

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 червячного редуктора

Обучающийся

Н.Е. Тарасов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

В работе рассматривается разработка технологического процесса изготовления червячного редуктора, его базовой детали – корпуса, для объема выпуска 500 штук в год.

Для разработанного чертежа детали выполнен анализ технологичности, который позволил выявить трудности при выполнении обработки корпуса, связанные с инструментальной доступностью, а также трудностью базирования.

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. Разработана маршрутная технология, которая состоит из типовых технологических операций по обработке таких деталей. Они включают в себя подготовку чистовых технологических баз, обработку плоскостей, черновую обработку основных отверстий, обработку крепежного элемента, и после термообработки окончательную обработку основных отверстий.

Для лимитирующей операции по обработке чистовых технологических баз, плоскости и отверстий, спроектирована технологическая операция.

Для этой операции спроектированы наладочное приспособление для зажима заготовки, а также режущий инструмент - сборная торцовая фреза. Механизация привода зажима обеспечивает минимальное вспомогательное время, а конструкция торцовой фрезы – максимальную ее стойкость.

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

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ состояния вопроса	6
1.1 Служебное назначение корпуса.....	6
1.2 Систематизация поверхностей детали	6
1.3. Анализ технологичности детали	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Проектирование заготовки.....	11
2.3 Выбор переходов и технологических баз.....	12
2.4 Выбор средств технологического оснащения	15
2.5 Расчет размеров и припусков.....	18
2.6 Расчет режимов резания	20
2.7 Расчет времени	26
3 Разработка специальной технологической оснастки	30
3.1 Проектирование зажимного приспособления	30
3.2 Проектирование инструмента.....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	39
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	40
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	49
Список используемых источников.....	51
Приложение А Маршрутные карты	55
Приложение Б Операционная карта.....	57
Приложение В Спецификация на приспособление	60
Приложение Г Спецификация на инструмент	62

Введение

Производственная сфера определяет экономические достижения страны. Конкурентоспособная продукция имеет высокие технологические, конструкторские, эксплуатационные и эстетические характеристики. Обеспечение их основано на правильном проектировании, а также разработке технологий их изготовления. Кроме этого, рациональные технологии обеспечивают минимальную себестоимость. Соответственно, по себестоимости формируется цена продукции, которая определяет спрос на нее и другие различные экономические показатели. Технологии, с одной стороны должны быть максимально упрощены, стандартизированы, выполняться на недорогом и доступном оборудовании. С другой стороны, в основе производства качественной продукции лежат принципы максимальной автоматизации, использования прогрессивных методов обработки.

В основе эффективности технологических процессов лежит правильный выбор технологического оборудования и оснащения. Производительное современное оборудование обеспечивает высокую концентрацию технологических переходов, что избавляет современное производство от необходимости больших производственных помещений, значительного количества работников. При этом на выходе получается продукция полностью соответствующая техническим требованиям чертежа.

Одной из основных, высоко сложных деталей различных преобразующих механизмов является базовый корпус червячного редуктора, предназначенный для преобразования крутящего момента и частоты вращения.

Эта деталь, где устанавливаются по подшипникам все вращающиеся валы, воспринимает значительные статические и динамические нагрузки при преобразовании вращательного движения в червячном зацеплении. Для точного позиционирования червячного колеса на валу и червяка необходимо,

чтобы конструкция базовой детали - корпуса червячного редуктора, отличалась повышенной жесткостью. Это достигается правильным проектированием.

Кроме этого необходимо обеспечить высокую точность относительного расположения базовых отверстий. Эти технические требования обеспечиваются в ходе технологии изготовления корпусной детали червячного редуктора.

При разработке технологического процесса изготовления базовой детали червячного редуктора, который имеет определяющее значение в его работе, необходимо рациональное сочетание типовых технологий, стандартизированной оснастки и использования современных технологий, методов и материалов.

Возможности универсального автоматизированного оборудования современного типа обеспечивает обработку комплекса поверхностей на много операционных или многоцелевых станках. Возможно формирование как плоскостей, так и основных отверстий, обработка наружных цилиндрических шеек по методу планетарной обработки, а также обработка осевым инструментом, в том числе резьбовых крепежных отверстий.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Служебное назначение корпуса

Служебным назначением корпуса червячного редуктора является базирование элементов червячного редуктора и обеспечение их нормальной работы за счет герметизации рабочей полости корпуса при установке герметизирующих крышек. Условия работы корпуса червячного редуктора по нагрузкам тяжелые, так как передаточное отношение такого редуктора высокое. Значительное понижение частоты вращения выходного вала сопровождается соответствующим повышением крутящего момента. Нагрузка циклическая, реверсивная. При эксплуатации требуется периодическое снятие и установка различных крышек, что требует высоких значений по износостойкости поверхности корпуса червячного редуктора [24].

В качестве материала заготовки выбран чугун СЧ 18 ГОСТ1412-79. Основные характеристики [7]: хорошая обрабатываемость; предел прочности при изгибе $-\sigma_{II} = 358 \text{ МПа}$; временное сопротивление разрыву $\sigma_b = 176 \text{ МПа}$, плотность материала $-\rho = 7,85 \text{ Мг/м}^3$, твердость HB 180..200.

1.2 Систематизация поверхностей детали

Для корректного назначения технических требований на рабочем чертеже корпуса необходимо проанализировать служебное назначение каждой поверхности детали. Для этого на рисунке 1 нумеруются все поверхности детали. С точки зрения выполнения служебного назначения основными будут поверхности под подшипники номер 3 и базирующая поверхность фланца 10 с установочной плоскостью под крышку 6. Кроме этого герметизацию обеспечивает прибавочная плоскость 7 с базирующим отверстием прямоугольной формы 11 для установки верхней крышки.

