором установлен тихоходный вал со сборным червячным колесом, вращающийся на конических роликовых подшипниках, и червяк с пересекающейся осью, который тоже установлен на конических роликовых подшипниках.

Чтобы обеспечить выполнение червячным редуктором своего служебного назначения необходимо обеспечить кинематическую точность зубчатой передачи. Это достигается путем регулировки радиального зазора в зацеплении, который возможно обеспечить способом неполной взаимозаменяемости [2].

Второй параметр по точности – не симметричность плоскости червяка и червячного колеса. Способ состоит в передвижении зубчатого червячного колеса вдоль оси вала путем подбора толщины прокладок под установочные крышки.

Корпус червячного редуктора является базовой деталью всего изделия, внутри которого размещаются и на который монтируются все остальные детали, входящие в состав изделия. Корпус обеспечивает требуемое взаимное положение и точность положения остальных деталей. Зубчатая передача, расположенная внутри корпуса, работает со значительными нагрузками, поэтому корпус испытывает сильные напряжения.

Эскиз детали корпуса показан на рисунке 1, где указаны номера всех основных поверхностей. Данные поверхности далее анализируются на предмет их назначения с точки зрения работы корпуса в редукторе.

Материалом корпуса является серый чугун марки СЧ 18 по ГОСТ 4543-71, который обладает следующими параметрами. Предел прочности материала не менее 180 МПа, а твердость по Бринеллю НВ 190..241 [7].

## 1.2 Систематизация поверхностей

Все поверхности корпуса представлены на рисунке 1.

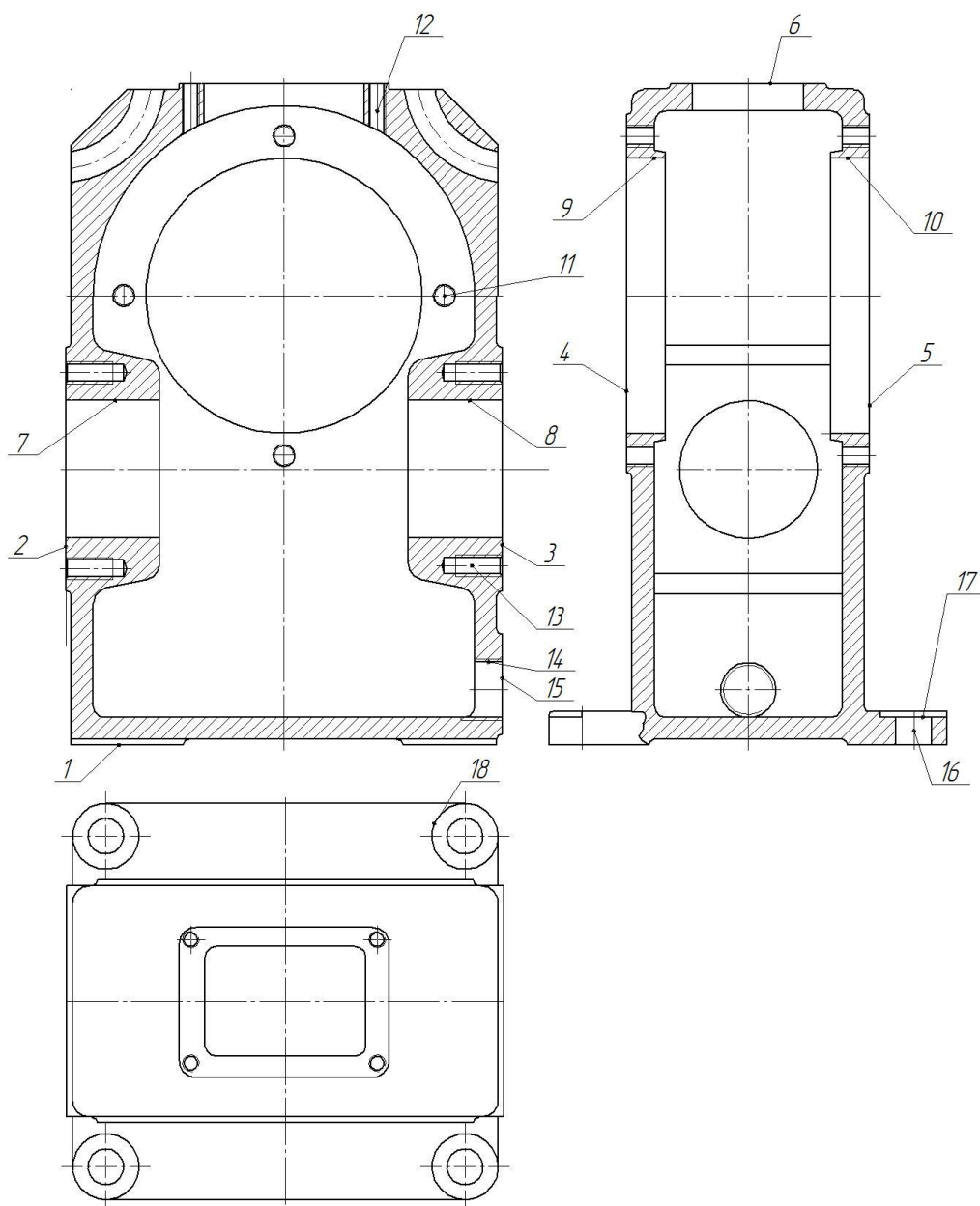


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Для обеспечения нормальной работоспособности зубчатой передачи согласно рекомендациям назначаем следующие требования к точности формы и взаимного расположения поверхностей. Для нормального позиционирования крышки и основания корпуса назначаем отклонение от плоскостности поверхности 1. Для обеспечения необходимой траектории вращения валов в подшипниках назначаем отклонение от соосности поверхностей отверстий 7 и 8, поверхностей отверстий 9 и 10, а для нормальной работы подшипников - отклонение от цилиндричности поверхностей отверстий 7-10. Допуски на размеры корпуса и шероховатость поверхностей назначаем согласно рекомендациям ГОСТ Р 53464-2009.

### 1.3 Анализ технологичности детали

Материал детали – СЧ 18 ГОСТ 4543-71. Является не дефицитным.

Корпус относится к категории неразборных деталей призматической формы. Он имеет типовую конструкцию и содержит два комплекта основных отверстий со скрещивающимися под 90° осями [2].

Техническая информация по поверхностям в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ исходных данных

Поверхность		Размеры		Форма, расположение			Ra, мкм
Тип	Форма	Габарит, мм	Квалитет точности	Погрешность	Допуск, мм	Класс точности	
1	2	3	4	5	6	7	8
1 ОКБ	Плоская	240	14	Плоскостность	0,01	8	1,25
2 ВКБ	Плоская	158	14	Перпендикулярность	0,04	8	1,25
3 ВКБ	Плоская	158	14	Перпендикулярность	0,04	9	1,25
4 ВКБ	Плоская	88	14	Перпендикулярность	0,02	8	1,25



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
5 ВКБ	Плоская	88	14	Перпендикулярность	0,02	8	1,25
6 ВКБ	Плоская	240	14	Перпендикулярность	-	8	1,25
7 ИП, ВКБ	Отверстие	50	7	Соосность	0,0	8	0,63
8 ИП, ВКБ	Отверстие	50	7	Соосность	0,05	8	0,63
9 ИП, ВКБ	Отверстие	20	12	Соосность	0,06	8	0,63
10 ИП, ВКБ	Отверстие	136	12	Соосность	0,06	8	0,63
11 ВКБ	Резьба	100	9	-	-	-	2,5
12 ВКБ	Резьба	100	9	-	-	-	2,5
13 ВКБ	Резьба	136	12	-	-	-	2,5
14 ВКБ	Резьба	8	12	-	-	-	2,5
15 ВКБ	Плоская	8	12	-	-	-	2,5
16 ВКБ	Отверстие	8	12	-	-	-	6,3
17 ВКБ	Проточка	8	12	-	-	-	6,3
18 ВКБ	Проточка	24	12	-	-	-	6,3
Примечание: ОКБ – основные конструкторские базы; ВКБ – вспомогательные конструкторские базы.							

Деталь имеет поднутрения из-за конструктивных особенностей, которые будут представлять сложности при получении исходной заготовки. Так как материал детали серый чугун, альтернативными способами литья для условий, определенных заданием, является литье в песчаные формы с ручной формовкой по деревянным моделям или литье в оболочковые формы.

Все поверхности корпуса червячного редуктора делятся на три основных группы. Это установочная и привалочные плоскости для установки самого редуктора и для закрепления крышек, которые обеспечивают герметизацию внутренней полости механизма. корпус имеет одну установочную плоскость 1 (рисунок 1), которая представляет собой два плоскостных элемента, расположенных по сторонам нижнего основания. Так как червячный редуктор имеет две системы перекрещивающихся отверстий, основные отверстия под установку подшипниковых элементов имеют различные размеры. Пара соосных отверстий предназначена для установки червяка, верхняя пара больших отверстий предназначена для установки вала червячного колеса. Эти отверстия с прилегающими торцами образуют комплекс технологических поверхностей, связанных требованиями по перпендикулярности. Это необходимо для обеспечения плотного прилегания торцов крышек и исключения вытекания масла и попадания грязи внутрь корпуса.

Имеется также два дополнительных элемента в виде верхней установочной плоскости с прямоугольным отверстием для диагностического осмотра, а также заливки масла. Внизу корпуса расположено резьбовое отверстие под слив масла с прилегающим торцом, который необходим для обеспечения герметичности внутренней среды за счет плотного прилегания буртика винта, который будет вкручиваться в данное резьбовое отверстие. Кроме этого корпус содержит комплекс крепежных резьбовых отверстий, расположенных по периметрам основных отверстий, а также вокруг диагностического окна. По этим отверстиям происходит крепление при помощи винтов различных крышек. В нижнем сливном отверстии крепится герметизирующий винт. В корпусе имеются два искривленных канала, которые выполняют функцию крепежных элементов для строп при перемещении данного корпуса или редуктора в сборе. Эти элементы получают на заготовительном этапе и не подвергаются механическому воздействию. С точки зрения механической обработки все поверхности

инструментально и контроле доступны. Вход и выход инструментов обеспечивается. Конструктивные элементы детали не содержат каких-либо особенностей. Все элементы стандартизированы, унифицированы, включая плоскости, основные отверстия и крепежные элементы.

С точки зрения концентрации переходов, заготовку такой формы можно обрабатывать одновременно с разных сторон или проводить обработку поверхностей с одной стороны (например, для основных отверстий насквозь по всей их длине).

По технологичности деталь содержит группы основных и крепежных отверстий расположенных с разных направлений. Две пары основных отверстий располагаются в горизонтальной плоскости под  $90^\circ$ . Кроме этого они располагаются на разной высоте.

Система крепежных отверстий для диагностического канала расположена на верхней плоскости в вертикальном направлении. Это требует при изготовлении этих отверстий использования металлорежущего оборудования с различной компоновкой инструментальных шпинделей. Необходимо задействовать многооперационные станки, поскольку тип производства относится к серийной группе, как горизонтальной, так и вертикальной компоновки.

Выход для резьбового инструмента для верхних крепежных отверстий, а также для нижнего сливного отверстия, неудовлетворительный из-за неровной формы выходной поверхности. Это будет сказываться неблагоприятно на стойкости режущего инструмента. Кроме этого нижние выточки, поверхности 17 и 18 для упора торцовых поверхностей головок монтажных винтов, могут быть получены только за счет вертикального движения инструмента. С учетом того, что расположены эти отверстия близко к вертикальной стенке корпуса редуктора, вылет режущего инструмента в данном случае при подводе его сверху будет значительный. В данном случае более целесообразно обработку провести через верхнюю

плоскость 1 для корпуса в перевернутом положении при помощи специализированного режущего инструмента с откидывающимся резцом.

Корпус представляет собой отливку коробчатой формы довольно сложной формы, но благодаря хорошим литейным свойствам материала получить ее литьем возможно с минимальными припусками.

Деталь - корпус червячного редуктора, представляет корпус коробчатой формы. Деталь имеет одну полость сложной формы, которую можно обеспечить только на заготовительной операции. Свободные поверхности являются необрабатываемыми. Поверхности, требующие много переходной обработки из-за высоких требований по точности и шероховатости, расположены в разных направлениях. Это относится к взаимно перпендикулярным основным отверстиям. Поэтому подвод инструмента необходимо осуществлять как по горизонтали, так и по вертикали. Кроме этого, точные поверхности - плоскости под смотровые крышки и установочная плоскость, расположены на параллельных плоскостях с двух противоположных сторон внизу и вверху заготовки. Это требует переустановки заготовки с ее поворотом, что будет снижать точность взаимного расположения поверхностей.

