

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления корпуса насоса гидрокоробки

Студент(ка)	Темников В. С.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Расторгуев Д.А.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Виткалов В.Г.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Горина Л.Н.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Зубкова Н.В.	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент _____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« » 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Темников Владислав Сергеевич гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса насоса гидрокоробки.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и режущего инструмента

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 1
3) План обработки	1 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
5) Приспособление	1 – 1,5
6) Режущий инструмент	0,5 – 1
7) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания «___» марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы		
	(подпись)	(И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению		
	(подпись)	(И.О. Фамилия)

Аннотация

УДК 621.0.01

Темников Владислав Сергеевич

Технологический процесс изготовления корпуса насоса гидрокоробки. Тольяттинский государственный университет, 2016 г.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа).

В квалификационной работе спроектирован технологический процесс изготовления корпуса насоса гидрокоробки, с годовой программой выпуска 10000 штук (среднесерийный тип производства).

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут изготовления, оборудование, припуск, металлорежущий инструмент, оснастка.

Работа состоит из пяти разделов, включающих в себя анализ базового технологического процесса, выявление его недостатков и пути их устранения во вновь спроектированном технологическом процессе, разработана заготовка получаемая методом литья в песчано-глинистые формы с припусками, рассчитаны аналитическим методом. При проектировании технологического процесса, применено высокопроизводительного оборудование, оснастка и инструмент с износостойким покрытием. В третьем разделе квалификационной работы спроектировано станочное приспособление (патрон 3-х кулачковый клиновый с торцовым поджимом с пневмоприводом для токарной операции) и спиральное сверло с усиленной сердцевиной.

В четвертом и пятом разделе данной работы разработаны мероприятия по безопасности и экологичности технического объекта и рассчитана экономическая эффективность работы, в сравнении с базовым вариантом.

Выпускная квалификационная работа содержит: пояснительную записки- 69 страниц, которая содержит 21 таблицу, 6 рисунков и графическую часть, содержащую 8 листов.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.3 Определение зада работы.....	13
2 Технологическая часть работы.....	14
2.1 Выбор типа производства	14
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	14
2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки.....	18
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки	22
2.5 Выбор средств технологического оснащения.....	29
2.6 Проектирование технологических операций.....	32
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	42
3.1 Проектирование станочного приспособления	42
3.2 Проектирование режущего инструмента	49
4 Безопасность и экологичность технического объекта	52
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	52
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	53
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	54
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	55
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	59

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	61
5 Экономическая эффективность работы.....	62
Заключение.....	66
Список используемой литературы.....	67
Приложения.....	69

Введение, цель работы

Машиностроительная и станкостроительные отрасли всегда являлись локомотивом развития экономики, но на данный период времени вся машиностроительная отрасль переживает спад, и в этих экономических условиях, необходимо особенно жестко контролировать все производственные издержки и стремиться свести их к минимуму, не понижая при этом качество изготавливаемых изделий, а наоборот повышая его. Выполнение двух этих условий позволит предприятиям машиностроительной отрасли получить конкурентное преимущество на рынке готового продукта. Для снижения себестоимости готового изделия предприятию необходимо вкладывать деньги в модернизацию производства: использовать высокопроизводительное оборудование, оснастку и инструмент, широко применять роботизированные комплексы и тд., что в долгосрочной перспективе приведет к снижению себестоимости готовой продукции и повысив ее качество.

Главной задачей выпускной квалификационной работы является разработка нового технологического процесса изготовления детали для среднесерийного типа производства, повышение качества изготавливаемой продукции, при снижении ее себестоимости, с применением последних разработок в области машиностроения.

С левого торца в отверстие корпуса 1 проходит втулка 5, через отверстия которой подается рабочая жидкость, которая поступает в камеру нагнетания Н.

В эксцентрично расположенном отверстии корпуса 1 установлена шестерня внутреннего зацепления 6. Между шестерней 6 и шестерней приводного вала 4 находится выступ серпообразного разделительного элемента Р корпуса 1.

Принцип действия шестеренчатого насоса: рабочая жидкость, заполняющая междузубовые впадины шестерен, переносится в полость нагнетания, где и выдавливается зацепляющимися зубьями через серпообразные окна в боковых крышках корпуса 1. Для отделения (уплотнения) полостей всасывания и нагнетания применен серпообразный разделительный элемент Р.