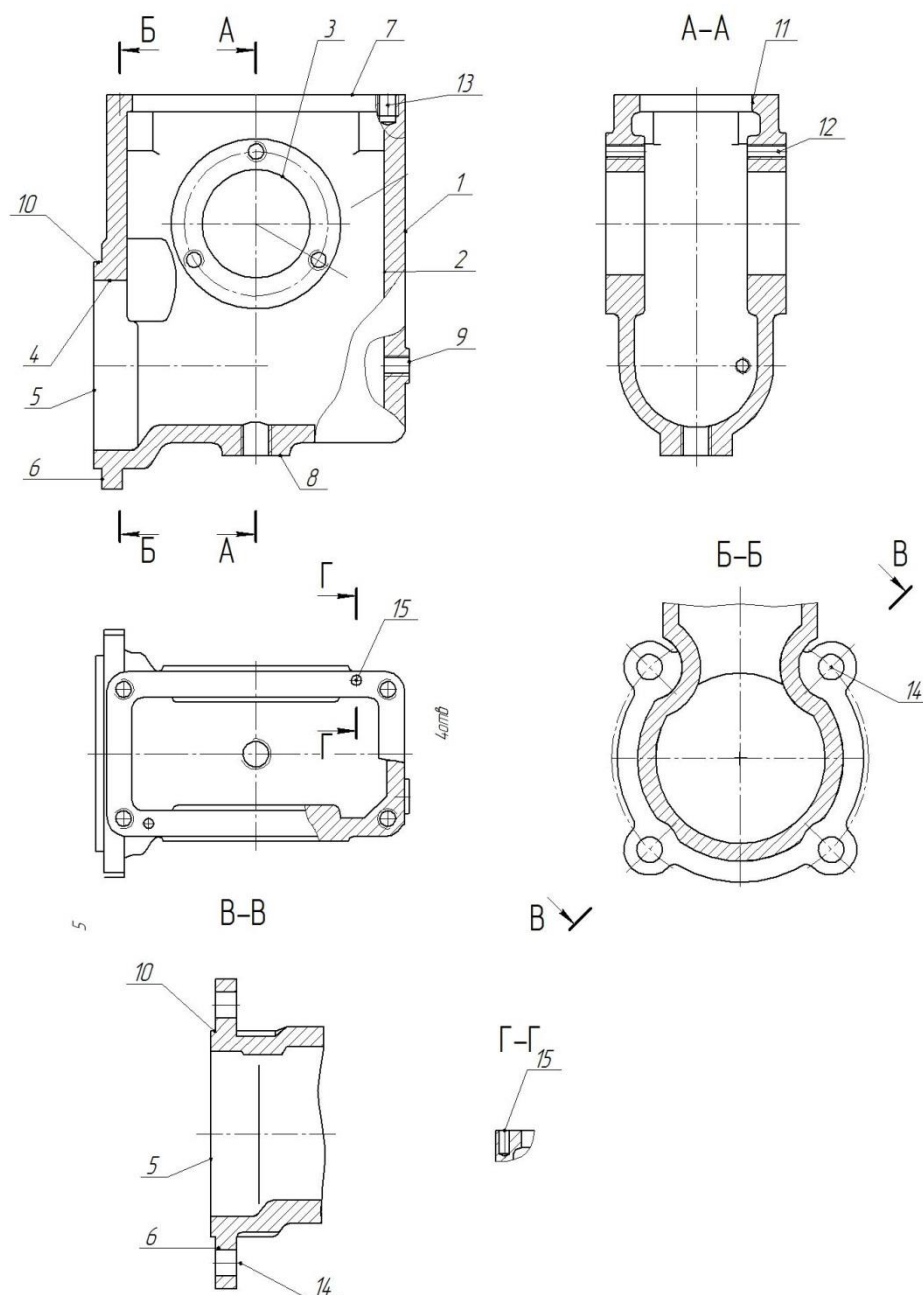


Рисунок 1 – Систематизация поверхностей

Основной конструкторской базой, определяющей положение всего корпуса, будет являться фланцевые поверхности 10 и 6. В данном случае червячная передача является консольной, то есть вторая опора для червяка отсутствует. Вспомогательными конструкторскими базами будут все присоединительные поверхности, кроме фланцевой части, указанной как основная конструкторская база [23]. Это поверхности под подшипники 3, под сливную пробку 8 и 9, торцевые поверхности под крышки для выходного

вала, установочная плоскость под верхнюю крышку 7, а также все резьбовые крепежные отверстия 12, 13, 15, а также отверстия под фиксирующие винты во фланце 14.

1.3. Анализ технологичности детали

Материалом детали является серый чугун СЧ18. Он обладает необходимыми физико-механическими свойствами по прочности, а также по износостойкости. Материал не дефицитный, имеет хорошие технологические свойства.

С учетом этого способ получения заготовки выбирается только из литья. Для небольшого объема выпуска в 500 деталей в год базовым способом будет считаться метод литья в землю, что позволит получить конфигурацию заготовки близкую к форме детали с минимальными для данных условий припусками. При получении заготовки будут небольшие проблемы из-за поднутрений для верхней плоскости, где существует по краям углубления, которые необходимо сформировать специальными вставками [22].

Конфигурация детали относительно простая с небольшими габаритными размерами. Это делает удобным установку и снятие на станках, а также перенос с одной операции на другую [20].

Поверхности для обработки открытые и доступные и их можно обработать с различных сторон, а с учетом небольшой массы и размеров это можно сделать за счет поворота самой заготовки. Контроль и доступность также обеспечивается для всех основных, самых точных поверхностей. Получить поверхности в соответствии с требованиями чертежа, кроме свободных на заготовительном этапе невозможно. Поэтому все контактирующие поверхности подвергается механической обработке. Требования по точности и качеству для точных поверхностей типовые для детали данного типа. Для основных отверстий - это 6 квалитет точности

размеров с указанием допусков расположения и формы. Шероховатость тогда соответствует назначению этих поверхностей. Соответственно можно применить для обработки типовые технологические переходы и процессы.

Обработка возможна на универсальном оборудовании с использованием универсального, стандартизированного инструмента. Выход и ход инструмента обеспечивается.

С точки зрения обработки с формированием внешнего фланца 10 цилиндрической формы с подрезкой прилегающих торцов, необходимо выполнять вращающимся инструментом с его перемещением в радиальном направлении. Это можно сделать при помощи план-суппорта или методом планетарного фрезерования на многоцелевом станке.

По точности, с учетом материала, требуется минимум три перехода для обработки основных отверстий, для плоскостей достаточно будет двух переходов.

Конструктивные элементы унифицированные и стандартные [21].

Установка заготовки и базирование здесь должны выполняться с учетом конфигурации детали. Так как это поверхности корпуса призматической формы используем установку по плоскости. В данном случае для этого можно использовать верхнюю привалочную плоскость под крышку номер 7. Два базирующих отверстия под цилиндрический и ромбический пальцы.

1.4 Задачи работы

Задачей работы является на основе анализа технических требований рабочего чертежа корпуса, анализа общей технологичности детали с выявленными недостатками и предложенными изменениями, выбрать тип производства.

С учетом типа производства определить способ получения исходной заготовки, назначить технологические переходы.

С учетом типового технологического процесса, сгруппировать их в соответствующие технологические операции, подобрать подходящие технологическое оборудование и соответствующие оснащение.

Для определенной лимитирующей ответственной операции (подготовка чистовых технологических баз) 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.

В разделе выполнен анализ технологичности конструкции корпуса червячного редуктора по различным критериям, который позволил определить основные проблемы при его изготовлении.

Сформулированы задачи по выполнению данной работы.

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 1,8 кг и 500 деталей в год тип производства - среднесерийный.

2.2 Проектирование заготовки

Согласно рекомендациям [3], в качестве метода получения заготовки для корпуса принимаем литье в песчано-глинистые сырые формы из низко влажных и высокопрочных смесей.

С учетом ручной формовки по деревянным моделям, особенностям расположения разъема формы (она плоская и вертикальная), стержень имеет сложную конфигурацию, так как имеются затемненные области в виде бобышек под верхней плоскостью.

По таблицам [4] определяется точность отливки 10-10-2-8, где по порядку параметры обозначают 10 – класс размерной точности, 10 – степень коробления, 2 – степень точности поверхности, 8 – 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.

В таблице 1 приведены размеры исходные детали, назначенные припуски размеры, пересчитанные и отклонения на соответствующие размеры.

Таблица 1 - Размеры отливки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер отливки, мм	Симметричные отклонения (верхнее и нижнее), мм
Диаметр отверстия 40	2,2	Диаметр 35,5	0,5
Ширина 68	3,4	Диаметр 74,8	0,9
Высота 153	3,4	158	1,0

2.3 Выбор переходов и технологических баз

С учетом указанных параметров для обрабатываемых поверхностей, а именно - конфигурации, требуемой точности по качеству и параметру качества поверхности - шероховатости, показаны технологические переходы (таблица 2).

Переходы представлены в виде последовательности. После каждого перехода указывается соответствующие качество и шероховатости на данном этапе.

Таблица 2 - Маршрут обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Точность, IT	Шероховатость, мкм R_a	Набор переходов (качество, шероховатость R_a)
7	Плоскость	10	2,5	$\Phi_{чр}(12;6,3); \Phi_{чс}(10;2,5)$
16	Плоскость	14	1,25	$\Phi_{чр}(12;6,3); \Phi_{чс}(10;2,5); \Phi_{т}(8;1,6)$
3	Отверстие	6	0,63	$R_{чн}(12;6,3); R_{пч}(10;3,2); R_{чс}(8;1,25); R_{т}(6;0,63)$
10	Цилиндр	7	1,25	$\Phi_{чр}(12;6,3); \Phi_{чс}(10;2,5); \Phi_{т}(8;1,6)$
12,13	Резьба	12	12,5	$RH(12;6,3)$
15	Отверстие	7	1,25	$CB(12;6,3); 3(9;2,5); Раз(7;1,25)$
Примечание: Принятые сокращения следующие $\Phi_{чр}$ -фрезерование черновое; $\Phi_{чс}$ -фрезерование чистовое; $\Phi_{т}$ -фрезерование тонкое; Т-точение; $R_{чн}$ -расточивание черновое; $R_{пч}$ -расточивание получистовое; $R_{чс}$ -расточивание чистовое; $R_{т}$ -расточивание тонкое(алмазное); RH-резьбонарезание; CB- сверление.				