Требования по точности являются типовыми. Отверстия под подшипники и крышки необходимо получить по седьмому качеству точности. Также необходимо обрабатывать поверхности, расположенные с возможностью свободного прохода инструмента, включая торцовые фрезы. Есть ограничение по свободному подводу инструмента для плоскости под крышку, расположенную снизу внутри углубления. Кроме этого, резьбовое отверстие с прилегающей бобышкой под сливное отверстие также требует поворота заготовки вокруг вертикальной оси. Отверстия резьбовые крепежные с метрической резьбой унифицированы и имеют одно исполнение - М8 на различных плоскостях.

Для надежной фиксации редуктора в сборе используются пластики с крепежными отверстиями. На поверхности под головку болтов нет

выделенной установочной плоскости, что делает данную поверхность не технологичной. Предлагается использовать цилиндрическую расточку, выполненную при цековании. С точки зрения технологичности, в целом, корпус червячного редуктора можно считать технологичным.

#### **1.4 Задачи работы**

Задачами работы являются на основе анализа технических требований рабочего чертежа корпуса, анализа общей технологичности детали с выявленными недостатками и предложенными изменениями, выбрать тип производства [12]. С учетом него определить способ получения исходной заготовки, назначить технологические переходы. С учетом типового технологического процесса сгруппировать их в соответствующие технологические операции, подобрать подходящие технологическое оборудование и соответствующее оснащение. Для определенной ответственной лимитирующей операции выполнить проектирование зажимного приспособления и обрабатывающего инструмента. Предусмотреть меры по обеспечению охраны труда и выполнить экономическое обоснование предложенных изменений.

#### **Выводы по разделу**

В разделе выполнено проектирование рабочего чертежа детали с изменениями конструкции, которые основаны на анализе технологичности конструкции корпуса червячного редуктора. Анализ технологичности показал определенные трудности, которые будут возникать в ходе изготовления данной детали. Сформулированы задачи по выполнению данной работы. Анализ элементов, которые определяют не технологичность конструкции данных деталей, позволил наметить пути их решения за счет выбора соответствующего оборудования и инструмента.

## **2 Технологическая часть работы**

### **2.1 Определение типа производства**

Первым этапом проектирования технологии является выбор типа производства. Он основан на анализе трудоемкости, которая определяется косвенно по массе самой детали и заданному годовому выпуску. Для массы 8 кг и 1000 деталей в год тип производства – среднесерийный [22].

Общие организационно-технические признаки выбранного производства приводятся ниже. Согласно рекомендациям принимаем следующую стратегию разработки ТП. С точки зрения организации технологического и, в целом производственного процесса, необходимо использовать переменную-поточную форму, что подразумевает частую переналадку оборудования на изготовление различных заготовок. После подготовки технологического оборудования оно функционирует в режиме поточного производства с минимальной синхронизацией и производственными заделами. Так как партия запуска относительно невысокая, в заделах нет никакой необходимости.

Эти партии запуска определяются с учетом выбранной периодичности, например, каждые 12 дней.

Разработка технологического процесса ведется на основе типового, взятого из справочной технологической документации и литературы. Итогом данного проектирования должен быть единичный технологический процесс, представленный в виде комплекта технологической документации в виде маршрутных и операционных карт в приложениях А и Б.

При проектировании заготовок необходимо ориентироваться на методы получения, имеющие среднюю точность, а также себестоимость, что позволяет сочетать оптимальным образом затраты на получение как самой заготовки, так и на последующую механическую обработку.

Коэффициент закрепления операций принятого типа производства меняется в диапазоне от 10 до 20. Настройка технологического оборудования производится для черновых этапов по эталону, для чистовых - методом обработки пробной партии заготовок. Нормирование – детальное на основании табличных данных.

## **2.2 Проектирование заготовки**

Заготовку данной детали можно получить только методами литья из используемого материала серого чугуна СЧ 18[11].

До того чтобы обоснованно определить затраты на заготовки, необходимо провести их предварительное проектирование. Для этого нужно назначить параметры точности размеров на отливки. Соответственно, по допускам определить ряд припусков. Степень коробления также позволяет определить дополнительные допуски на погрешности формы и расположения.

Согласно рекомендациям [11], в качестве метода получения заготовки для корпуса принимаем литье в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных и высокопрочных смесей.

С учетом ручной формовки по деревянным моделям, особенностям расположения разъема формы (она плоская), стержень имеет сложную конфигурацию, так как имеется затемненные области.

По таблицам [11] определяется точность отливки в землю 11 – 8 – 11 – 8, где по порядку параметры обозначают 11 – класс размерной точности, 8 – степень коробления, 11 – степень точности поверхности, 8 – класс точности массы.

По таблицам [11] определяется точность отливки в оболочковые формы 9 – 7 – 9 – 7, где по порядку параметры обозначают 9 – класс размерной точности, 7 – степень коробления, 9 – степень точности поверхности, 7 – класс точности массы.

Для проектирования исходной заготовки необходимо назначить припуски. В данном случае используется показатель степени точности поверхности. Для уточнения используется параметр - литье в песчаные формы материала серого чугуна. С учетом этого выбран третий ряд припусков. Для оболочкового литья – второй.

В таблицах 2 и 3 приведены исходные размеры детали, назначенные припуски, размеры, пересчитанные размеры и отклонения на соответствующие размеры.

Таблица 2 - Таблица припусков и допусков на размеры (оболочковое литье)

Размеры, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Окончательный размер, мм
Диаметр 50	2,0	2,8	Диаметр 45,4±1
Диаметр 100	2,4	3,6	Диаметр 92,8±1,2
240	2,8	3,6	247,2±1,4
88	2,2	2,8	93,6±1,1
158	2,4	2,8	163,6±1,4

Таблица 3 - Таблица припусков и допусков на размеры (литье в землю)

Размеры, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Окончательный размер, мм
Диаметр 50	4,0	4	Диаметр 42±2
Диаметр 100	4,4	4	Диаметр 98±2,2
240	5,6	5,6 и 3	249,6±2,8
88	4,4	4	96±2,2
158	5,0	4	166±2,5

С учетом этого, на основные размеры установочных, привалочных плоскостей, а также основных отверстий, назначены припуски для двух методов получения заготовки: на отливку в землю и отливку в оболочковые формы.

Дополнительно для этих двух способов назначены заготовительные конструктивные элементы: литейные уклоны и радиусы. Так как



конструктивная форма заготовки сложная, ее массу определяем на основе типовых коэффициентов использования материалов для данных способов литья. Так как литье в оболочковые формы является более точным способом, коэффициент использования материала для него принимаем равным 0,8, а для литья в землю 0,7.

С учетом принятой исходной массы заготовки равной 8 кг, находим массы заготовок. Для литья в оболочковые формы получаем массу заготовки равной 10 кг, а для литья в землю масса отливки будет равна 11,4 кг. С учетом полученных параметров заготовок произведем технико-экономическое сравнение сравниваемых вариантов.

Литейные уклоны: внешние  $5^\circ$ , внутренние –  $7^\circ$ . Радиусы – 4 мм. Допуски формы и расположения для размеров до 125 мм – 0,5 мм, от 125 до 160 мм – 0,64 и свыше 160 – 1 мм.

Формула, для определения технологической себестоимости заготовки с учетом затрат на обработку [12]

$$C_T = \frac{q}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (1)$$

где  $q$  – масса детали, кг;

$K_{M_i}$  – коэффициент использования материала для способа получения исходной заготовки;

$C_{заг}$  – стоимость заготовки, руб/кг;

$C_{мех}$  – стоимость обработки, руб/кг;

$C_{отх}$  – стоимость отходов, руб/кг.

Затраты на обработку

$$C_{мех} = C_C + E_M \cdot C_K, \quad (2)$$

где  $C_C$  – текущая стоимость обработки, руб/кг;

$C_K$  – капитальная стоимость обработки, руб/кг;

$E_H$  – стандартный параметр отдачи капитальных вложений.

Примем для расчета:  $C_C=4,95$  руб/кг,  $C_K=10,85$  руб/кг,  $E_H= 0,15$ . Для общего машиностроения. Для отходов:  $C_{отх} = 1,4$  руб/кг.

$$C_{мех} = 4,95 + 10,85 \cdot 0,15 = 6,58 \text{ руб.}$$

Стоимость отливки корпуса равна

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (3)$$

где  $C_{шт}$  – справочная стоимость базового способа литья, руб/кг;

$h_T$  – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

$h_C$  – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

$h_B$  – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

$h_M$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

$h_{II}$  – коэффициент, учитывающий группу серийности» [11].

Для литья параметры будут следующие:  $h_T$  равен 1,06, так как первый класс точности;  $h_M$  равен 1,21, так как серый чугун;  $h_C$  равен 1,2, так как четвертая группа сложности;  $h_B$  равен 0,91, так как материал- серый чугун;  $h_n$  равен 0,52, так как первая группа серийности.

В землю аналогичные параметры:  $h_T$  равен 1,0, так как первый класс точности;  $h_M$  равен 1,21, так как серый чугун;  $h_C$  равен 1,15, так как четвертая группа сложности;  $h_B$  равен 0,91, так как материал- серый чугун;  $h_n$  равен 0,52, так как первая группа серийности.

Для отливки в оболочковые формы коэффициент базовой стоимости 13 руб/кг, а для литья в землю – 129 руб/кг.

Тогда отливка в оболочковые формы

$$C_{заг} = 138 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,21 \cdot 1,15 \cdot 0,91 \cdot 0,52 = 96,3 \text{ руб.}$$

Тогда отливка в землю

$$C_{заг} = 129 \cdot 1 \cdot 1,21 \cdot 1,15 \cdot 0,91 \cdot 0,52 = 84,9 \text{ руб.}$$

Общая стоимость отливки в оболочковые формы получается

$$C_T = 10 \cdot [96,3 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,8)] = 973 \text{ руб.}$$

Общая стоимость отливки в землю получается

$$C_T = 11,1 \cdot [84,9 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,7)] = 959,6 \text{ руб.}$$

В результате сравнения получили, что стоимость литья в землю, меньше чем литье в оболочковые формы за счет менее значительных затрат на получение исходной заготовки.

Вывод: в качестве метода получения заготовки принимаем литье в землю.

### **2.3 Разработка переходов**

Для обеспечения необходимой точности поверхностей, указанной на чертеже, необходимо выбрать технологические переходы с учетом формы обрабатываемой поверхности и ее параметров [6].

Для того чтобы спроектировать технологический маршрут и план изготовления корпуса червячного редуктора необходимо на основные типы поверхности разработать технологические переходы. Для нижней и верхней плоскостей используем торцевое фрезерование. Для обеспечения необходимой точности и качества поверхностей выполним это фрезерование двухкратно (черновое и чистовое) [5].

Для обработки основных отверстий используется типовой набор технологических переходов в виде трехкратного растачивания (чернового, получистового и чистового). Для того, чтобы обеспечить необходимую соосность отверстий, проводим растачивание на проход с одного установа без поворота заготовки. Для обеспечения необходимой точности и качества последний, отделочный переход растачивания, выполняем на специализированном алмазно-расточном оборудовании [21].

Для обработки торцов, которые используются для фиксации крышек и прилегающие к основным отверстиям, применим подрезку торцевыми

фрезами. Так как размеры данной детали в целом относительно небольшие, можно применить инструмент, который обеспечивает обработку этих плоскостей за один проход перекрытием по ширине. Для обеспечения заданной точности также применяем двухкратное фрезерование.

Для обработки крепежных отверстий используется три технологических перехода: сверление спиральным сверлом, зенкование для обработки фаски и нарезание метчиком крепежной резьбы.

Для обработки отверстий под сливную пробку используем также фрезерование торцовое, сверление, зенкование и нарезание резьбы метчиком.

Для обработки нижних крепежных отверстий с выточкой применим на обратном проходе специализированный инструмент [10].

С точки зрения установки заготовки используем два из установочных отверстий 16 под базирование на цилиндрический и ромбический опорные пальцы. Для этого последовательно обрабатываем отверстия по диагонали сверлением с припуском под зенкерование и развертывание.