1.1.2 Анализ материала детали

Деталь «Корпус» имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал корпуса: сталь 45Л по ГОСТ 977-88.

В таблице 1.1 приведен химический состав стали 45Л ГОСТ 977-88.

В таблице 1.2 приведены физико-механические свойства стали 45Л ГОСТ 977-88.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 45Л ГОСТ 977-88

Элемент, %	C	S	P	Cu	Mn	Si
		Не более				
Содержание	0,42-0,50	0,045	0,040	0,30	0,4-0,9	0,20-0,52

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 45Л ГОСТ 977-88

Состояние поставки. Режим термообработки	Сечение, мм	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
		МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	
Отливка Нормализация 860 - 880°C, Отпуск 600 - 630°C	100	320	550	12	20	29	143-241

Исходя из значений приведенных в таблицах 1.1 и 1.2 химический состав и механические свойства стали 45Л удовлетворяют служебному назначению изготавливаемой из нее детали.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Проведем систематизацию и классификацию поверхностей детали по их служебному назначению, результаты классификации сведем в таблицу 1.3.

В зависимости от служебного назначения нумеруем все обрабатываемые поверхности детали на чертеже (однотипные поверхности, нумеруются однократно).

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали по служебному назначению

N	Вид	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	11,18,19
2	База: основная конструкторская	12,13
3	База: вспомогательная конструкторская	1,4,7,9,10,14,20,21
4	Свободные поверхности	Остальные