В таблице 3 представлена маршрутная технология в виде перечня операций, куда входят выбранные и указанные в таблице 2 отдельные технологические переходы. Для соответствующих операций показано выбранное технологическое оборудование [19].

Таблица 3 - Маршрут обработки корпуса

Номер операции и наименование	Оборудование	Содержание перехода	Номер поверхностей	Точность, IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
000 Заготовительная	-	-	-	14	30
005 Многооперационная	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ VCenter- A85	I. Фрезерование плоскости	7	12	6,3
		I. Фрезерование плоскости	7	10	2,5
		II. Сверление отверстий	13,15	12	6,3
		III. Цекование, снятие фаски	13,15	12	6,3
		III. Зенкерование	15	9	2,5
		IV. Развертывание	15	7	1,25
		V. Нарезание резьбы	13	8	2,5
010 Многооперационная	Центр горизонтальный обрабатывающий ИР320ПМФ4	I. Фрезерование плоскости (черновая)	16	12	6,3
		II. Фрезерование плоскости (чистовая)	16	10	2,5
		III. Сверление отверстий	14	12	6,3
015 Многооперационная	Центр горизонтальный ИР320ПМФ4 A85	I. Фрезерование плоскости (черновая)	6,10	12	6,3
		II. Фрезерование плоскости (чистовая)	6,10	10	2,5
		III. Сверление отверстий	14	12	6,3
020 Многооперационная	Центр горизонтальный обрабатывающий ИР320ПМФ4	I. Фрезерование плоскости (черновая)	16	12	6,3

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
020 Много операционная	Центр горизонтальный обрабатывающий IP320ПМФ4	II. Фрезерование плоскости (чистовая)	16	10	2,5
		III. Фрезерование плоскости (черновая)	8	12	6,3
		IV. Фрезерование плоскости (чистовая)	8	10	2,5
		V. Сверление отверстий	12	10	6,3
		VI. Нарезание резьбы	12	8	2,5
025 Много операционная	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ VCenter- A85	I. Фрезерование плоскости (черновая)	16	12	6,3
		II. Фрезерование плоскости (чистовая)	16	10	2,5
		III. Сверление отверстий	12	10	6,3
		IV. Нарезание резьбы	12	8	2,5
030 Расточная	Координатно- расточной станок 2E460АФ1	1. Расточка (черновая)	3	12	6,3
		2. Расточка (получистовая)	3	10	2,5
		3. Расточка (получистовая)	3	8	1,25
		4. Расточка (чистовая)	3	6	0,63
035 Плоско- шлифовальная	Плоско- шлифовальный 3e710A	Шлифование	6	7	1,25
035 Моечная	Камерная моечная машина	Мойка готового изделия	-	-	-
040 Контрольная	Контрольный стол	Контроль согласно чертежу детали	-	-	-

Все станки приведены в таблице А.1 в приложении А.

Для спроектированной операции также указано оборудование в таблице Б.1 приложения Б.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

В таблице 4 для каждой операции [9], с учетом выбранного станка, предлагаются выбранные зажимное приспособление для установки заготовки [17], а также режущий инструмент [16] для всех переходов, которые показаны в таблице 3, а также представлены средства контроля для операционных измерений [15]. При выборе оснащения, с учетом формы заготовки призматической формы, необходимо использование специализированного наладочного приспособления с использованием типовых установочных и зажимных элементов [4].

Таблица 4 – Выбор средств технологического оснащения

Операция	Наименование оборудования	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5
005 Многоцелевая	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ VCenter- A85	Приспособление специальное	Фреза торцевая диаметр 100x32x50 Z=10 по ГОСТ 26595-85	Шаблон
			Сверло спиральное с хвостовиком Р6М5 диаметр 13 по ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,1 мм, ГОСТ 166-89
			Цековка Р6М5 диаметр 16	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,1 мм, ГОСТ 166-89
005 Многоцелевая	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ VCenter- A85	Приспособление специальное	2301-0811 Сверло диаметр 11 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			2320-0212 Зенкер диаметр 12 мм Р6М5 ГОСТ 21581-76	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
005 Многоцелевая	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ VCenter- A85	Приспособление специальное	2363-0115 Развертка диаметр 13 ВК6 ГОСТ 1672-80	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 диаметр 6,8 по ГОСТ 4010-77	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Метчик М8 по ГОСТ 3266-81	Калибр резьбовой ГОСТ 24997-2004
010, 015 многоцелевая	Центр горизонтальный обрабатывающий ИР320ПМФ4	Приспособление специальное	Фреза торцевая диаметр 100х32х50 Z=10 по ГОСТ 26595-85	Шаблон
			Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 диаметр 6,8 по ГОСТ 4010-77	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Метчик М8 по ГОСТ 3266-81, Р6М5	Калибр резьбовой ГОСТ 24997-2004
			Расточная оправка с резцом ВК8	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Расточная оправка с резцом ВК6	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			2301-0820 Сверло диаметр 8 Р6М5 ГОСТ 19546-74 2363-2051	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
010 ,015 Многоцелевая	Центр горизонтальный обрабатывающий ИР320ПМФ4 -	Приспособление специальное -	2320-2504 Зенкер диаметр 9 ВК8 ГОСТ 21544-76	ШЦ-I-125-0,1 Штангенцикуль ГОСТ 166-89
			Развертка диаметр 10 ВК6 ГОСТ 28321-89	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
020 Многоцелевая	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ VCenter- A85	Приспособление специальное	Расточная оправка с резцом ВК8	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Расточная оправка с резцом ВК6	Глубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
			Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 Ø6,8 по ГОСТ 4010-77	-
			Метчик М8 по ГОСТ 3266-81	Калибр резьбовой ГОСТ 24997- 2004-
030 Расточная	Координатно- расточной станок 2Е460АФ1	Приспособление специальное	Расточные оправки с резцом ВК8, ВК6, ВК4, В013	Шаблон Калибр-пробка. Нутромер индикаторный ГОСТ 9384-60
035 Плоско шлифовальная	Плоско шлифовальный 3Е710А	Приспособление специальное	Круг 1 350х60х124 24А F60 N7V ГОСТ 2828-2008	Прибор активного контроля
030 Моечная	Камерная моечная машина	Приспособление специальное	-	-
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

Указанное оснащение переносится в приложение А в таблицу А.1 и в приложение Б в таблицу Б.1.

2.5 Расчет размеров и припусков

Необходимо расчетным способом определить значение минимального припуска на переходы по обработке основного отверстия диаметром 40Н6^(+0,019) мм.

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

$$a = Rz + h, \quad (1)$$

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 из-за их малой пластичности СЧ 18.

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

$$\Delta_{i-1} = \rho_{кор}, \quad (2)$$

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

Для остальных переходов данный параметр вычисляется с учетом поправочного коэффициента уточнений

$$\Delta_i = K_y \cdot \Delta_3, \text{ мкм} \quad (3)$$

где K_y - коэффициент уточнения;

Δ_3 - суммарное пространственное отклонение отливки, мкм.

Коробление с учетом изменений в радиальном и продольном направлениях

$$\Delta_3 = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, \quad (4)$$

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

Δ_k – удельное коробление отливки, мкм/мм.

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

$$\Delta_3 = \sqrt{(0,8 \cdot 72)^2 + (0,8 \cdot 20)^2} \approx 59,78 \text{ мкм} = 0,06 \text{ мм}.$$

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

Общий припуск $2Z_{\min}$ составит:

$$2[Z_i]_{\min} = 2 \left[(a^{i-1}) + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (5)$$

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

Δ_{i-1} – смещения по формулам (3) и (4), мкм;

ε_i - погрешность установки, мкм.

Расчетные размеры по переходам:

$$2A_{\max}^{i-1} = 2A_{\max}^i - 2Z_{\min}^i, \quad (6)$$

$$2A_{\min}^{i-1} = 2A_{\max}^{i-1} - T2A_{i-1}, \quad (7)$$

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

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

$T2A_{i-1}$ - допуск на размер, мм.