Далее эти технологические переходы группируем в операции, которые соответствуют базовой технологии. То есть на первой операции, после заготовительного этапа, в перевернутом виде производим обработку заготовки двукратным фрезерованием установочной плоскости 1. Сверление двух отверстий в размер чертежа, и двух отверстий последовательно сверлением, зенкерованием, развертыванием с окончательным размером по чертежу после развертывания. Кроме этого для всех четырех отверстий применим обратное цекование с проходом режущего инструмента через сами отверстия [9]. Установка заготовки будет проводиться при помощи цилиндрической оправки по основным отверстиям под установку червяка [20]. Это позволит обеспечить максимальную равномерность припуска на данных отверстиях и снизить количество необходимых переходов. Как опорные точки используем один из опорных буртиков под крышку для малого и большого отверстий.

Оснащение включает помимо сборно-разборного приспособления стол 7204-0021 ГОСТ 16936-71 [18]. Инструменты [14]: Фреза 2214-0311 диаметром 63 мм, зубьев 5, ВК8 ГОСТ 22087-76, 2214-0311 фреза диаметром 63 мм, зубьев 5, ВК6 ГОСТ 22087-76. 2301-0866 сверло диаметром 13, Р6М5 ГОСТ 19546-74 и 2301-1050 сверло диаметром 11 мм, Р6М5 ГОСТ 19547-74. 2320-5687 зенкер диаметром 12,75 мм ГОСТ 3231-71. 2363-0115 Развертка диаметром 13 мм, ВК6 ГОСТ 1672-80. Резец обратный Р6М5.

Стол 7204-0023 ГОСТ 16936-71 [19]. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 [16]. Фреза 2214-0505 диаметром 100 мм, зубьев 8 ВК8 ГОСТ 28719-90. 2214-0505 Фреза диаметром 100 мм, зубьев 8, ВК6 ГОСТ 28719-90.

Фреза 01.2.0234.000-02 диаметром 160 мм, зубьев 10 Р6М5 ТУ 2-035-910-83. Стол 7204-0023 ГОСТ 16936-71. Головка расточная 181352112 ОСТ 2И23-1-83. Фреза 2214-0502 диаметром 63 мм, зубьев 6, ВК8 ГОСТ 28719-90. Сверло 2301-1010 диаметром 7 мм, Р6М5 ГОСТ 19547-74 и метчик 2629-0037 ГОСТ 17927-72. Сводная информация представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Методы обработки

Вид	Квалитет	Ra мкм	Переходы (квалитет, шероховатость в мкм)
Плоскость	14	1,25	Фрезерование черновое (12; 3,2) Фрезерование чистовое (10; 1,25)
Основные отверстия	7	0,63	Растачивание черновое (12; 6,3) Растачивание чистовое (9; 2,5) Растачивание токовое (7; 0,63)
Резьбовые отверстия	8	2,5	Сверление (12; 12,5) Зенкование (12; 6,3) Нарезание резьбы (8; 2,5)
Установочные отверстия	14	6,3	Сверление (12; 6,3) Цекование (11; 6,3)

## 2.4 Расчет размеров и припусков

Необходимо расчетным способом определить значение минимального припуска.

Припуск считаем на переходы по обработке основного отверстия диаметром  $50H7(+0,03)$  мм [11].

Для вычисления припуска необходимо определить его составляющие, куда входят глубина дефектного слоя и шероховатость от предыдущего перехода, возможное пространственное отклонение в виде различных смещений и короблений, опять же от предыдущего перехода, а также погрешность установки, возникающая при выполнении перехода на данной операции.

Дефектный слой и шероховатость

$$a = Rz + h, \quad (4)$$

где  $Rz$  – шероховатость обрабатываемой поверхности, мкм;

$h$  - дефектный слой, мкм.

С учетом материала заготовки в структуру минимального припуска дефектный слой будет входить только для заготовительной операции. Это связано с минимальным наклепом, который возникает при механической обработке чугунов СЧ18 из-за их малой пластичности.

Все выбранные показатели сведены в таблицу 5. Для определения пространственного коробления обрабатываемого отверстия на заготовительной операции учитываем табличные значения удельного коробления и размеры самого отверстия

$$\Delta_{i-1} = \rho_{кор}, \quad (5)$$

где  $\rho_{кор}$  –коробление заготовки, мм.

Для остальных переходов данный параметр вычисляется с учетом поправочного коэффициента уточнений

$$\Delta_i = K_y \cdot \Delta_z, \text{ мкм} \quad (6)$$

где  $K_y$  - коэффициент уточнения;

$\Delta_3$  - суммарное пространственное отклонение отливки, мкм.

Коробление с учетом изменений в радиальном и продольном направлениях

$$\Delta_3 = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, \quad (7)$$

где  $d$  и  $l$  – размеры отверстия заготовки (соответственно диаметр и длина, мм);

$\Delta_k$  – удельное коробление отливки, мкм/мм.

Для отливки корпуса в песчаные формы  $\Delta_k = 0,8$  мкм/мм и расчет дает

$$\Delta_3 = \sqrt{(0,8 \cdot 50)^2 + (0,8 \cdot 34)^2} = 0,05 \text{ мм.}$$

По стандарту это отклонение для 50 мм равно 0,5 мм. Данное значение и примем. Кроме этого необходимо предусмотреть смещение положения базовых отверстий от оси отверстий. Данная погрешность формируется на многоцелевой операции и равна 0,15 мм. Тогда суммарно пространственные отклонения будут 0,2 мм.

Все последующие пространственные отклонения пересчитаны и через коэффициент уточнения внесены в таблицу 5.

Общий припуск  $2Z_{\min}$  составит:

$$2[Z_i]_{\min} = 2 \left[ (a^{i-1}) + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (8)$$

где  $a^{i-1}$  – сумма по формуле (2). мкм;

$\Delta_{i-1}$  – смещения по формулам (4) и (5), мкм;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки, мкм.

Расчетные размеры по переходам:

$$2D_{\max}^{i-1} = 2D_{\max}^i - 2Z_{\min}^i, \quad (9)$$

$$2D_{\min}^{i-1} = 2D_{\max}^{i-1} - T2A_{i-1}, \quad (10)$$

где  $D_{\max}^i$  - максимальный диаметр на данном переходе, мм;

$D_{\max}^{i-1}$  - максимальный диаметр на предыдущем переходе, мм;

$T2A_{i-1}$  - допуск на размер, мм.

Максимальное значение припуска:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T2D_{i-1} - T2D_i. \quad (11)$$

Таблица 5- Результат расчета припуска

Переход	Составляющая, мкм				Допуск ТД, мм	Предельные размеры заготовки, мм		Предельные припуски, мм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	$\epsilon y$		Dmax	Dmin	2Zmax	2Zmin
Отливка	500		50 0	-	4	69,1	65,1	-	-
Растачивание черновое	50	-	25	150	0,3	70,4	70,1	5,0	1,323
Растачивание чистовое	20	-	20	80	0,12	49,75	71,0	0,88	0,7

В результате получаем операционные размеры и глубину резания по переходам.

## 2.5 Выбор технологических баз

Для установки заготовки корпуса на первой операции применяется специализированное приспособление. Для обеспечения единства баз используется установочная оправка, на которую заготовка корпуса устанавливается по отверстиям, которые нужны для установки червяка. Две опорные базы создаются кронштейнами, которые упираются в торцы,



прилегающие к основным отверстиям. Зажим заготовки производится за счет фиксации с двух сторон подвижным прихватом, действующим вдоль оси оправки [9]. На всех остальных технологических операциях корпус устанавливается по типовой схеме: плоскость и два отверстия. Плоскость устанавливается на три опорных пальца с плоской опорной поверхностью. Базовые отверстия устанавливаются на цилиндрический и срезанный пальцы. Зажим осуществляется при помощи прихватов.

## **2.6 Выбор средств технологического оснащения**

На первой операции на станке - вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ NAMSUN SPACE 540 используется сборно-разборное приспособление с гидравлическим зажимом. Инструментами являются две торцевые сборные насадные фрезы с использованием базирующих оправок с твердосплавными зубьями ВК8. Для обработки отверстий применяются два комплекта спиральных сверл, зенковка, цековка, зенкер и развертка.

На многоцелевой операции, которая выполняется на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ СPECTR МНМ-400 за два установка, применим сборно-разборное спроектированное приспособление. Для обработки по торцам используются торцевые сборные фрезы с пластинами ВК8.

Для обработки основных отверстий используются на координатно-расточном станке 2E460AФ1 расточные борштанги со сменными режущими головками, в которые вставляются пластины ВК8. Обработка на 015 многоцелевой операции ведется последовательно с двух позиций. Поэтому приспособление установлено на поворотном столе.

На многоцелевой операции на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ СPECTR МНМ-400 для обработки крепежных отверстий применяют набор спиральных сверл, зенковку и метчик.

Для многоцелевой операции с вертикальной компоновкой применяется сборная насадная торцевая фреза с пластинами ВК8, а также аналогичный набор для обработки крепежных отверстий, как и на операции 015.

Для финишной, расточной операции применим сборные расточные борштанги с возможностью повышенного демпфирования динамических возмущений с пластинами ВК4ОМ.

Измерительные инструменты применяются универсальные с абсолютной системой отсчета типа штангенциркулей, микрометров, калибра резьбового на М8.

Сводная таблица 6 с данными по операциям по оборудованию, зажимным приспособлениям и режущему инструменту.

Таблица 6 – Выбор средств технологического оснащения

Операция	Наименование оборудования	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5
005 Многооперационная	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ NAMSUN SPACE 540	Приспособление специализированное	Фреза торцевая 60 мм	Шаблон Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,1 мм, ГОСТ 166-89
			Сверло Р6М5 диаметр 13 по ГОСТ 4010-77 Цековка обратная Р6М5 диаметр 24	
			Сверло диаметр 13 Р6М5 ГОСТ 19546-74	
			Сверло спиральное Р6М5 11	

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
-	-	-	по ГОСТ 4010-77 Зенкер диаметр 12 Р6М5 ГОСТ 21581-76 2363-0115 Развертка диаметр 13 ВК6 ГОСТ 1672-80	-
010 Многооперационная	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ SPECTR МНМ-400	Приспособление специализированное наладочное	Фреза торцевая 160 мм	Шаблон
			Фреза торцевая 100 мм	
015 Расточная	Координатно-расточной станок 2Е460АФ1	Приспособление специализированное	Расточная оправка с резцом ВК8	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Расточная оправка с резцом ВК6	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
020 Многооперационная	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ SPECTR МНМ-400	Приспособление специализированное	Сверло спиральное с хвостовиком Р6М5 7 мм по ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,1 мм, ГОСТ 166-89
			Метчик М8 по ГОСТ 3266-81	
025 Расточная	Координатно-расточной станок 2Е460АФ1	Приспособление специализированное	Расточная оправка с резцом ВК40М	Шаблон Калибр-пробка. Нутромер индикаторный ГОСТ 9384-60
030 Моечная	Камерная моечная машина	Приспособление специальное	-	-

## Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
035 Контрольная	Контрольный стол	Контрольная плита, кл. 1 по ГОСТ 10905-75.	-	Индикатор ИГМ, тип I, по ГОСТ 9696-61. Штатив магнитный ШМ-ПН по ГОСТ 10197-70

### 2.7 Расчет режимов резания

Проектирование выполним для двух технологических операций.

010 операция по обработке плоскостей. Для этого рассчитываются дважды переходы по обработке торцовой фрезой: для черновой и чистовой обработки.

Также проведем проектирование технологической 015 операции по обработке системы основных отверстий.

Исходные данные для расчета по переходам для фрезерования.

Обрабатываемый материал – СЧ18 с твердостью материала около НВ 240.

Используется специализированное приспособление с механизированным приводом (рисунок 2). Смена детали – ручная с использованием подъемно-транспортных средств в виде кран-балки со строповым закреплением [15].

Используемое оборудование: многоцелевой станок.

Используемый инструмент: фрезы торцовые диаметрами 100 и 160 мм с шестью зубьями.

Припуск на торцы 4,4 и 5 мм. По двум переходам это будет для черновой 3 и чистовой обработки 1,4 мм для нижней плоскости, 3,5 и 1,5 мм для верхней. Глубина резания для черного торцового фрезерования –  $t$

равна 3 и 3,5 мм. Подача  $S$  с учетом требуемой шероховатости Ra 3,2 мкм принимается 0,4 мм/зуб или 2,4 мм/об для шести зубьев фрезы [13].