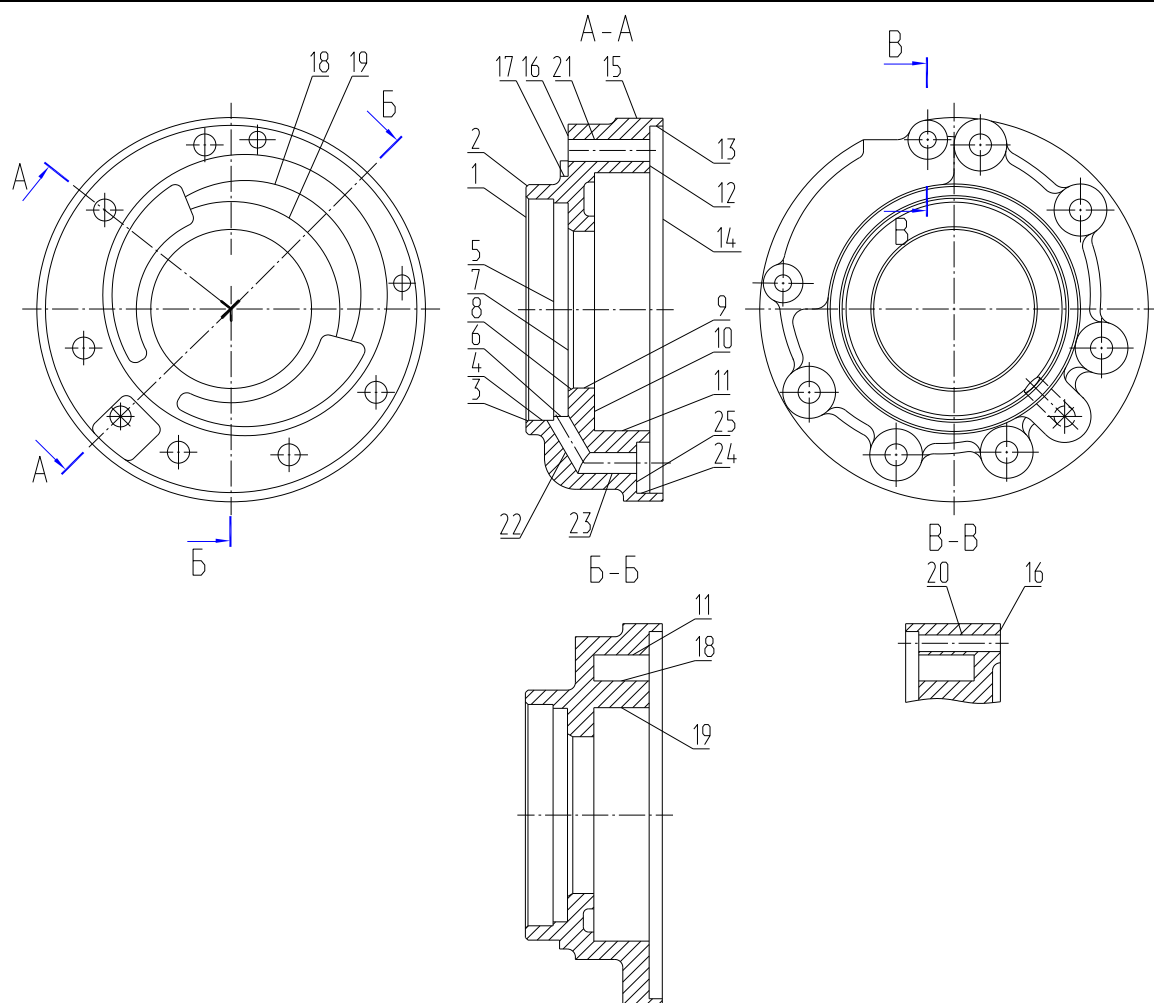


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Корпус насоса гидрокоробки»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

В данном пункте намечаем пути снижения себестоимости изготовления детали, посредством совершенствования ее конструкции.

1.2.1 Технологичность заготовки

В качестве заготовки детали «Корпус насоса гидрокоробки», принимаем отливку, материал отливки – сталь 45Л ГОСТ 977-88.

Конфигурация наружного контура детали и отверстий детали достаточно сложная, тем не менее не вызывают значительных трудностей при получении заготовки и заготовку можно считать технологичной.

1.2.2 Технологичность конструкции детали

Чертеж детали содержит всю необходимую для проектирования ТП информацию и дает полное представление о конструкции корпуса насоса: на чертеже присутствуют все размеры, допуски и отклонения формы и расположения поверхностей, обозначены шероховатости поверхностей.

Данная деталь относится к деталям типа – корпус, для которых разработан типовой технологический процесс, она не содержит специфических элементов конструкции и возможна ее обработка непосредственно по типовому ТП.

Все поверхности детали доступны для обработки и контроля и могут быть обработаны с помощью стандартного режущего инструмента, на универсальном оборудовании и не требуют специальных СТО. Сложностей при транспортировке детали и ее установке – нет.

С точки зрения общей конфигурации детали, можно сделать вывод, о ее технологичности.

1.2.3 Технологичность базирования и закрепления

При базировании детали необходимо выполнения двух условий:

1. Совпадения измерительной и технологической баз;

2. Постоянство баз при обработке.

Учитывая, при анализе конструкции детали, эти два условия выбираем в качестве баз на токарных операциях при обработке левого конца наружную поверхность 15 и торец пов. 14, при обработке правого конца – отверстие, пов. 4 и торец пов. 1.

При координатно-расточной обработке внутреннего рабочего контура (правого конца) на первом установе базами являются отверстие, пов. 4, торец пов. 1, с угловой центровкой по необрабатываемой поверхности под отверстие 23. На втором установе, при обработке левого конца базами являются отверстие, пов. 13, торец 12, с угловой центровкой по отверстию 20.

На координатно-шлифовальной операции при обработке левого конца базами являются отв. 13 и торец 12, при обработке правого – отверстие 4, торец 1, с угловой центровкой по отверстию 20.

При закреплении детали возможно надежно обеспечить ее установочное положение и обработку цилиндрических шеек и отверстий корпуса насоса гидрокоробки можно вести от одних и тех же баз. Измерительные базы можно использовать в качестве технологических на большинстве установов.

Базовые поверхности имеют достаточную точность и малую шероховатость, что обеспечивает необходимую точность и шероховатость обработанных поверхностей.

Деталь можно считать технологичной с точки зрения базирования и закрепления.

1.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Количество и протяженность сопрягаемых поверхностей корпуса насоса гидрокоробки определяется конструкцией узла и условиями работы детали. Точность поверхностей определяется требованиями работоспособности всего узла. Увеличение требований к точности и чистоте поверхности приведет к удорожанию готового изделия, а их занижение к неправильной работе всего узла и возможно, к его поломке.

Самые жесткие требования по точности и шероховатости для детали «кор-

пус насоса», согласно рабочего чертежа составляют:

- качества: IT6 – пов. 10,12;
- шероховатости: Ra 1,25 на пов. 12;
- соосности 0,02 пов. 4 относительно пов. 13;
- перпендикулярности 0,016 пов. 11,18,19 относительно пов. 13;
- параллельности 0,016 пов. 11,18,19 относительно пов. 13;
- плоскостности 0,01 пов. 10.