Максимальное значение припуска:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T2A_{i-1} - T2A_i. \quad (8)$$

Все параметры расчета в таблице 5.

Таблица 5- Результат расчета припуска

Переход	Составляющая, мкм				Допуск TD, мм	Предельные размеры заготовки, мм		Предельные припуски, мм	
	R _z	h	ΔΣ	ε _y		D _{max}	D _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}
Отливка	500		60	-	2,8	37,1	34,3	-	-
Растачивание черновое	100	100	3,6	150	0,3	38,4	38,1	3,823	1,323
Растачивание получистовое	50	50	3,0	150	0,12	39,12	39,0	0,88	0,7
Растачивание чистовое	25	25	2,4	150	0,046	39,619	39,573	0,574	0,5
Растачивание алмазное	5	5	1,2	150	0,019	40,019	40	0,427	0,4

2.6 Расчет режимов резания

Проектирование двух операций. Для 005 операции расчет приведен ниже. Результаты сведены в наладку и в Приложение А.

Проектирование переходов для операций 030 отделочной [14].

Исходные данные для расчета по переходам для растачивания отверстия с окончательным размером 40 мм, которые обрабатываются соосно в боковых стенках корпуса.

Обрабатываемый материал – чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85 с твердостью материала- HB 170...240.

Используется специализированное приспособление с механизированным приводом.

Смена детали – ручная.

Используемое оборудование: координатно-расточной станок 2Е460АФ1 [18].

Используемый инструмент: резец токарный расточной сборный с механическим креплением пластин твердого сплава ВК8, ВК6, ВК4 и минералокерамической пластины ВО13, $\varphi=95^\circ$ по ГОСТ 26612-85.

Глубина резания из таблицы 5 – по переходам черновая глубина $t= 1,1$ мм, полустойкое – 0,4 мм; чистовое – 0,27 мм; отделочное – 0.25 мм.

Подача по черновым переходам: 0,4 мм/об; 0,25 мм/об; 0,18 об/мин. Подача с учетом требуемой шероховатости $Ra\ 0,63$ мкм принимается на последнем переходе $S=0,1$ мм/об [7].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \cdot K, \quad (9)$$

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 их основной коэффициент равен 292, экономическая стойкость 40 мин, расчетный припуск 0,1 мм, $m=0,20$, $x=0,15$ и $y=0,20$.

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (10)$$

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

K_{pv} - коэффициент обработанной поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент материала инструмента (минерал-керамики).

Коэффициент поверхности K_{pv} примем 0,82 -, для минерал-керамики K_{iv} равен 0,83.

Для материала

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}, \quad (11)$$

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

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{200}\right)^{1,25} \approx 0,938.$$

$$K_v = 0,938 \cdot 0,82 \cdot 0,83 \approx 0,638.$$

$$V = \frac{292}{40^{0,20} \cdot 0,1^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 0,638 \cdot 0,9 \approx 179,49 \text{ м/мин.}$$

Определяем обороты шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (12)$$

где V – расчетная скорость, м/мин;

D - диаметр отверстия, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 179,49}{3,14 \cdot 40} 1433 \text{ мин}^{-1}.$$

Скорректированная частота вращения шпинделя будет $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда фактически:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (13)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1400}{1000} \approx 175 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (14)$$

$$S_m = S \cdot n = 0,1 \cdot 1440 = 144 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, . \quad (15)$$

где C_p - базовый коэффициент;

x, y, n – показатели степени;

K_p - поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (16)$$

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

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n. \quad (17)$$

где n – показатель степени примем равным 0,4.

Тогда

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{200}{190}\right)^{0,4} \approx 1,02.$$

$$K_p = 1,02 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \approx 0,91.$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot (0,25)^{1,0} \cdot (0,1)^{0,75} \cdot (179)^0 \cdot 0,91 = 37 \text{ Н.}$$

Для черновой обработки

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot (1,1)^{1,0} \cdot (0,4)^{0,75} \cdot (107)^0 \cdot 0,91 = 463 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (18)$$

$$N = \frac{463 \cdot 107}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности станка по условию нагрузки:

$$N_e \leq N_{\text{Э,ДВ}} \cdot \eta, \quad (19)$$

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

η – коэффициент полезного действия привода, который равен 0,9.

$$0,9 \leq 18 \cdot 0,9 = 16,2.$$

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

На данной операции также выполняются черновое, получистовое и чистовое растачивание, где режимы обработки считаются аналогично и сведены в операционную карту в приложении А.

Разработка технологической операции 005. Режимы резания:

Переход 1 – фрезерование черновое. Длина рабочего хода

$$L = L_p + L_n + L_d, \quad (20)$$

где L_p - длина резания, мм;

L_n - величина подвода, врезания и перебега инструмента, мм;

L_d - дополнительная величина хода, мм;

$L_d = 0$.

По расчету получается

$$L_n = 116 + 15 \text{ мм} = 131 \text{ мм}.$$

Глубина резания 2,7 мм. Подача на зуб фрезы $S_z = 0,25$ мм/зуб. Подача на оборот шпинделя

$$S_0 = 0,25 \cdot 6 = 1,5 \text{ мм/об}.$$

Скорость резания

$$V = 98 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 113 \text{ м/мин}.$$

Обороты фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot 113}{3,14 \cdot 160} = 225 \text{ об/мин}.$$

Минутная подача

$$S_M = 1,5 \cdot 225 = 338 \text{ мм/мин}.$$

Основное время

$$T_0 = \frac{131}{338} = 0,37 \text{ мин}.$$

Вспомогательное время $t_{всп.} = 0,25 \text{ мин}.$

Переход 2 – фрезерование чистовое.

$$S_z = 0,2 \text{ мм/зуб} \quad S_0 = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ мм/об}$$

$$V = 130 \cdot 1 \cdot 1,15 = 113 \text{ м/мин}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 113}{3,14 \cdot 160} = 225 \text{ об/мин}.$$

$$S_M = 1,2 \cdot 225 = 281 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{163}{225} = 0,72 \text{ мин.}$$

Переход 3 – сверление. Длина рабочего хода

$$L = 10+2=12 \text{ мм.}$$

Подача $S_0 = 0,08 \text{ мм/об.}$

Рекомендуемая скорость резания

$$V = 17 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 = 11 \text{ м / мин.}$$

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 11}{3,14 \cdot 4} = 875 \text{ об / мин.}$$

$$T_0 = \frac{72}{875 \cdot 0,08} = 0,82 \text{ мин.}$$

Переход 4 – зенкерование

$$L = 10+2=12 \text{ мм.}$$

Подача $S_0 = 0,15 \text{ мм / об.}$

Рекомендуемая скорость резания

$$V = 17 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 = 11 \text{ м / мин.}$$

$$T_0 = \frac{36}{1095 \cdot 0,15} = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход 5 – развертывание.

Подача $S_0 = 0,5 \text{ мм/об.}$ Скорость резания $V = 8 \text{ м / мин.}$

Число оборотов шпинделя, n , об/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot 4}{3,14 \cdot 4} = 318 \text{ об / мин.}$$

$$T_0 = \frac{24}{310 \cdot 0,5} = 0,15 \text{ мин.}$$

По сверлению и нарезанию резьбы режимы в таблице в наладке.

2.7 Расчет времени

«Штучное время [11]:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (21)$$

где T_o – основное время;

T_v – вспомогательное время;

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

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности», [12].

Основное время:

$$T_o = \frac{(l_1 + l_p + l_2) \cdot i}{S_{мин}}, \quad (22)$$

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.