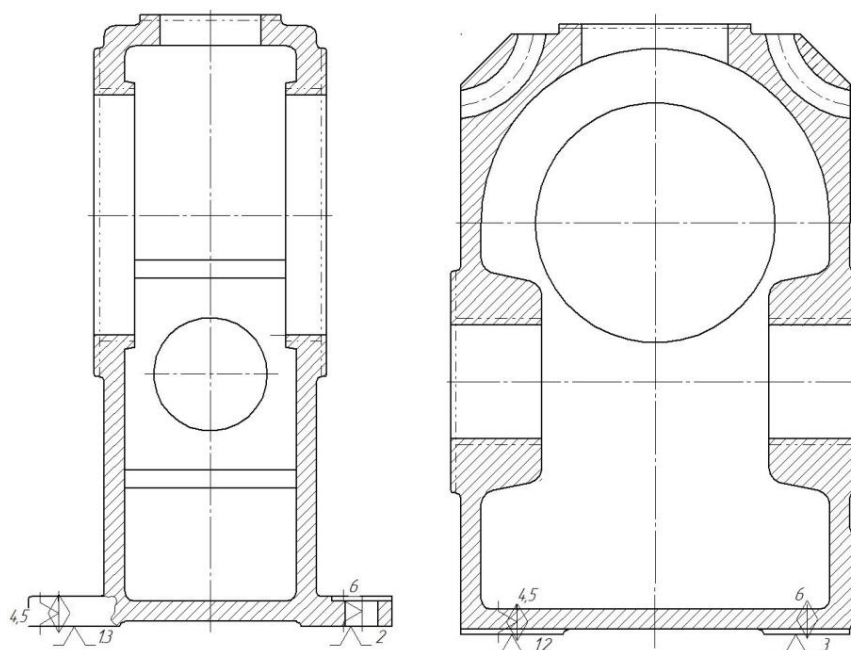


Рисунок 2 – Схема базирования по плоским поверхностям

Скорость резания

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (12)$$

где  $C_v$  - основной коэффициент;

$T$  – экономическая стойкость для серийного производства, мин;

$t$  – расчетный припуск, мм;

$S_z$  – подача на зуб, мм;

$B$  – ширина фрезерования, мм;

$z$  – число зубьев;

$m, x, y, q, u, p$  - уточняющие показатели степени;

$K_v$  - поправочный коэффициент.

Принимаем основной коэффициент 445, экономическая стойкость 80 мин, расчетный припуск 3,5 мм,  $m=0,32$ ,  $x=0,15$  и  $y=0,35$ ,  $q=0,2$ ,  $u=0,2$ ,  $p=0$ .

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}, \quad (13)$$

где  $K_{mv}$  - коэффициент для материала заготовки серого чугуна;

$K_{пв}$  - коэффициент необработанной поверхности заготовки;

$K_{ив}$  - коэффициент материала инструмента (твердый сплав).

Коэффициент поверхности  $K_{пв}$  примем 0,8, для твердого сплава  $K_{ив}$  равен 1.

Для материала

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (14)$$

где  $K_r$  - коэффициент материала (1);

$n_v$  - показатель степени при обработке материала фрезой из твердого сплава ( $n_v$  равен 0,95).

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{240} \right)^{0,95} = 0,8.$$

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,64.$$

$$V = \frac{442 \cdot 100^{0,2}}{80^{0,32} \cdot 30^{0,15} \cdot 0,4^{0,35} \cdot 88^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,44 = 83,5 \text{ мм/мин.}$$

Определяем обороты шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (15)$$

где  $V$  - расчетная скорость, м/мин;

$D$  - диаметр фрезы, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 83,5}{3,14 \cdot 100} = 266 \text{ мин}^{-1}.$$

Скорректированная частота вращения шпинделя будет  $n = 266 \text{ мин}^{-1}$ .

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (16)$$

$$S_m = 2,4 \cdot 266 = 638 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_{\text{ст}}^\omega} \cdot K_{\text{мп}}, \quad (17)$$

где  $C_p$  - базовый коэффициент;

$x, y, n, u, q, \omega$  – показатели степени;

$K_p$  - поправочный коэффициент:

Поправочный коэффициент  $C_p$  примем 54,5, показатели степени  $x=0,9$ ;  $y=0,74$ ;  $q=1,0$ ,  $u=1,0$ ,  $\omega=0$ . Поправочный коэффициент на сплав

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\text{HB}}{190}\right)^n. \quad (18)$$

где  $n$  – показатель степени примем равным 1.

Тогда

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{240}{190}\right)^1 = 1,26.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,4^{0,74} \cdot 88^{1,6}}{100^{1,1} \cdot 1} \cdot 1,26 = 3022 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (19)$$

$$N = \frac{3022 \cdot 83,5}{1020 \cdot 60} = 4,12 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности станка по условию нагрузки:

$$N_e \leq N_{\text{Э,ДВ}} \cdot \eta, \quad (20)$$

где  $N_{\text{Э,ДВ}}$  - мощность станка, кВт ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия привода, который равен 0,9.

$$4,12 \leq 15 \cdot 0,9 = 13,5.$$

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

На данной операции также выполняются черновое фрезерование верхней плоскости при глубине 3,5 мм. Силу считаем.

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,5^{0,9} \cdot 0,4^{0,74} \cdot 160^{1,12}}{200^{1,1} \cdot 1} \cdot 1,26 = 6083 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{6083 \cdot 83,5}{1020 \cdot 60} = 8,3 \text{ кВт.}$$

Режимы обработки на чистовые переходы считаются аналогично и сведены в операционную карту в приложении Б и в таблицу 7.

Таблица 7 – Результат проектирования операции 010

Переход	Скорость резания, м/мин	Подача на оборот, мм/об	Число проходов	Глубина резания, мм	Частота вращения, об/мин	Максимальная мощность резания, кВт
Фрезерование черновое	83,5	2,4/4,8	1	3/3,5	266/133	8,3
Фрезерование чистовое	128	1,2/2,4	1	1,4/1,5	408/204	-

Операция 030 - расточная. Исходные данные для расчета по переходам для растачивания отверстия с окончательным размером 50 и 90 мм, которые обрабатываются на двух уровнях [8].



Обрабатываемый материал – чугун СЧ188 ГОСТ 1412-85 с твердостью материала- НВ 240.

Используется специализированное приспособление с механизированным приводом. Смена детали – ручная. Используемое оборудование: расточной станок 2Е460АФ1.

Используемый инструмент: борштанга расточная сборная с механическим креплением пластины ВК4ОМ,  $\varphi=95^\circ$  по ГОСТ 26612-85.

Глубина резания из таблицы 5 -  $t= 0,4$  мм.

Подача с учетом требуемой шероховатости Ra 0,63 мкм принимается  $S=0,12$  мм/об [8].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \cdot K, \quad (21)$$

где  $C_v$  - основной коэффициент;

$T$  –экономическая стойкость для серийного производства, мин;

$t$  – расчетный припуск, мм;

$m, x, y$ - уточняющие показатели степени;

$K_v$  - поправочный коэффициент для растачивания.

Принимаем основной коэффициент равный 292, экономическая стойкость 40 мин, расчетный припуск 0,4 мм,  $m=0,20$ ,  $x=0,15$  и  $y=0,20$ .

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (22)$$

где  $K_{mv}$ - коэффициент для материала заготовки – серого чугуна;

$K_{pv}$  - коэффициент обработанной поверхности заготовки;

$K_{iv}$  – коэффициент материала инструмента (твердый сплав).

Коэффициент поверхности  $K_{pv}$  примем 1, для ВК4ОМ  $K_{iv}$  равен 1,1.

Для материала

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}, \quad (23)$$

где  $n_v$  - показатель степени при обработке материала резцом из твердого сплава ( $n_v = 1,25$ ).

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{240}\right)^{1,25} = 0,75.$$

$$K_v = 1 \cdot 0,75 \cdot 1,1 = 0,83.$$

$$V = \frac{292}{40^{0,20} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,12^{0,20}} \cdot 0,83 \cdot 0,9 = 183 \text{ м/мин.}$$

Определяем обороты шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (24)$$

где  $V$  – расчетная скорость, м/мин;

$D$  - диаметр отверстия, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 183}{3,14 \cdot 100} = 582 \text{ мин}^{-1}.$$

Скорректированная частота вращения шпинделя будет  $n = 550 \text{ мин}^{-1}$ .

Тогда фактически:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (25)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 550}{1000} = 172,7 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (26)$$

$$S_m = S \cdot n = 0,12 \cdot 550 = 66 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (27)$$

где  $C_p$  - базовый коэффициент;

$x, y, n$  – показатели степени;

$K_p$  - поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (28)$$

где  $K_{mp}$  - поправочный коэффициент на качество материала;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}$  - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания.

Поправочный коэффициент  $C_p$  примем 92, показатели степени  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=0$ , а для геометрии инструмента на главный угол в плане коэффициент  $K_{\varphi p} = 0,89$ , на передний угол  $K_{\gamma p} = 1,0$  и наклона кромки  $K_{\lambda p} = 1,0$ .

Поправочный коэффициент на чугун

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n. \quad (29)$$

где  $n$  – показатель степени примем равным 0,4.

Тогда

$$K_{mp} = \left(\frac{240}{190}\right)^{0,4} = 1,1.$$

$$K_p = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \approx 1.$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot (0,4)^{1,0} \cdot (0,12)^{0,75} \cdot (173)^0 \cdot 1 = 75 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (30)$$

$$N = \frac{173 \cdot 75}{1020 \cdot 60} = 0,21 \text{ кВт.}$$

## 2.8 Расчет времени

«Штучно-калькуляционное время [12]:

$$T_{шт} = \frac{T_{пз}}{n} + T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (31)$$

где  $T_{пз}$  - время на подготовку и завершение наладочных работ, мин;

$T_o$  – основное время;

$T_v$  – вспомогательное время;

$T_{об}$  – время на обслуживание рабочего места;

$T_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности», [11].

Партия запуска 47 деталей, а время на подготовку и завершение наладочных работ 20 мин.

Основное время:

$$T_o = \frac{(l_1 + l_p + l_2) \cdot i}{S_{мин}}, \quad (32)$$

где  $l_1$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм;

$l_p$  - длина резания, мм;

$l_2$  - длина перебега режущего инструмента, мм;

$i$  - число проходов (равно 1);

$S_{мин}$  - минутная подача, мм/мин.

Для черного фрезерования

$$T_o = \frac{(32+88+5) \cdot 2}{2,4 \cdot 266} + \frac{(58+160+7) \cdot 2}{4,8 \cdot 133} = 1,1 \text{ мин.}$$

Для чистового фрезерования

$$T_o = \frac{(32+88+5) \cdot 2}{1,2 \cdot 408} + \frac{(58+160+7) \cdot 2}{2,4 \cdot 204} = 1,42 \text{ мин.}$$

Суммарное время составит 2,52 мин.

Вспомогательное время складывается из времени на установку и снятие корпуса в приспособлении, управление станком, на операционный контроль. Все данные берутся из соответствующего стандарта для массового производства [11]. Для приведения его к серийному используется поправочный коэффициент  $K_{ср}$ :

$$T_{в} = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{ср}, \quad (33)$$

где  $T_{у.с.}$  - время базирования и снятие корпуса;

$T_{з.о.}$  - время фиксации и раскрепления корпуса;

$T_{уп}$  - время на управление;

$T_{из}$  - время измерения, мин;

$K_{ср}$ - коэффициент для серийного производства, который принимаем равный 1,85.

$$T_{в} = (0,141 + 0,024 + 0,09 + 0,19) \cdot 1,85 = 0,82 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_{в} + T_{о}. \quad (34)$$

$$T_{оп} = T_{в} + T_{о} = 0,32 + 2,52 = 2,84 \text{ мин.}$$

Время на обслуживания:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (35)$$

где  $a$  – параметр загрузки станка в серийном производстве.

Для многооперационного станка

$$T_{об} = 2,84 \cdot \frac{6}{100} = 0,17 \text{ мин.}$$

Время на отдых:

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}. \quad (36)$$

где  $b$  – процент для корпуса массой не более 10 кг.

$$T_{от} = 2,84 \frac{5}{100} = 0,14 \text{ мин.}$$

Суммарно:

$$T_{шт} = \frac{20}{47} + 2,52 + 0,32 + 0,17 + 0,14 = 3,6 \text{ мин.}$$

Режимы обработки сведены в операционную карту в приложении Б.