Данные требования могут быть выполнены как на станках нормальной точности. Конфигурация детали позволяет широко использовать механизацию и автоматизацию при ее установке, обработке, транспортировке. Имеется свободный доступ к местам обработки и контроля.

Деталь является технологичной, по данному критерию.

1.3 Определение задач работы

Сформулируем основные задачи выпускной квалификационной работы:

1. Спроектировать отливку, с минимальными припусками, рассчитанными аналитическим методом;
2. Применить для изготовления детали, в условиях среднесерийного производства, высокопроизводительные станки (станки с ЧПУ или полуавтоматы), специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку с гидро- и пневмоприводом, высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
3. Спроектировать патрон 3-х кулачковый с автоматизированным приводом на токарную операцию;
4. Спроектировать режущий инструмент;
5. Проанализировать ТП на наличие опасных и вредных факторов, принять меры по защите от их действия или их устранению;
6. Определить экономическую эффективность работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Подходы к выбору организации технологического процесса, выбору заготовки определяются, руководствуясь типом производства, который характеризуется величиной коэффициента закрепления операций.

Для его расчёта необходимо знать трудоёмкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков.

Определим тип производства упрощенно, в зависимости от массы детали и программы выпуска.

По [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 1,8 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 10000$ шт., тип производства – среднесерийное, форма организации ТП – переменнo-поточная или поточная.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали 45Л, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки можно принять- отливку.

Другие методы получения заготовки невозможны, так как по чертежу детали многие поверхности получаются без последующей мехобработки.

Сравним два метода получения заготовки – литье в песчано-глинистые сырые формы и литье в кокиль

2.2.2 Основные параметры вариантов заготовок

2.2.2.1 Заготовка, полученная литьем в песчано-глинистые сырые формы

По таблице А.1 [8] выбираем метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных высокопрочных смесей, с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем класс размерной точности отливки [8].

Принимаем: класс размерной точности – 8.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8, с. 29].

Принимаем: степень коробления – 6.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем степень точности поверхности отливки по таблице Г.1 [8, с. 32].

Принимаем: степень точности поверхности отливки – 14 (шероховатость Ra40 мкм).

В зависимости от вида литья и массы выбираем класс точности массы отливки по таблице Д.1 [8, с. 33].

Принимаем при массе заготовки св. 1 до 10 кг: класс точности массы отливки - 8.

Следовательно – точность отливки - 8-6-14-8 по ГОСТ Р 53464-2009.

Массу заготовки определим ориентировочно по формуле:

$$M_3 = M_d K_p, \quad (2.1)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и метода получения заготовки.

Подставим, определенные значения в формулу (2.1), получим:

$$M_{31} = 1,8 \cdot 1,4 = 2,52 \text{ кг.}$$

2.2.2.2 Заготовка, полученная литьем в кокиль

Метод получения заготовки – литье под низким давлением в кокиль [8].

Класс размерной точности – 6.

Степень коробления – 5.

Степень точности поверхности отливки – 11

Класс точности массы отливки - 6.

Следовательно – точность отливки - 6-5-11-6 по ГОСТ Р 53464-2009.

Подставим, определенные значения в формулу (2.1), получим:

$$M_{32} = 1,8 \cdot 1,3 = 2,34 \text{ кг.}$$

2.2.3 Техничко-экономический анализ двух вариантов заготовок

2.2.3.1 Определение технологической себестоимости заготовок.

Определим стоимость срезания 1 кг стружки, при механической обработке, по формуле:

$$C_{\text{мех}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} C_{\text{к}}, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{с}} = 0,563$ руб. - текущие затраты на 1 кг стружки;

$C_{\text{к}} = 1,0$ руб. - капитальные затраты на 1 кг.

$E_{\text{н}} = 0,15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Подставим, определенные значения в формулу (2.2), получим:

$$C_{\text{мех}} = 0,563 + 0,15 \cdot 1,0 = 0,713 \text{ руб/кг.}$$

2.2.3.2 Определение стоимости 1 кг заготовки

Определим стоимость 1 кг заготовок, полученных литьем по формуле [4]:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{отл}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.3)$$

где $C_{\text{отл}}$ – базовая стоимость 1 кг отливок [4];

$K_{\text{т}}$ – коэффициент, зависящий от точности отливки;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент, зависящий от сложности отливки;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, зависящий от массы отливки;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент, зависящий от материала отливки;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, зависящий от группы серийности отливки.