Для расточной операции. Первый переход по растачиванию

$$T_o = \frac{(28+12) \cdot 1}{340} = 0,12 \text{ мин.}$$

Второй переход

$$T_o = \frac{(28+12) \cdot 1}{263} = 0,15 \text{ мин.}$$

Третий переход

$$T_o = \frac{(28+12) \cdot 1}{225} = 0,18 \text{ мин.}$$

Четвертый переход

$$T_o = \frac{(28+12) \cdot 1}{140} = 0,29 \text{ мин.}$$

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 [12]. Для приведения его к серийному используется поправочный коэффициент $K_{\text{ср}}$:

$$T_{\text{в}} = (T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}) \cdot K_{\text{ср}}, \quad (23)$$

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

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

$T_{\text{уп}}$ - время на управление;

$T_{\text{из}}$ - время измерения, мин;

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

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

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{в}} + T_{\text{о}}. \quad (24)$$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{в}} + T_{\text{о}} = 0,74 + 0,82 = 1,56 \text{ мин.}$$

Время на обслуживания:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{a}{100}. \quad (25)$$

где a – параметр загрузки станка в серийном производстве.

Для многооперационного станка

$$T_{\text{об}} = 1,56 \cdot \frac{6}{100} = 0,09 \text{ мин.}$$

Время на отдых:

$$T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{b}{100}. \quad (26)$$

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

$$T_{от} = 1,56 \frac{5}{100} = 0,08 \text{ мин.}$$

Суммарно:

$$T_{шт} = 0,74 + 0,82 + 0,09 + 0,08 = 1,73 \text{ мин.}$$

«Штучно-калькуляционное время [12]:

$$T_{шт} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}, \quad (27)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время.

Суммарно:

$$T_{шт} = \frac{20}{47} + 1,73 = 2,2 \text{ мин.}$$

Для 005 многоцелевой соответствующие значения будут

$$T_{шт} = 2,18 + 0,82 + 0,09 + 0,08 = 3,17 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = \frac{12}{47} + 3,17 = 3,42 \text{ мин.}$$

Режимы обработки сведены на 005 операцию в операционную карту в приложении А. Режимы и время по 005 операции показаны на наладке.

Выводы по разделу

В разделе спроектирована технология для среднесерийного производства по изготовлению корпуса червяного 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 многооперационных обрабатывающих станках. Это позволяет снизить количество перестановок заготовки, количество переходов и повысить точность обработки. Спроектирована лимитирующая технологическая операция и операция по обработке наиболее точной поверхности.

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. Данные параметры были приняты или рассчитаны в разделе 2. Вид и материал заготовки при расчете силовых характеристик учитывается твердость серого чугуна СЧ18, которая в данном случае назначается по шкале Бринелля 220.

Операция выполняется, включая самые нагруженные технологические переходы - фрезерование черновое и чистовое. 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 сборная торцовая фреза. Материал режущей пластины ВК8.

Режимы резания для чернового перехода по расчету припуска глубина резания t равна 2,7 мм. Подача с учетом жесткости S равна 1,4 мм/об, а скорость резания V составит 113 м/мин.

Для зажима применим специализированное наладочное приспособление из стандартных комплектующих: базовой плиты, опорных установочных пальцев, кулачковой оправки для центрирования и гидравлических или пневматических (по расчету) приводов.

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

Операционный эскиз показан на рисунке 2.

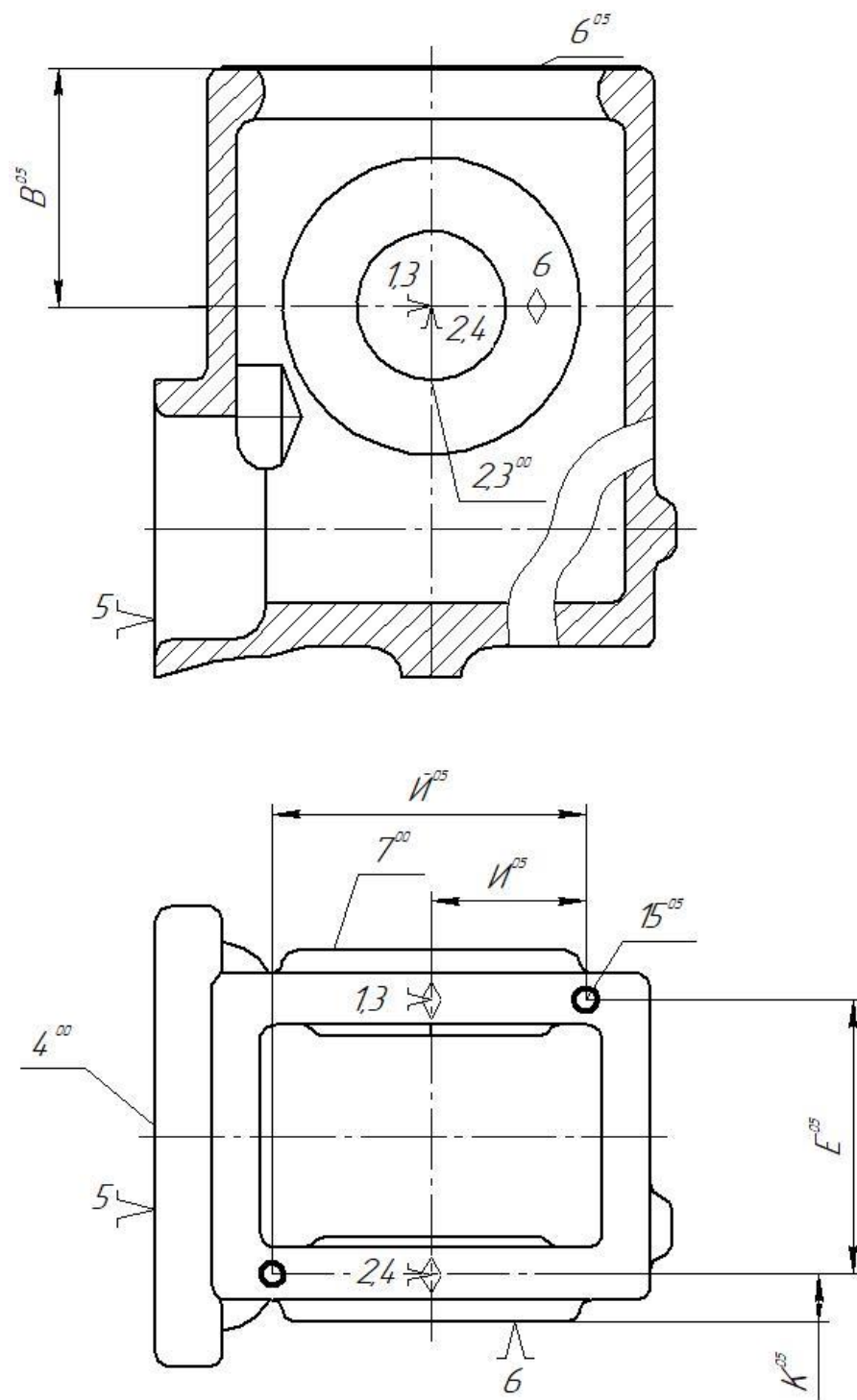


Рисунок 2 -Схема базирования

Схема действия сил резания и закрепления приведена на рисунке 3.

Расчет необходимого усилия закрепления проводится с учетом возникающих сил резания. Для этого необходимо для назначенных режимов обработки рассчитать составляющие силы фрезерования по формуле

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n_{\text{ст}}^\omega} \cdot K_{\text{мр}}, \quad (28)$$

где C_p – коэффициент для концевго фрезерования, C_p принимаем 12,5;

x, y, u, q, ω - показатели степени;

$K_{\text{мр}}$ - силовой поправочный коэффициент, который равен 0,85.