### **Выводы по разделу**

В разделе спроектирована технология для среднесерийного производства по изготовлению корпуса червячного редуктора. В качестве исходной заготовки принята отливка в песчаные формы. С учетом исходной заготовки выбраны методы обработки, которые сконцентрированы на пяти технологических операциях, выполняемых на обрабатывающих многооперационных и расточном станках. Это позволяет снизить количество переустановок заготовки, количество переходов и повысить точность обработки. Спроектирована технологическая лимитирующая операция по обработке плоскостей, а также по обработке наиболее точной поверхности - основного отверстия для установки подшипников.

### **3 Разработка специальной технологической оснастки**

#### **3.1 Проектирование зажимного приспособления**

Проектирование зажимного приспособления начинается со сбора исходных данных, к которым относятся параметры материала заготовки, вид обработки, особенности режущего инструмента, а также режимы обработки [1]. Данные параметры были приняты или рассчитаны в разделе 2. При расчете силовых характеристик учитывается твердость серого чугуна СЧ18, которая в данном случае назначается по шкале Бринелля 240.

Операция фрезерная выполняется, включая два технологических перехода - фрезерование черновое и чистовое для каждой пары плоскостей последовательно с поворотом заготовки. Расчет необходимо вести для чернового фрезерования, так как при этом снимается максимальный припуск и возникают наибольшие силы резания, которые стремятся сместить заготовку.

Для обработки используются сборные торцовые фрезы. Материал режущей пластины ВК8.

Силовые параметры были рассчитаны. Они составляют для двух фрез 3022 и 6083 Н.

Для зажима применим специализированное наладочное приспособление из стандартных комплектующих: базовой плиты, опорных установочных пальцев, направляющих опорных пальцев (цилиндрического и ромбического) и гидравлических или пневматических (по расчету) прихватов [4].

Для расчета сил закрепление необходимо знать сдвигающие усилия, которые найдем из расчета составляющих сил резания: тангенциальной касательной, осевой и радиальной.

Операционный эскиз со схемой базирования показан на рисунке 3.

Схема действия сил резания и закрепления приведена на рисунке 4.

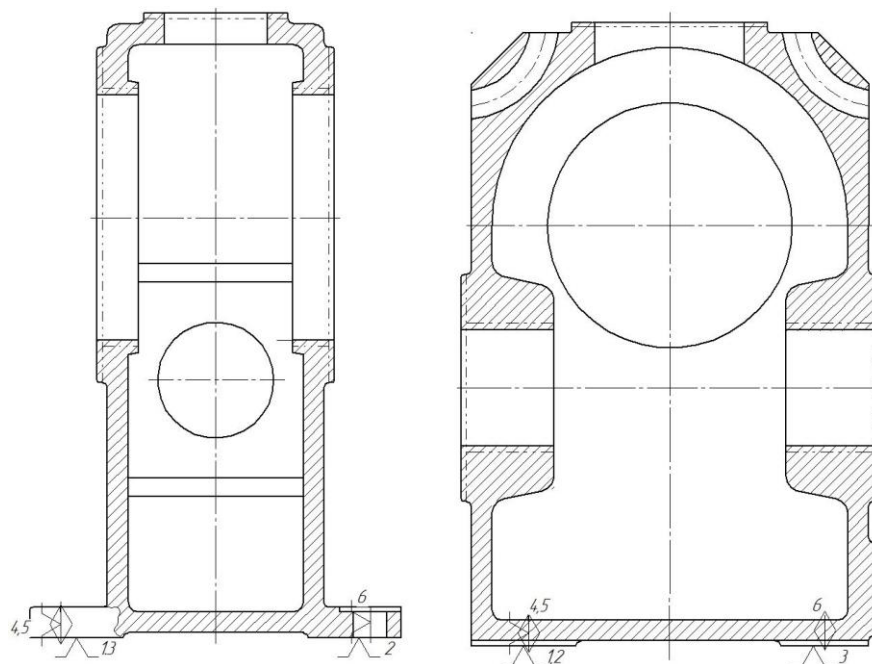


Рисунок 3 -Схема базирования при фрезеровании

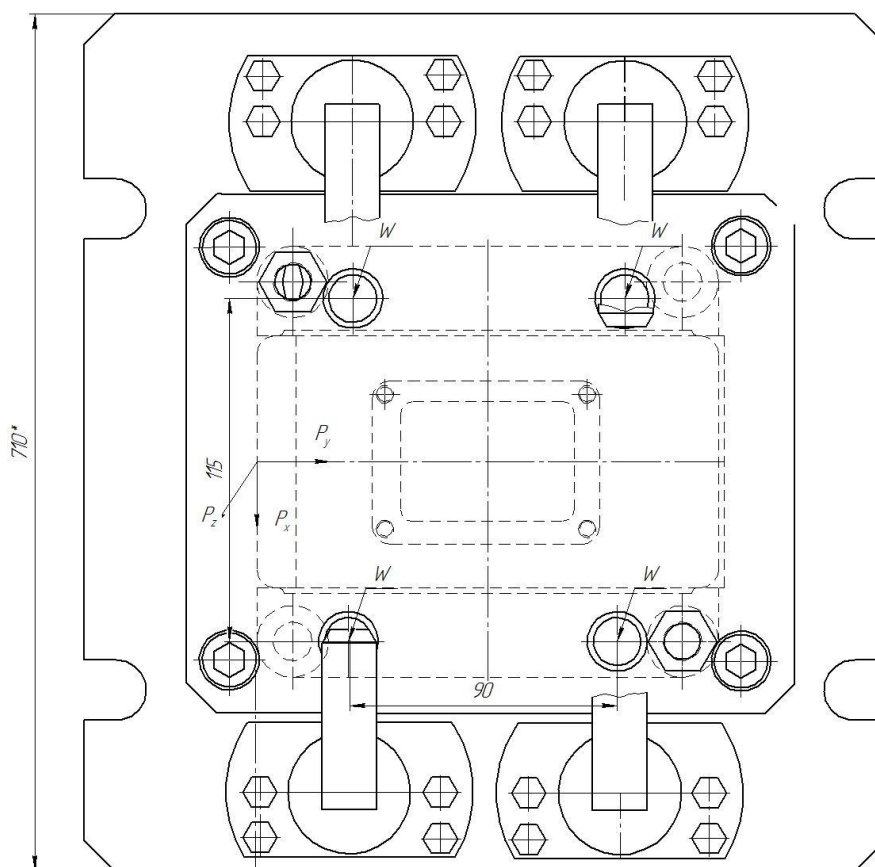


Рисунок 4 -Схема сил резания и зажима сверху



Расчет радиальной и осевой сил резания аналогичен формуле (17) [17]:

$$P_{y,x} = K_p P_z, \quad (37)$$

где  $K_p$  - поправочный коэффициент (0,35 для оси y, 0,55 для оси x);

$P_z$  – касательная силы фрезерования, Н.

Силы для первого прохода

$$P_y = 0,35 \cdot 3022 = 1058 \text{ Н.}$$

$$P_x = 0,55 \cdot 3022 = 1662 \text{ Н.}$$

Силы для второго прохода

$$P_y = 0,35 \cdot 6083 = 2129 \text{ Н.}$$

$$P_x = 0,55 \cdot 6083 = 3346 \text{ Н.}$$

При обработке заготовка удерживается при помощи прихватов действующих симметрично с двух сторон. Они прижимают корпус по крепежным буртикам к опорным пальцам на базовой плите. Возникающие силы трения между корпусом и установочными пальцами, а также между прихватами и опорной поверхностью заготовки, препятствует ее смещению от суммарного действия силы резания [19].

Общая схема сил показана на рисунке 5.

Данная сдвигающая нагрузка складывается из осевой, радиальной и тангенциальной. Осевая сила стремится прокрутить заготовку на плите, но опорные пальцы препятствуют этому. Прочность на срез очень высокая опорных пальцев, поэтому осевую силу не учитываем.

Так как при фрезеровании суммарная сила резания циркулирует в окружном направлении при вращении инструмента, для расчета примем направление суммарной силы, действующей на отрыв заготовки от базовой плиты. Для расчета возьмем действия четырех прихватов, которые

препятствуют опрокидывание заготовки при таком расположении суммарной силы резания.

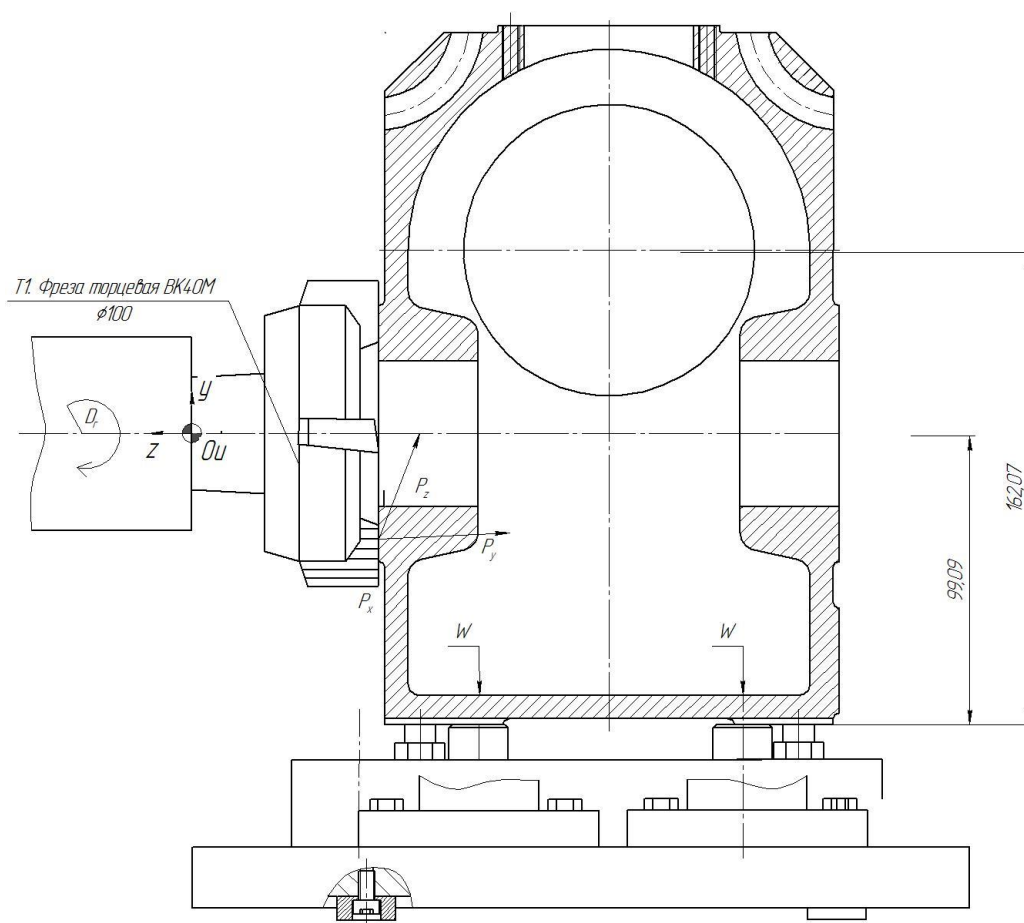


Рисунок 5 -Схема сил резания и зажима сбоку

Радиальный и тангенциальный векторы силы резания создают опрокидывающий момент, который имеет максимальную величину при обработке большого верхнего отверстия, где плечо действия сил максимальное. На нижнем отверстии для тангенциальной силы плечо равно 160 мм, а для радиальной 100 мм. Для второй пары отверстий эти расстояния будут равны 88 и 162 мм.

Опрокидыванию заготовки будет препятствовать сила закрепления. Соответственно, для нахождения зажимной силы необходимо составить уравнения статического равновесия.

Из данного уравнения выведем силу зажима, необходимую для предотвращения опрокидывания заготовки с учетом коэффициента безопасности

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot (P_Z \cdot L + P_Y \cdot L)}{L_3}, \quad (38)$$

где  $P_Z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;  
 $P_Y$  – радиальная составляющая силы резания, Н;  
 $L$  – плечо действия сил тангенциальной и радиальной, м;  
 $L_3$  – плечо действия сил тангенциальной и радиальной, м;  
 $k$  – коэффициент запаса.