Подставим, определенные значения в формулу (2.3), получим:

- для заготовки, полученной литьем в песчано-глинистые формы:

$$C_{\text{заг1}} = 0,29 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,291 \text{ руб.}$$

- для заготовки, полученной литьем в кокиль:

$$C_{\text{заг}2} = 0,36 \cdot 1,06 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,383 \text{ руб.}$$

2.2.3.3 Определение технологической себестоимости вариантов получения заготовок

Технологическая себестоимость получения заготовки, определяется по формуле:

$$C_T = C_{\text{заг}} \cdot M + C_{\text{мех}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх}} \cdot (M - m) \quad (2.4)$$

Подставим, определенные значения в формулу (2.4), получим:

- для заготовки, полученной литьем в песчано-глинистые формы:

$$C_{T1} = 0,291 \cdot 2,52 + 0,713 \cdot (2,52 - 1,8) - 0,0144 \cdot (2,52 - 1,8) = 1,236 \text{ руб.}$$

- для заготовки, полученной литьем в кокиль

$$C_{T2} = 0,383 \cdot 2,34 + 0,713 \cdot (2,34 - 1,8) - 0,0144 \cdot (2,34 - 1,8) = 1,274 \text{ руб.}$$

Из произведенных расчетов следует, что по технологической себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной литьем в песчано-глинистые формы.

2.2.4 Ожидаемая годовая экономия при сравнении вариантов заготовок

Ожидаемая годовая экономия, при изготовлении детали из заготовки, полученной литьем в песчаные формы по сравнению с литьем в кокиль определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_r = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \cdot K_{\text{п}} \quad (2.5)$$

где $\mathcal{E}_r$ - годовая экономия, руб;

N – годовая программа выпуска, шт;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент приведения цен 1990 года к ценам 2016 года.

Подставим, определенные значения в формулу (2.5), получим:

$$\mathcal{E}_r = (1,274 - 1,236) \cdot 10000 \cdot 80 = 30400 \text{ руб.}$$

По итогам сравнения двух вариантов получения отливки, по технологической себестоимости, делаем заключение, что следует принять первый вариант получения заготовки (литьем в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных высокопрочных смесей), как наиболее экономически целесообразный.

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор методов обработки поверхностей

Маршрут обработки поверхностей будем выбирать в зависимости от точности и шероховатости поверхностей.

Назначаем технологические переходы. Определяем наиболее выгодный по критерию наименьшей трудоемкости технологический маршрут каждой из поверхностей [11].

Результаты выбора методов обработки корпуса приведены в таблице 2.1, где обозначено:

$T_{\text{чер}}$ - обтачивание черновое; $T_{\text{чист}}$ - обтачивание чистовое;
 $R_{\text{чер}}$ - растачивание черновое; $R_{\text{чист}}$ - растачивание чистовое;
 $\Pi_{\text{чист}}$ - шлифование чистовое; С - сверление;
З - зенкерование; Ф – фрезерование.

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Операционные раз- меры		Точность поверхности				Шероховатость Ra, мкм	Твердость HB	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости
				Разме- ров, мм		Формы	Рас- поло ложе же- ния				
		d	l	d	l						
1	2	3	4	5	6	4	7	8	9	10	11
1	Плоск	96/85	5,5	8	14	-	-	2,5	180	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчист(8)	3,4
2	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	12,5	180	Тчист(11)	1,2
3	Конич	1x45°	1	14	14	-	-	12,5	180	Рчист(11)	1,4
4	Цил	85Н9	10,5	9	14	-	0,02	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(8)	5,2
5	Плоск	85/82	1,5	14	14	-	-	6,3	180	Рчер(13)+Рчист(10)	2,4
6	Цил	82	5,5	14	14	-	-	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(9)	5,2
7	Плоск	82/62,5	9,75	8	14	-	-	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(8)	5,2
8	Конич	2x30°	2	14	14	-	-	6,3	180	Рчист(11)	1,4
9	Цил	60,2Н9	8	9	14	-	0,025	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(9)	5,2
10	Плоск	108/60,2	31	6	14	-	-	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(6)	5,2
11	Цил	108Н9	21	9	6	-	0,016	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(9)	5,2
12	Плоск	147/108	24	6	14	-	0,016	1,25	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(6)	5,2