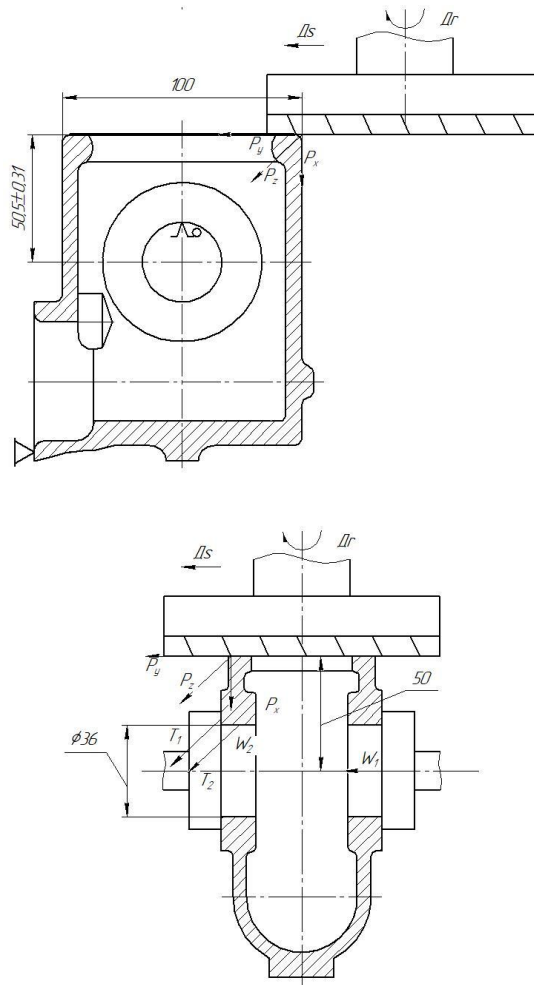


Рисунок 3 -Схема сил резания и зажима

Для указанных условий обработки параметры для расчета x равно 0,85, y равен 0,75; u равно 1; q равно 0,73 и ω равно - 0,13. Тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,7^{0,85} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 64 \cdot 6}{20^{0,73} \cdot 113^{-0,13}} \cdot 0,85 = 309 \text{ Н.}$$

Данную величину будет принимать сила резания при максимальных режимах обработки.

При обработке заготовка удерживается при помощи кулачковой оправки, а также силами трения на торцовой поверхности опорной поверхности корпуса из-за поджима Г-образным прихватом [13].

Возникающие силы трения между заготовкой корпуса и установочными поверхностями, а также между кулачками и базовой поверхностью заготовки, препятствует ее смещению от суммарного действия силы резания.

Данная сдвигающая нагрузка складывается из осевой, радиальной и тангенциальной составляющих. Осевую в данном случае составляющую можно исключить из расчета, поскольку она прижимает заготовку к опорной поверхности приспособлений. Радиальная компонента прожимает заготовку вниз, но конструктивно приспособление воспринимает ее всеми несущими элементами.

Тангенциальный вектор силы резания создает опрокидывающий момент, который имеет максимальную величину при обработке плоскости, где плечо действия сил максимальное. При этом расстояние равно 50мм.

Опрокидыванию заготовки будет препятствовать сила закрепления. Соответственно, для нахождения зажимной силы необходимо составить уравнения статического равновесия [10]. Из данного уравнения выведем силу зажима, необходимую для предотвращения опрокидывания заготовки с учетом коэффициента безопасности

$$W_{P_z} = \frac{k \cdot (P_z \cdot L)}{f \cdot L_3}, \quad (29)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

L – плечо действия силы тангенциальной, м;

L_3 – плечо действия сил зажима, м;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности прихвата;

k – коэффициент запаса.

Коэффициент запаса k :

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (30)$$

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.

Принимая с учетом того, что установочная поверхность механически не обработана, а зажимная поверхность имеет грубую структуру, поэтому коэффициент трения f на верхней поверхности по прихватам будет больше.

Примем $f = 0,3$.

$$W_{Pz} = \frac{2,5 \cdot 309 \cdot 50}{0,3 \cdot 20} = 6439 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов принимаем $W=6439$.

Так как прихват перемещается на направляющей, которая скользит в отверстиях корпуса, возникают изгибающие моменты, которые приводят к затиранию этой направляющей в отверстиях. Необходимо учесть потери части нагрузки, которая возникает под действием давления рабочей среды.

Увеличенная сила зажима W_1 :

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (31)$$

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

H_k – длина отверстия, м;

f_l – коэффициент трения в отверстии направляющей, принимаем $f_l=0.1$.

Параметры примем конструктивно.

$$W_1 = \frac{6439}{1 - \left(\frac{250}{40} \cdot 0.1 \right)} = 17170 \text{ Н.}$$

В данном случае усилие на штоке Q равняется усилию на прихвате, так как не используется никакого передаточного зажимного механизма приводящего к его усилению [5].

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

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta P}}, \quad (32)$$

где P – избыточное давление рабочей среды;

η – коэффициент полезного действия.

Примем первоначально $P = 2,5$ МПа.

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{17170}{2,5}} = 93 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 100$ мм.

Погрешность закрепления и установки в данном приспособлении определяется зазором между направляющим пальцем и отверстием. Из-за этого может возникать угловое смещение - поворот заготовки, который зависит от соотношения длины базового отверстия и зазора [2].

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

$$\varepsilon_y = S_{MAX} = (S_{MIN} + D_{OTB} + d_{II}) / 2, \quad (33)$$

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.

Тогда

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

Приспособление специализированное, наладочное, предназначено для установки корпуса редуктора на первой операции механической обработки, где происходит обработка чистовых технологических баз [1].

Приспособление состоит из корпуса 1. Он содержит ступенчатое отверстие для размещения штока 3 с поршнем 2, который закрепляется на штоке при помощи гайки 31. Отверстие закрывается крышкой 7, в центре которой находится коническая резьба для установки штуцера. Крышка 7 закрепляется винтами 28. На внешней части штока 3 гайка 21 закрепляет прихват 4. Верхнее отверстие прихвата служит для установки оправки 5. Для направления движения оправки используется штифт 4. Оправка 5 поджимается пружиной 33, степень сжатия которой регулируется гайкой 32. С противоположной стороны в отверстии корпуса 1 располагается

кулачковая оправка, которая состоит из корпуса 6, в радиальных пазах которого перемещаются кулачки 13. Они фиксируются упругим кольцом 12. Кулачки опираются на коническую поверхность штока 15, который через ось 16 и эксцентрик с ручкой 17, опирается на корпус 1. Приспособление устанавливается на столе станка по шпонкам 27 и крепится Т-образными болтами по проушинам с двух сторон.

Приспособление работает следующим образом. Заготовку корпуса отверстием надевают на оправку 6 и ручкой 17 производят фиксацию по данному отверстию. Далее давление подают в правую полость гидроцилиндра через штуцер, вкрученный в корпус. Шток 3 перемещает прихват 4, который своей оправкой 5 производит центрирование по второму отверстию. При этом заготовка корпуса упирается также в кронштейн 8, установленный сбоку на корпусе 1.

Раскрепление происходит в обратном порядке. Давление подаётся в левую полость гидроцилиндра. Шток 3, прихват 4 и оправка 5 перемещаются вправо, освобождая заготовку. Поворотом ручки 17 производят раскрепление кулачковой оправки 6. Заготовку снимают с приспособления. Спецификация приспособления показана в таблице В.1 приложения В.

3.2 Проектирование инструмента

На многооперационной операции 005 обрабатываются плоскости под крышку и технологическая база в заготовке из чугуна СЧ18 твердостью 200...240 НВ, на многооперационном станке. Спроектируем сборную фрезу (рисунок 4).

Фреза конструктивно имеет 6 зубьев. Угловой шаг 60°. Диаметр инструмента 160 мм. Диаметр посадочного отверстия 50 мм.

Все конструктивные параметры показаны на листе графической части.

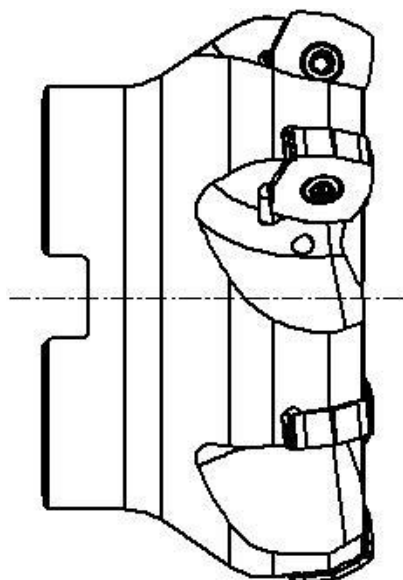


Рисунок 4 – Фреза торцовая

За счет использования пластин ВК6ОМ и конструкции фрезы подачу увеличиваем на 25%, а скорость резания на 30%. Это позволяет снизить время переходов до 0,37 мин и до 0,72 мин на черновом и чистовом переходах. Спецификация на фрезу представлена в таблице Г.1 приложения Г.

Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование технологического оснащения для проведения обработки на операции по подготовке технологических баз. Применяемый режущий инструмент обеспечивает высокую точность, снижает расходы на него, обеспечивает эффективное стружкодробление. Приспособление обеспечивает фиксацию заготовки на операции при установке по черновым базам с заданной точностью и надежностью.

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 VCenter- A85 используем спроектированное 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 на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ VCenter- A85 для обработки крепежных отверстий применяют набор спиральных сверл, зенковка и метчик. Для обработки основных отверстий используются на координатно-расточном станке 2E460АФ1 расточные борштанги со сменными режущими головками, в которые вставляются пластины ВК8, ВК6, ВК4 и В013. Обработка ведется последовательно.

Для финишной плоскошлифовальной операции на станке 3E710А применим шлифовальный круг.

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

Лимитирующей операцией является первая по обработке 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

отчистку сточных вод, а для снижения влияния вредных факторов на литосферу - утилизация полученных отходов на полигоне.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела по безопасности и экологичности технологического процесса изготовления корпуса, включающей в себя литье, многоцелевые, расточную и плоскошлифовальную операции с выполнением фрезерных, сверлильных, расточных и шлифовальных переходов, были получены следующие результаты. Для предложенного технологического процесса проанализированы основные операции и оборудование, а также материалы и оснащение. С учетом проведенного 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 и предложены меры по ее обеспечению с определением класса пожарной опасности, опасных факторов, которые возникают при пожаре. Разработанные организационно-технические меры по обеспечению пожарной безопасности включают в себя подбор инструмента, мероприятий, а также меры, необходимые в случае возникновения пожара. Проанализированы вредные экологические факторы. Предложены меры по снижению данных вредных воздействий путем организации общей вентиляции, системы отчистки 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, является итоговым в написании бакалаврской работы, в ходе которой предлагается внести изменения в технологический процесс изготовления червячного редуктора, а именно заменить оборудование и инструмент на фрезерной операции.

Подробное описание предложенных совершенствований описано в предыдущих разделах бакалаврской работы, а краткое их описание представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Краткое описание изменений технологического процесса изготовления червячного редуктора

Элементы ТП	Базовый вариант	Проектный вариант
Оборудование	Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ, модель VC Center A85	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ, модель SPECTR МНМ-400
Оснастка	Сборно-разборное приспособление	Сборно-разборное приспособление
Инструмент	Фреза сборная торцевая ВК6 Ø160 мм	Фреза сборная торцевая повышенной жесткости ВК6ОМ Ø160 мм с пластинами с покрытием
Трудоемкость	$T_{O(ЧЕР)} = 0,37$ мин $T_{O(ЧИСТ)} = 0,82$ мин $T_{ШТ-К} = 3$ мин	$T_{O(ЧЕР)} = 0,23$ мин $T_{O(ЧИСТ)} = 0,16$ мин $T_{ШТ-К} = 2,4$ 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 7.

Таблица 7 – Этапы алгоритма определения экономической эффективности технологических решений

Номер и название этапа	Параметры, которые, собираются или определяются на входе этапа	Формула расчета параметра
Этап 1. Сбор и расчет необходимых данных	<ul style="list-style-type: none"> - «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)» [6] 	
Этап 2. Определение технологической себестоимости	<ul style="list-style-type: none"> - «основной материал (M); - основная заработная плата рабочих ($З_{ПЛ.ОСН}$); - социальные отчисления ($НЗП$); - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$); - технологическая себестоимость ($C_{ТЕХ}$)» [6] 	$M = M_3 \cdot C_M \cdot K_{ТЗ} - M_0 \cdot C_0$ $З_{ПЛ.ОСН} = З_{ПЛ.ОП} + З_{ПЛ.Н}$ $НЗП = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_C$ $P_{Э.ОБ} = P_{ОБ} + P_{ПР} + \dots + P_i$ $C_{ТЕХ} = M + З_{ПЛ.ОСН} + НЗП + P_{Э.ОБ}$
Этап 3. Определение полной себестоимости	<ul style="list-style-type: none"> - «цеховая себестоимость ($C_{ЦЕХ}$); - производственная (заводская) себестоимость ($C_{ЗАВ}$); - полная себестоимость ($C_{ПОЛН}$)» [6] 	$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ $C_{ПОЛН} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$
Этап 4. Определение инвестиций	<ul style="list-style-type: none"> - «капитальные вложения в основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$); - сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$); - общий объем инвестиций ($K_{ИНВ}$)» [6] 	$K_{ОБ} = \sum H_{ОБ} \cdot C_{ОБ} \cdot K_3$ $K_{СОП} = З_{ПР} + K_{ПР} + \dots + K_i$ $K_{ИНВ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$
Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса	<ul style="list-style-type: none"> - «чистая прибыль ($П_{ЧИСТ}$); - срок окупаемости (T); - чистый дисконтированный доход ($ЧДД$); - индекс доходности ($ИД$); - доход на капитал ($Д_{КАП}$)» [6] 	$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{П}$ $T = \frac{K_{ИНВ}}{П_{ЧИСТ}}$ $ИД = \frac{Д_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ИНВ}}$

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 [8].

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 5. Анализируя рисунок 5 можно сделать вывод о том, что расходы по представленным параметрам снижаются, и позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 14,94%. Результаты выполнения этапа 3 представлены на рисунке 6. Так как основой для определения полной себестоимости является технологическая себестоимость, то целесообразно данную величину включить в это графическое изображение. Значения, представленные на рисунке 6, также имеют тенденцию к снижению в проектируемом варианте. Разница величины полной себестоимости между вариантами составляет уже 16,29%, т. е. в проектируемом варианте полная себестоимость меньше на 18,99 рубля.

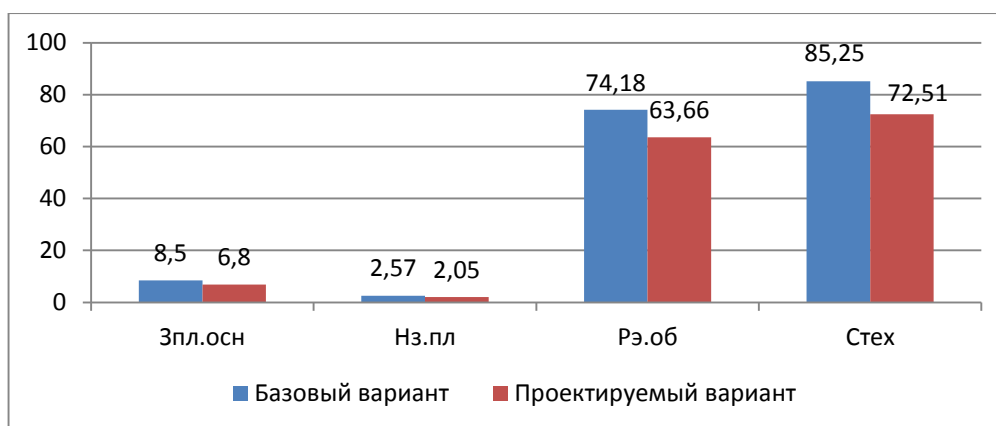


Рисунок 5 – Определение технологической себестоимости детали «Червячный редуктор», на фрезерной операции по вариантам, руб.