Коэффициент запаса  $k$  [20]:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (39)$$

где  $k_0$  – минимальный коэффициент безопасности,  $k_0 = 1,5$ ;  
 $k_1$  – параметр, учитывающий случайности сил резания для черновой обработки. Он возникает из-за неровностей обрабатываемой поверхности отливки,  $k_1 = 1,2$ ;  
 $k_2$  – параметр учитывает затоплением или износ инструмента,  $k_{2Pz} = k_{2Py} = 1,1$ ;  
 $k_3$  – параметр, учитывающий прерывистое резание. В данном случае у нас непрерывное и  $k_3 = 1$ ;  
 $k_4$  – параметр учитывающий механизацию зажима и в данном случае  $k_4 = 1$ ;  
 $k_5$  – параметр, учитывающий эргономику ручного привода зажима. В данном случае он отсутствует  $k_5 = 1$ ;  
 $k_6$  – коэффициент, которые учитываем, так как заготовка опирается на плоские штыри и существует момент опрокидывающий ее относительно них.

$$k=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1=1,9.$$

Округляем до минимально стандартного – 2,5.

Учтем только пару прихватов на максимальном удалении от зоны резания.

Для нижних отверстий

$$W_{Pz} = \frac{2,5 \cdot (3022 \cdot 166 + 1058 \cdot 100)}{2 \cdot 90} = 8437 \text{ Н}.$$

Для верхней плоскости

$$W_{Pz} = \frac{2,5 \cdot (6083 \cdot 88 + 2129 \cdot 160)}{2 \cdot 115} = 9521 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов принимаем, как и ожидалось для верхней пары отверстий  $W 9521 \text{ Н}$ .

Так как прихваты перемещаются на направляющих штока, который скользит в отверстиях крышек приводов, возникает при этом изгибающие моменты, приводящие к затиранию этих направляющих по отверстиям. Необходимо учесть потери части нагрузки, которая возникает при действии давления рабочей среды

Увеличенная сила зажима  $W_1$ :

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (40)$$

где  $l_1$  – вылет прихвата от оси направляющей до места приложения силы закрепления, м;

$H_k$  – длина отверстия, м;

$f_1$  – коэффициент трения в отверстии направляющей, принимаем  $f_1=0,1$ .

Параметры примем конструктивно

$$W_1 = \frac{9521}{1 - \left( \frac{55}{45} \cdot 0,1 \right)} = 10663 \text{ Н}.$$

В данном случае усилие на штоке  $Q$  равняется усилию на прихвате, так как не используется никакого передаточного зажимного механизма приводящего к его усилению.

Для расчета силового привода необходимо найти диаметр поршня, который будет создавать усилие зажима. Этот диаметр зависит от давления рабочей среды, а также потерь в системе

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta P}}, \quad (41)$$

где  $P$  – избыточное давление рабочей среды.

Примем первоначально  $P = 5$  МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{10663}{5}} = 52 \text{ мм.}$$

Принимаем  $D = 60$  мм.

Погрешность закрепления и установки в данном приспособлении определяется зазором направляющих пальцев - цилиндрическом и ромбическом. Из-за этого может возникать угловое смещение - поворот заготовки, который зависит от соотношения длины диагоналей соединяющих базовые отверстия и длины обрабатываемой поверхности.

В данном случае рассматривается схема обработки вертикальной плоскости. Поэтому погрешность будет определяться только смещением обрабатываемой поверхности в горизонтальном направлении.

Погрешность установки детали в приспособлении равна величине предельного зазора в сопряжении пальца и базового отверстия:

$$\varepsilon_V = S_{MAX} = (S_{MIN} + D_{OTB} + d_{II})/2, \quad (42)$$

где  $S_{MAX}, S_{MIN}$  – зазор максимальный и минимальный, мм;

$D_{OTB}$  – допуск на базовое отверстие, мм;

$d_{II}$  – допуск на диаметр базового пальца, мм.

$$\varepsilon_y = (0,01 + 0,025 + 0,012) / 2 = 0,023 \text{ мм.}$$

Приспособление специализированное, наладочное предназначено для установки корпуса червячного редуктора на операциях механической обработки всех, кроме первой, где происходит обработка чистовых технологических баз.

Данное приспособление состоит из базовой плиты 1, на которую установлена опорная плита 4. Она прикрепляется к базовой плите при помощи винтов 9. На опорной плите 4 установлены два направляющих пальца. Один ромбический 6, а другой цилиндрический 5. Эти пальцы расположены по диагонали опорной плиты 4 на межосевом расстоянии в соответствующем положении базовых отверстий. В плите 4 запрессованы установочные пальцы 7. По краям базовой плиты 2 установлены четыре гидравлических зажимных цилиндра 1, которые при помощи винтов 10 закрепляются на базовой плите 2. Приспособление на столе станка устанавливается при помощи направляющих шпонок 3, закрепленных винтами 8. Фиксируется оно в Т-образных пазах рабочего стола по проушинам при помощи зажимных гаек.

Приспособление работает следующим образом. Заготовка корпуса устанавливается на опорных пальцах 7. При этом корпус по базовым отверстиям в платиках надевается на цилиндрический 5 и ромбический 6 направляющие пальцы. После этого прихваты гидроцилиндров 1 поворачиваются в рабочее положение, и включается привод зажима. Происходит фиксация заготовки. После обработки прихваты поднимаются вверх, отворачиваются из рабочей зоны, чтобы освободить место и заготовка снимается с направляющих и опорных пальцев.

### **3.2 Проектирование инструмента**

На операции 010 фрезерной обрабатываются плоскости опорных буртиков.

Это делается на проход с двух сторон последовательно фрезами 100 и 200 мм диаметром.

Заготовка из чугуна СЧ18 твердостью 200...240 НВ, обрабатывается на фрезерном станке [14]. Спроектируем сборную торцовую фрезу. В технологии они будут двух типоразмеров – 100 и 160 мм (рисунки 6 и 7).

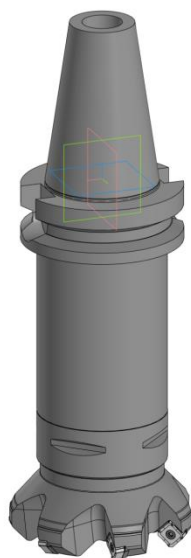


Рисунок 6 – Торцовая сборная фреза диаметром 100 мм

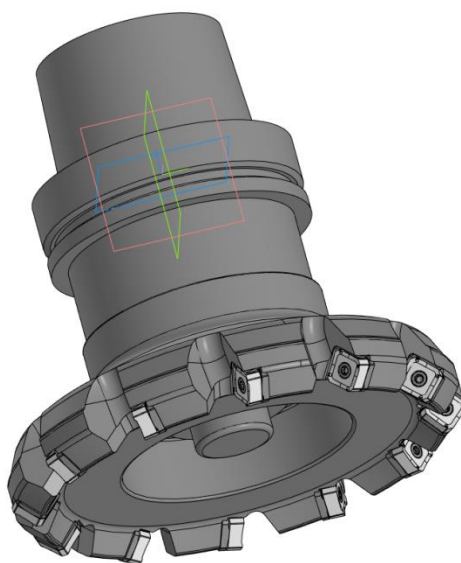


Рисунок 7 – Торцовая сборная фреза диаметром 200 мм

Размеры принимаем конструктивно. Все параметры (диаметр, угловой шаг пластинок, углы наклона режущих пластин) принимаем по [14].

Результаты проектирования по фрезе диаметром 160 мм показаны на листе графической части. Спецификация в приложении Г.

### **Выводы по разделу**

В разделе выполнено проектирование технологического оснащения для проведения обработки на операциях по окончательной обработке плоскостей. Приспособление обеспечивает фиксацию заготовки на операциях при установке по плоскости двум отверстиям с заданной точностью и надежностью. Спецификация на приспособление в приложении Б.

Применяемый режущий инструмент обеспечивает высокую точность, снижает расходы на инструмент. Спецификация в приложении Г.



## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

Задача – разработка мер по безопасности труда для спроектированной технологии изготовления корпуса червячного редуктора [3].

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта**

Разработанная технология изготовления корпуса червячного редуктора из чугуна СЧ18 состоит из типовых операций. На первой операции на станке вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ NAMSUN SPACE 540 используем сборно-разборное приспособление с гидравлическим зажимом. Инструментами являются две торцевые сборные насадные фрезы с использованием базирующих оправок с твердосплавными зубьями ВК8. Для обработки отверстий применяются два комплекта спиральных сверл, зенковка, цековка, зенкер и развертка.

На многоцелевой операции, которая выполняется на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ SPECTR МНМ-400 за два установа, применим сборно-разборное спроектированное приспособление. Для обработки по торцам используются торцевые сборные фрезы с пластинами ВК8. Для обработки основных отверстий используются на координатно-расточном станке 2Е460АФ1 расточные борштанги со сменными режущими головками, в которые вставляются пластины ВК8. Обработка на 015 многоцелевой операции ведется последовательно с двух позиций. Поэтому приспособление установлено на поворотном столе.

На многоцелевой операции на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ SPECTR МНМ-400 для обработки крепежных отверстий применяют набор спиральных сверл, зенковка и метчик.

Для многоцелевой операции с вертикальной компоновкой применяется сборная насадная торцевая фреза с пластинами ВК8, а также аналогичный набор для обработки крепежных отверстий, как и на операции 015.

Для финишной, алмазно-расточной операции применим сборные расточные борштанги с возможностью повышенного демпфирования динамических возмущений с пластинами ВК40М.

Измерительный инструмент применяется универсальный с абсолютной системой отсчета типа штангенциркули, микрометр, калибр резьбовой на М8.

Лимитирующей операцией является фрезерная по обработке плоскостей и многоцелевая для подготовки чистовых баз.

Обработка ведется с использованием полусинтетической смазочно-охлаждающей жидкости на основе минерального масла TU20.

## **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

К опасным и вредным производственным факторам в технологии изготовления корпуса в зависимости от выполняемой операции относятся следующие производственные риски. На технологических операциях в механическом цехе это будут факторы, связанные с высоким уровнем температуры заготовки и инструмента. На заготовительном этапе – брызги расплавленного чугуна. На черновой обработке по фрезерованию и растачиванию, будет загрязнение воздушной среды в зоне дыхания вследствие запыленности из-за мелких частиц литейной корки, удаляемых при обработке, и мелкой стружки на чистовых переходах, а также связаны с испарением СОЖ.

Обработка проводится на многоцелевом и расточном оборудовании. Поэтому будут факторы, связанные с воздействием электрического тока и электромагнитных полей.

Перемещение рабочих органов станка, зажимных элементов приспособлений может привести к травмам.

Процесс обработки происходит при высоких оборотах заготовки и инструмента, что будет вызывать повышенный шум и вибрации.

Режущий инструмент лезвийный, стружка, а также острые кромки заготовки могут привести к нанесению травм станочникам.

Операционный контроль связан с перенапряжением анализаторов.

Выполнение вспомогательных технологических переходов для повторяющихся заготовок сопровождается психофизиологическим воздействием. Источниками данных факторов являются как сам станок, так и процесс резания и оснащение.

### **4.3 Методы и технические средства снижения рисков**

Для снижения указанных рисков при работе на технологических станках применяются средства индивидуальной защиты в виде специальной защитной одежды, обуви, прорезиненных перчаток, а также защитных очков.

На самом оборудовании применяется защитная экранировка с местной системой вентиляции для удаления испаряемых газов и образующейся пыли и мелкой стружки. Подвижные механизмы также экранируют, а также ограничивают доступ в опасные зоны визуальными предупреждающими знаками, а также сеточным ограждением.

Для очистки воздуха в производственном цеху используется общая вентиляция вытяжного типа с системой фильтрации выходящего воздуха.

Исполнители станочники обязательно проходят инструктаж по охране труда.

Для защиты от поражения электрическим током используется заземление и изоляция токоведущих элементов оборудования, а также предохранители.

В целях снижения психофизиологического воздействия используются перерывы в работе, а также правильная организация рабочего места с достаточным уровнем освещения и вентиляции.

#### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта**

Технология осуществляется в трех цехах. Обработка по формообразованию проводится в механическом цехе, получение заготовки в литейном цехе, термообработка в термическом цеху. Для данных подразделений класс пожарной опасности будет относиться к категориям В и Е, где опасными факторами при пожаре являются пламя, искры, а также неисправности электропроводки. Это может привести при пожаре к разрушению оборудования с выносом высокого напряжения на металлические части. В случае тушения пожара может оказывать вредное воздействие огнетушащее средства.

Для тушения пожара рабочее подразделение оборудуется набором огнетушителей порошкового типа, пожарными гидрантами с напорными пожарными рукавами, средствами по пожарному оповещению с управление эвакуацией. Также используются автоматические извещатели, а для тушения пожара непосредственно исполнителями могут использоваться ручной инструмент – лопаты и топоры, ящики с песком.

Для защиты органов дыхания используют средства индивидуальной защиты в виде противогазов и респираторов.

Все исполнители обязательно проходят пожарный инструктаж на регулярной основе.

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

Разработанная технология с точки зрения воздействия на окружающую среду содержит следующие опасные факторы.

Воздействие на воздушную среду заключается в возможных запыленности и токсических испарениях при высокотемпературной обработке (литье, черновая обдирка по литейной корке, тонкое растачивание и термообработка).

С точки зрения вредного воздействия на сточные воды опасными факторами в данной технологии являются взвешенные вещества и нефтепродукты, а также используемые технологические среды, включая смазочно-охлаждающую полусинтетическую с добавлением минерального масла жидкость.

С точки зрения загрязнения литосферы образуются отходы в виде стружки и ветоши.

Для снижения влияния вредных факторов при воздействии на воздушную среду можно использовать фильтрационные системы, для снижения воздействия на сточные воды - локальную многоступенчатую очистку сточных вод, а для снижения влияния вредных факторов на литосферу - утилизация полученных отходов на полигоне.

#### **4.6 Выводы по разделу**

В ходе выполнения раздела по безопасности и экологичности технологического процесса изготовления корпуса, включающей в себя литье, токарную, многоцелевые и расточные операции с выполнением фрезерных, сверлильных, расточных переходов, были получены следующие результаты.

Для предложенного технологического процесса проанализированы основные операции и оборудование, а также материалы и оснащение.

С учетом проведенного конструкторско-технологического описания выявлены опасные и вредные производственные факторы, характерные для соответствующих этапов технологии изготовления корпуса, к которым отнесены высокотемпературные воздействия, возможные повреждения острыми кромками, поражение электрическим током, загрязнение воздушной среды, шум, вибрации и психофизиологические воздействия.

С учетом указанных факторов разработаны мероприятия по защите работников, участвующих в данной технологии в виде средств индивидуальной защиты, а также защитных мер по организации работы в

виде соответствующих систем вентиляции, освещения, режима работы, а также мер по подготовке работника в виде различных инструктажей.

Проанализирована пожарная безопасность подразделений, участвующих в технологии изготовления корпуса и предложены меры по ее обеспечению с определением класса пожарной опасности, опасных факторов, которые возникают в случае возникновения пожара.

Разработанные организационно-технические меры по обеспечению пожарной безопасности включают в себя подбор соответствующего инструмента, мероприятий по организации работы, а также меры, необходимые в случае возникновения пожара.

Проанализированы вредные экологические факторы. Предложены меры по снижению данных вредных воздействий путем организации общей вентиляции, системы очистки сточных вод, а также утилизации отходов.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Данный раздел, являются итоговым в написании бакалаврской работы, в ходе которой предлагается внести изменения в технологический процесс изготовления корпуса червячного редуктора, а именно заменить инструмент при фрезеровании на горизонтально-обрабатывающем центре.

Подробное описание предложенных совершенствований описано в предыдущих разделах бакалаврской работы, а краткое их описание представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Краткое описание изменений технологического процесса изготовления корпуса червячного редуктора

Элементы технологического процесса	Базовый вариант	Проектный вариант
Оборудование	Горизонтально-обрабатывающий центр с ЧПУ, модель SPECTR МНМ-400	Горизонтально-обрабатывающий центр с ЧПУ, модель SPECTR МНМ-400
Оснастка	Сборно-разборное приспособление	Сборно-разборное приспособление
Инструмент	Фреза сборная торцевая, Ø160 мм	Фреза сборная торцевая повышенной жесткости, Ø160 мм
Трудоемкость	$T_{O(ЧЕРН)} = 1,1$ мин $T_{O(ЧИСТ)} = 1,42$ мин $T_{ШТ-К} = 3,6$ мин	$T_{O(ЧЕРН)} = 0,77$ мин $T_{O(ЧИСТ)} = 1,0$ мин $T_{ШТ-К} = 3,0$ мин

Для экономического обоснования предложенных совершенствований необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений. Данный алгоритм состоит из 5 этапов, которые включают обязательное

выполнение соответствующих расчетов. Этапы выполнения алгоритма и сопровождающие их экономические расчеты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы алгоритма определения экономической эффективности технологических решений

Номер и название этапа	Параметры, которые, собираются или определяются входе этапа	Формула расчета параметра
Этап 1. Сбор и расчет необходимых данных	- «трудоемкость выполнения операций; - оборудование, оснастка и инструмент, применяемые в ТП; - технические характеристики оборудования (габариты и мощность); - количество необходимого оборудования ( $H_{OB}$ ); - коэффициент загрузки оборудования ( $K_3$ )» [7]	
Этап 2. Определение технологической себестоимости	- «основной материал ( $M$ ); - основная заработная плата рабочих ( $Z_{ПЛ.ОСН}$ ); - социальные отчисления ( $HЗП$ ); - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{Э.ОБ}$ ); - технологическая себестоимость ( $C_{ТЕХ}$ )» [7]	$M = M_3 \cdot C_M \cdot K_{ТЗ} - M_0 \cdot C_0$ $Z_{ПЛ.ОСН} = Z_{ПЛ.ОП} + Z_{ПЛ.Н}$ $HЗП = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_C$ $P_{Э.ОБ} = P_{ОБ} + P_{ПР} + \dots + P_i$ $C_{ТЕХ} = M + Z_{ПЛ.ОСН} + HЗП + P_{Э.ОБ}$
Этап 3. Определение полной себестоимости	- «цеховая себестоимость ( $C_{ЦЕХ}$ ); - производственная (заводская) себестоимость ( $C_{ЗАВ}$ ); - полная себестоимость ( $C_{ПОЛН}$ )» [7]	$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ $C_{ПОЛН} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$
Этап 4. Определение инвестиций	- «капитальные вложения в основное технологическое оборудование ( $K_{ОБ}$ ); - сопутствующие капитальные вложения ( $K_{СОП}$ ); - общий объем инвестиций ( $K_{ИНВ}$ )» [7]	$K_{ОБ} = \sum H_{ОБ} \cdot C_{ОБ} \cdot K_3$ $K_{СОП} = Z_{ПР} + K_{ПР} + \dots + K_i$ $K_{ИНВ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$
Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса	- «чистая прибыль ( $P_{ЧИСТ}$ ); - срок окупаемости ( $T$ ); - чистый дисконтированный доход ( $ЧДД$ ); - индекс доходности ( $ИД$ ); - доход на капитал ( $D_{КАП}$ )» [7]	$P_{ЧИСТ} = P_{ОЖ} - N_{П}$ $T = \frac{K_{ИНВ}}{P_{ЧИСТ}}$ $ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ИНВ}}$

Этап 1. Сбор и расчет необходимых данных. Данный этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо



произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

Этап 2. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Этап 3. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Этап 4. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых мероприятий по совершенствованию технологического процесса.

Применение данного алгоритма, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов по этапам 2-5.

Так как этап 1 является предварительным, т.е. служит только для получения исходных данных, поэтому выводы по нему писать не будем.

Результаты выполнения этапа 2 представлены на рисунке 8.

Анализируя рисунок 8 можно сделать вывод о том, что расходы по представленным параметрам снижаются, и позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 13,9%.

Результаты выполнения этапа 3 представлены на рисунке 9. Так как основой для определения полной себестоимости является технологическая

себестоимость, то целесообразно данную величину включить в это графическое изображение.

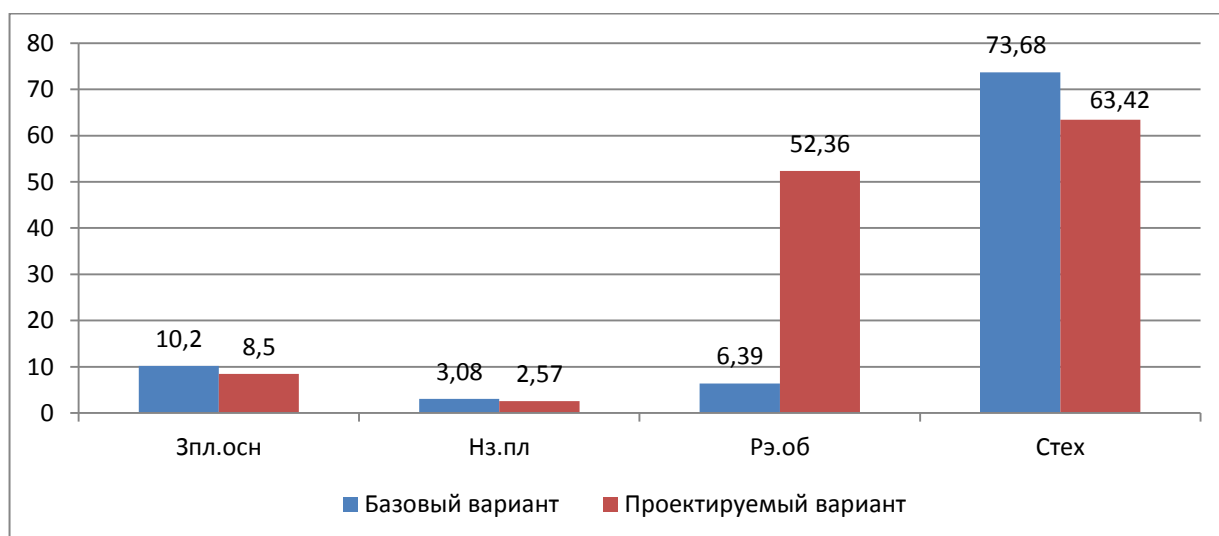


Рисунок 8 – Определение технологической себестоимости детали «Корпус червячного редуктора», при фрезеровании по вариантам, руб.

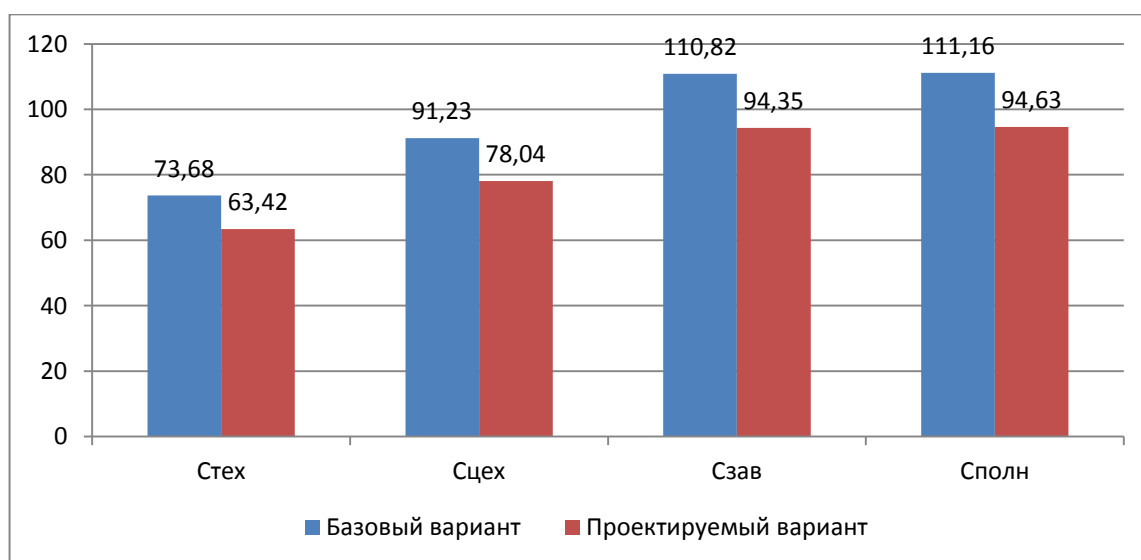


Рисунок 9 – Определение полной себестоимости, детали «Корпус червячного редуктора», при фрезеровании по вариантам, руб.

Значения, представленные на рисунке 9, также имеют тенденцию к снижению в проектируемом варианте. Разница величины полной себестоимости между вариантами составляет уже 14,9%, т.е. в проектируемом варианте полная себестоимость меньше на 16,53 рублей.

Результаты выполнения этапа 4 представлены на рисунке 10.

Как видно из рисунка 10, инвестиций потребуют: затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ), затраты на инструмент ( $K_{И}$ ), затраты на корректировку управляющей программы ( $K_{А}$ ) и незавершенное производство ( $НЗП$ ). Учитывая полученную величину перечисленных параметров, общий объем инвестиций ( $K_{ИНВ}$ ) составит 52689,3 руб.