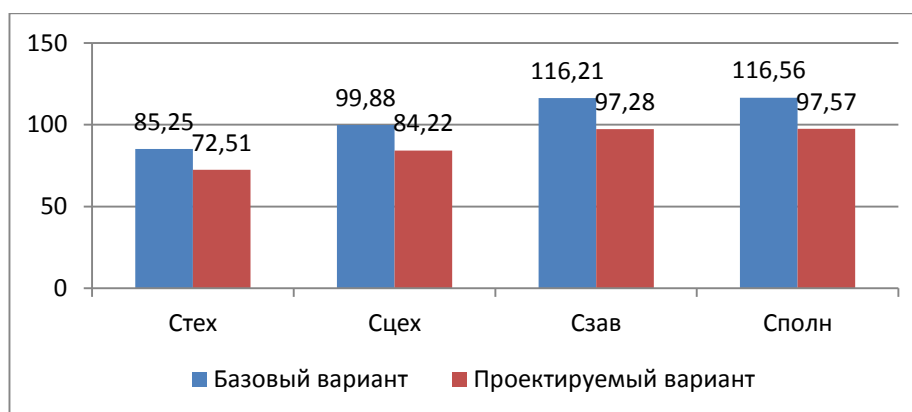


Рисунок 6 – Определение полной себестоимости, детали «Червячный редуктор», на фрезерной операции по вариантам, руб.

Результаты выполнения этапа 4 представлены на рисунке 8.

Как видно из рисунка 7, инвестиций потребуют: капитальные вложения в основное технологическое оборудования ($K_{ОБ}$); его доставка (K_M); затраты на проектирование ($З_{ПР}$), затраты на инструмент ($K_{И}$), затраты на производственную площадь ($K_{Э.ПЛ}$) и незавершенное производство ($НЗП$). Учитывая полученную величину перечисленных параметров, общий объем инвестиций ($K_{ИНВ}$) составит 36016,74 руб. Результаты выполнения этапа 5 представлены в таблице 8.

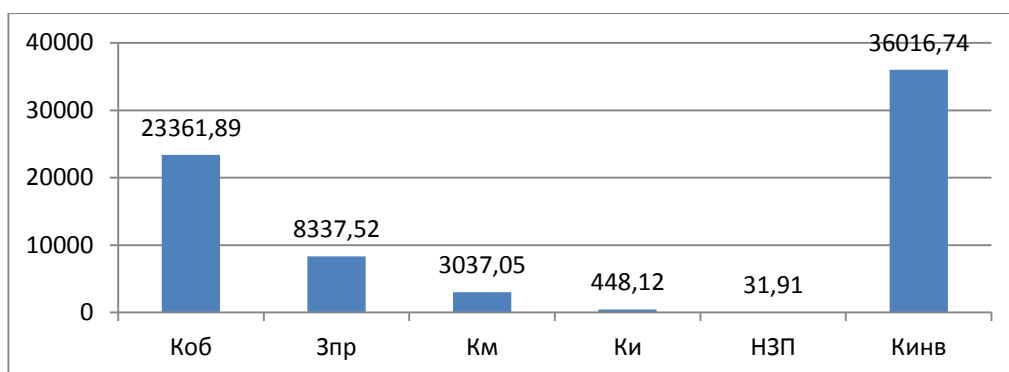


Рисунок 7 – Определение инвестиций на выполнение фрезерной операции детали «Червячный редуктор», руб.

Таблица 8 – Экономическое обоснование изменений технологического процесса

Экономический показатель, единица измерения	Условное обозначение	Значение
Общий объем инвестиций, руб.	$K_{инв}$	36016,74
Чистая прибыль, руб.	$P_{чист}$	7596
Срок окупаемости, год	T	5
Чистый дисконтированный доход (интегральный экономический эффект), руб.	$ЧДД$	4509,73
Индекс доходности, руб. / руб.	$ИД$	1,13

Наиболее значимой величиной, из всех представленных в таблице 8, 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 для условий среднесерийного производства. Данная деталь является базовой для червячного редуктора и выполняется из чугуна СЧ18, который имеет нормальную обрабатываемость резанием и хорошие литейные свойства. С учетом среднесерийного типа производства в работе выбран метод получения заготовки литьем в землю. Для формирования сложной формы детали используется ручная формовка на заготовительном этапе. Обработка данной детали характеризуется нормальной технологичностью, которая связана со стандартной формой базовых поверхностей, которые выполняются по программе по соответствующей цифровой модели детали.

Технические требования на корпус высокие для основных отверстий и для плоскостей под крышки. Поэтому цикл обработки в себя включает как черновую, получистовую лезвийную обработку, так и отделочные переходы, включая плоское шлифование.

Поскольку заготовка отличается не совсем стандартной формой, установка ее будет иметь особенности на первой операции при обработке чистовых баз.

Первая операция является лимитирующей, так как выполняется большое количество переходов. На фрезерных переходах при большой длине обрабатываемой поверхности формируется прерывистое резание. Для этой обработки используется сборная торцовая фреза. Для зажима заготовки используются специализированные и универсальные приспособления, одно из которых спроектировано в соответствующем разделе конструкторской части работы.

Технология характеризуется использованием универсальных станков с числовым программным управлением. Из-за наличия большого количества крепежных резьбовых и гладких высокоточных отверстий в технологию

включается обработка на многоцелевых операциях с подводом инструмента с различных направлений.

В технологии также используются операции по обтачиванию наружной цилиндрической поверхности установочных фланцев и привалочных бобышек под крышки. Из-за высоких требований к установочной плоскости в технологии используется плоскошлифовальная операция, а для получения высоких показателей для основных отверстий используется много переходное растачивание.

Для обеспечения высокой износостойкости корпуса в технологическом процессе задействована термическая операция.

Для разработанной технологии предусмотрены меры по защите охраны труда и экологичности.

Изменения конструкции торцовой фрезы обоснованы в ходе экономического расчета.

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, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / 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. Heinz, Tschätsch Applied Machining Technology / Tschätsch Heinz – Springer-Verlag : Berlin, Heidelberg, 2009. – p. 396

22. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical

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

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

24. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156

Маршрутные карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

[illegible]

Продолжение таблицы А.1

56

Приложение Б Операционная карта

Таблица Б.1 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Директ. взам. Полн.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы Б.1

58

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84 Форме									
Дубл.									
Взам.									
Пол.									
									4
									005
КЭ	Карта эскизов								

Приложение В

Спецификация на приспособление

Таблица В.1 – Спецификация приспособления

Инв. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.							
					Документация		
Сред. №	A2			22.ВКР.ОТМП.328.75.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
					Детали		
Подп. и дата			1	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.001	Корпус	1	
			2	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.002	Поршень	1	
			3	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.003	Шток	1	
			4	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.004	Прихват	1	
			5	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.005	Оправка	1	
			6	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.006	Корпус оправки	1	
			7	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.007	Крышка	1	
			8	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.008	Кронштейн	1	
			9	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.009	Упор боковой	1	
			10	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.010	Скалка	2	
			11	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.012	Опора направляющая	2	
			12	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.012	Кольцо	1	
			13	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.013	Кольцо	4	
			14	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.014	Установочный палец	1	
			15	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.015	Шток	1	
			16	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.017	Ось	1	
			17	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.017	Ручка эксцентрик	1	
			18	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.018	Упор крышки	1	
			19	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.019	Кольцо поршневое	2	
			20	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.021	Кольцо штоковое	2	
Инв. № подл.	22.ВКР.ОТМП.328.75.00.000.СП						
	Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит. Лист Листов		
	Разраб.	Тарасов Н.Е.					
	Проб.	Расторгуев Д.А.			1 2		
Инв. № подл.	Н.контр.	Расторгуев Д.А.			ТГУ ТМдп-1702б		
	Утв.	Логинков Н.Ю.					
Приспособление					Копировал		
					Формат А4		

Продолжение таблицы В.1

61

Приложение Г

Спецификация на инструмент

Таблица Г.1 – Спецификация приспособления

		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Формат	Зона	Поз.				
Стор. №								
						<u>Документация</u>		
		A2			22.ВКР.ОТМП.328.75.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Детали</u>		
			1		22.ВКР.ОТМП.328.75.00.001	Корпус	1	
			2		22.ВКР.ОТМП.328.75.00.002	Пластина режущая	6	
			3		22.ВКР.ОТМП.328.75.00.003	Винт	6	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № посл.								
					22.ВКР.ОТМП.328.75.00.000.СП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Горасов Н.Е.			Фреза торцовая			
Проб.		Расторгуев А.						
Н.контр.		Расторгуев А.			ТГУ ТМдп-1702В			
Утв.		Логина Н.Ю.						
					Копировал			
					Формат А4			