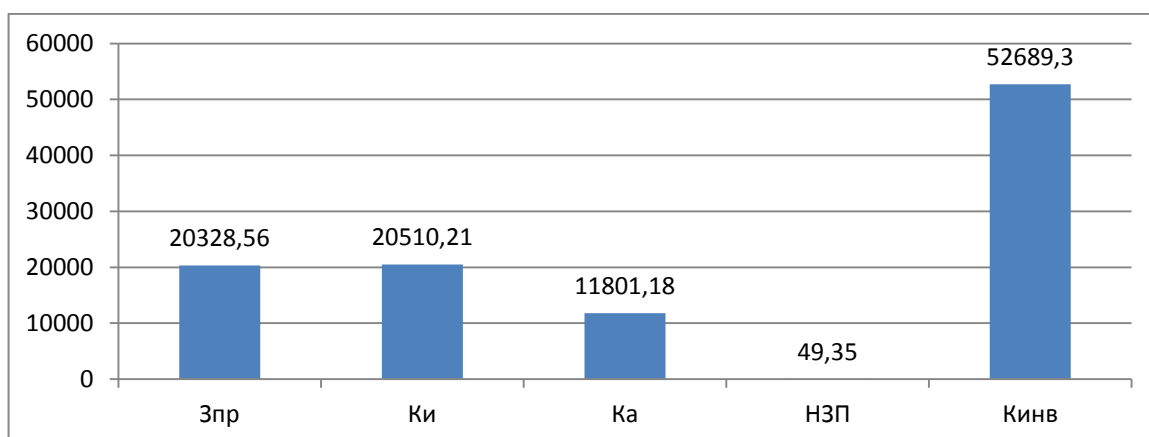


Рисунок 10 – Определение инвестиций на выполнение измененного фрезерования детали «Корпус червячного редуктора», руб.

Результаты выполнения этапа 5 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Экономическое обоснование изменений технологического процесса

Экономический показатель, единица измерения	Условное обозначение	Значение
1	2	3
Общий объем инвестиций, руб.	$K_{ИНВ}$	52689,3
Чистая прибыль, руб.	$П_{чист}$	13224
Срок окупаемости, год	$T$	5
Чистый дисконтированный доход (интегральный)	$ЧДД$	6843,88

### Продолжение таблицы 10

1	2	3
экономический эффект), руб.		
Индекс доходности, руб. / руб.	<i>ИД</i>	1,13

Наиболее значимой величиной, из всех представленных в таблице 10, является числовое значение чистого дисконтируемого дохода, а именно то, что оно положительное. Это значит, что инвестиции вкладывать в предлагаемые изменения технологического процесса экономически целесообразно.

#### **Выводы по разделу**

Данные действия позволят получить дополнительную прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,13 рублей, что подтверждает значение индекса доходности.

## Заключение

В работе выполнено проектирование технологии изготовления корпуса червячного редуктора для условий серийного производства для заданных по условиям программе выпуска в количестве 1000 деталей в год.

Для разработанного чертежа детали выполнен анализ технологичности, который позволил выявить трудности при выполнении обработки корпуса, связанные с необходимостью его кантования для обеспечения инструментальной доступности с разных сторон.

С учетом средней серийного типа производства в ходе сравнительного анализа методов получения исходной заготовки из двух вариантов выбран метод литья в песчаные формы. Данный метод обеспечивает необходимую точность и минимальные значения операционных припусков.

Далее разработана маршрутная технология, которая состоит из обработки трех основных типов поверхностей: установочных плоскостей, основных отверстий и крепежных отверстий. С учетом типового технологического процесса изготовления корпуса сформированы технологические операции.

Так как одной из главных операций является обработка плоскостей, подробное проектирование представлено на эту операцию - многоцелевую. Для нее спроектировано технологическое оснащение в виде переналаживаемого специализированного приспособления, а также сборная фреза с твердосплавными режущими пластинами двух типоразмеров.

Для технологии предусмотрены меры по защите охраны труда и экологичности, а изменения конструкции фрезы обоснованы в ходе экономического расчета.

В работе выполнено проектирование технологии, которая при минимальной себестоимости обеспечивает необходимые требования, заданные на рабочем чертеже для заданного объема выпуска в 1000 деталей в год.

## Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение,

2003. - 782 с.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

20. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

21. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

22. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.





Продолжение Приложения А  
Продолжение таблицы А.1

		ГОСТ 3.1118-82 Форма														
Дубл.	Взам.															
Площ.																
											2					
А	Цех	Уч.	РМ	Юлер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	
Б	Наименование детали, сб. единицы или материала		Код. наименование оборудования		Обозначение документа											
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала		Код. наименование оборудования		Обозначение документа											
		Обозначение. код		Обозначение документа												
		Обозначение. код		Обозначение документа												
A01		030	4223	Координатно-расточная												
B02		2550.0С.1000.МФ4														
A03		035	0125	Промывка												
B04																
A05		040	0200	Контроль												
B06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
МК	Маршрутная карта															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

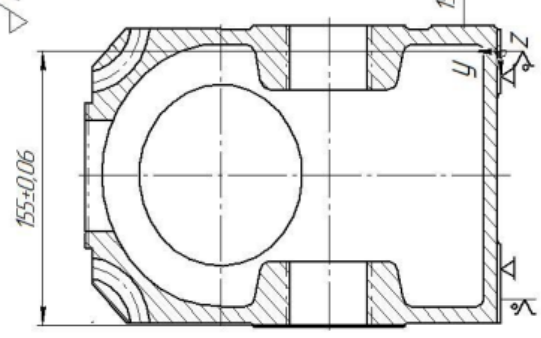
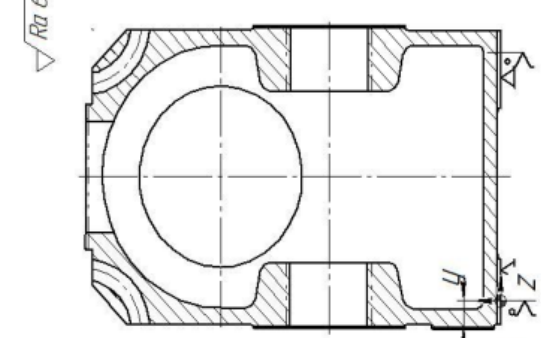
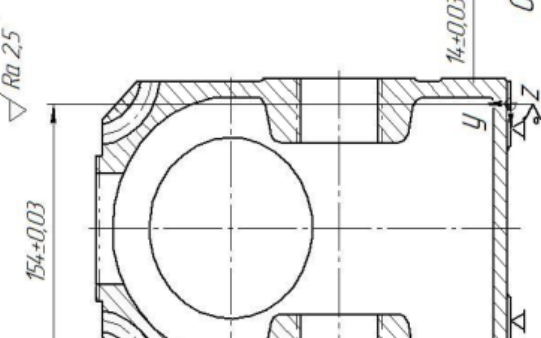
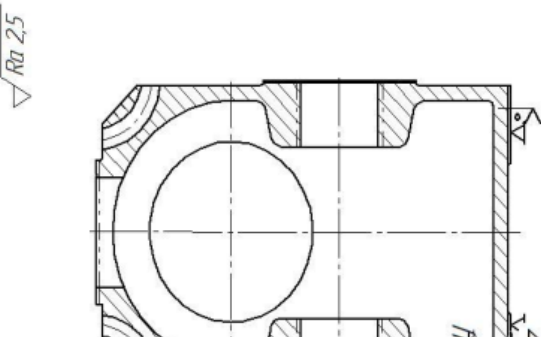
ГОСТ 3.1404-86 Форма 3												
Дюбл.											1	
Взам.											1	
Полл.											1	
Разраб.	Агафонова И.К.											
Проверил	Рассторгуев Д.А.											
Утвердил	Логиноев Н.Ю.											
Н. контр.	Рассторгуев Д.А.											
Наименование операции		Материал		Твердость		МД		Профиль и размеры		МЗ		
Многооперационная		СЧ18 ГОСТ 1412-85		кг		8		154x144x240		9		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Гв		Т пз.		Гшт.		СОЖ		
Центр SPECTR MNM 400				2,52				3,6				
P	PI	L	t	i	s	n	v					
O01	1. Установить заготовку											
O02	Специализированное наладочное приспособление											
O03	1. Фрезеровать плоскость предварительно, выдерживая размер 155(14,5)											
T04	Фреза торцовая 160 мм, BK6											
P05	1	98	98	3	2	2,4	266	84				
O06	2. Фрезеровать плоскость окончательно, выдерживая размер 154(14)											
T07	Фреза торцовая 160 мм, BK40M											
P08	2	98	98	1	2	1,2	408	128				
O9	3. Фрезеровать плоскость предварительно, выдерживая размер 105(17)											
10	Фреза торцовая 160 мм, BK6											
11	3	146	146	3	2	2,4	266	84				
12	4. Фрезеровать плоскость окончательно, выдерживая размер 104(16)											
13	Фреза торцовая 160 мм, BK40M											
OK		Операционная карта										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1105-84 ФОРМЕ										
Дубл.										
Взам.										
Тюбл.										
—										
3										
	010									

Позиция I	Позиция II	Позиция III	Позиция IV
			

КЭ

Карта эскизов

Продолжение Приложения А  
Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1105-84 Форме											
Дубл.											
Взам.											
ТЮОЛ.											
											3
											010

Technical drawing showing four cross-sectional views of a cylindrical component, labeled as *Позиция V*, *Позиция VII*, *Позиция VI*, and *Позиция VIII*. Each view includes dimensions and surface roughness specifications:

- Позиция V:** Dimension  $105 \pm 0.06$ , surface roughness  $Ra 6.3$ .
- Позиция VII:** Dimension  $104 \pm 0.03$ , surface roughness  $Ra 6.3$ .
- Позиция VI:** Dimension  $163^*$ , surface roughness  $Ra 2.5$ .
- Позиция VIII:** Dimension  $16 \pm 0.03$ , surface roughness  $Ra$ .

Additional dimensions shown in the drawings include  $163^*$  and  $17 \pm 0.06$ .

КЭ Карта эскизов

Приложение Б

Спецификация на приспособление

Таблица В.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			22.ВРК.ОТМП.387.65.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
	1		22.ВРК.ОТМП.387.65.01.000	Гидроцилиндр	2	
<i>Детали</i>						
	2		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.002	Плита базовая	1	
	3		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.003	Шпонка	2	
	4		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.004	Плита	1	
	5		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.005	Палец цилиндрический	1	
	6		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.006	Палец ромбический	1	
	7		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.007	Опора	4	
	8		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.008	Винт	2	
	9		22.ВРК.ОТМП.387.65.00.009	Винт	4	
<i>Стандартные изделия</i>						
	10			Винт М10 х 1,25-6g х 25.58.35X.01 ГОСТ 17475-80	2	
<b>22.ВРК.ОТМП.387.65.00.000.СП</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Агафонова И.К.			Лит.	Лист
Проб.		Расторгцев Д.А.				Листов
Н.контр.		Расторгцев Д.А.			1 2	
Утв.		Логинав Н.Ю.			ТГУ, ТМдп-17028	
Копировал				Формат А4		

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Изм.	
												Лист	№ док.м.
							6		Винт М6 х 1,25-6г х 15.58.35X01 ГОСТ 17475-80	2			
							7		Шпанка 2-10 х 12 х 20 ГОСТ 23360-78	6			
									<b>22.ВКР.ОТМП.387.65.00.000.СП</b>			Лист	
												2	

Копирабол Формат А4

Приложение Г

**Спецификация на инструмент**

Таблица Г.1 – Спецификация приспособления

Формат Листа	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			<u>Документация</u>		
A1		22.ВРК.ОТМП.387.75.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
	1	22.ВРК.ОТМП.387.75.00.001	Оправка	1	
	2	22.ВРК.ОТМП.387.75.00.002	Корпус фрезы	1	
	3	22.ВРК.ОТМП.387.75.00.003	Режущая пластина	12	
	4	22.ВРК.ОТМП.387.75.00.004	Винт зажимной	12	
	5	22.ВРК.ОТМП.387.75.00.005	Гайка	1	
	6	22.ВРК.ОТМП.387.75.00.006	Шайба	1	
<b>22.ВРК.ОТМП.387.75.00.000.СП</b>					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Разраб.		Агафанова И.К.		
	Проб.		Расторгуев Д.А.		
	Н.контр.		Расторгуев Д.А.		
	Утв.		Логинов Н.Ю.		
			<b>Фреза сборная</b>	Лист	Лист
				1	
				ТГУ, ТМДп-17028	

*Копировал*

*Формат А4*