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	4	7	8	9	10	11
13	Цил	141Н8	5	8	12	-	0,025	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(8)	5,2
14	Плоск	141/147	3	14	12	-	-	6,3	180	Тчер(13)+Тчист(10)	2,2
15	Цил	147	36	14	14	-	-	12,5	180	Тчер(13)+Тчист(10)	2,2
16	Плоск	20	20	14	14	-	-	12,5	180	Ф(13)	1,0
17	Цил	20х3	3	14	14	-	-	12,5	180	Ф(13)	1,0
18	Цил, сектор	88h9	21	9	6	-	0,016	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(9)	5,2
19	Цил, сектор	82,5H9	21	9	6	-	0,016	2,5	180	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(9)	5,2
20	Цил	6,4	31	14	14	-	-	6,3	180	С(12)+З(9)	2,2
21	Цил	8,4	31	14	14	-	-	6,3	180	С(13)	1,2
22	Цил	8	20	14	14	-	-	12,5	180	С(13)	1,2
23	Цил	8	20	14	14	-	-	12,5	180	С(13)	1,2
24	Плоск	20х5	20	14	14	-	-	12,5	180	Ф(13)	1,0
25	Плоск	20х20	20	14	14	-	-	12,5	180	Ф(13)	1,0

Данный технологический маршрут обработки поверхностей (таблица 2.1) , в полной мере, обеспечит выполнение требований рабочего чертежа детали к ее изготовлению.

2.3.2 Разработка схем базирования

В качестве баз на токарных операциях при обработке левого конца возможно использовать наружную поверхность 15 и торец пов. 14, при обработке правого конца – отверстие, пов. 4 и торец пов. 1.

При координтно-расточной обработке внутреннего рабочего контура (правого конца) на первом установе базами являются отверстие, пов. 4, торец пов. 1, с угловой центровкой по необрабатываемой поверхности под отверстие 23. На втором установе, при обработке левого конца базами являются отверстие, пов. 13, торец 12, с угловой центровкой по отверстию 20.

На координатно-шлифовальной операции при обработке левого конца базами являются отв. 13 и торец 12, при обработке правого – отверстие 4, торец 1, с угловой центровкой по отверстию 20.

2.3.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали

В таблице 2.2 приведено подробное описание технологического маршрута обработки детали.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки детали «Корпус»

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная	-	Отлить заготовку
005	Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхность 1 начерно Расточить отв. 4,5,6,7,9 начерно
010	Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 14,15 начерно Расточить отв. 12,13 начерно
015	Токарная (чистовая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2 начисто Расточить отв. 3-9 начисто
020	Токарная (чистовая)	Токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 14,15 начисто Расточить отв. 12,13 начисто
025	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Установить, снять заготовку Расточить отв. 10,11 начерно Расточить сектор, пов. 18,10 начерно Расточить сектор, пов. 19,10 начерно Фрезеровать пов. 24,25 начисто Сверлить отв. 23 начисто Сверлить отв. 21 начисто Сверлить одно отв. 20 начерно Сверлить второе отв. 20 начисто Зенкеровать одно отв. 20 начисто (для базы) Расточить отв. 10,11 начисто Расточить сектор, пов. 18,10 начисто Расточить сектор, пов. 19,10 начисто
030	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 16,17 начисто Сверлить отв. 22 начисто

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
035	Слесарная	Стол слесарный	Электрохимическое снятие заусенцев
040	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
045	Контрольная	Контрольный стол	Предварительно контролировать основные параметры
050	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 1,4,5,6,9 начисто
055	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 12,13 начисто Шлифовать отв. 10,11 начисто Шлифовать сектор, пов. 18,19,10 начисто
060	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
065	Контрольная	Контрольный стол	Окончательно контролировать основные параметры

2.3.4 Разработка плана обработки

План обработки детали "Корпус насоса гидрокоробки", выполняется в графической части квалификационной работы и представляет собой таблицу:

- в первом столбце которой показывается номер и наименование операции и применяемое оборудование.
- во втором столбце представлен операционный эскиз, с указанием обрабатываемых поверхностей (обозначение утолщенной линией), теоретической схемы базирования и операционных размеров.
- в третьем столбце указываются значения операционных допусков.

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 60,2H9^{(+0,074)}$

Таблица 2.3- Последовательность обработки поверхности, оборудование, установка

Методы обработки поверхности	Оборудование	Установка заготовки
Растачивание черновое	SAMAT 135 NC	В патроне кулачковом
Растачивание чистовое	SAMAT 135 NC	В патроне кулачковом
Шлифование чистовое	3284СФ4	В приспособлении

Таблица 2.4- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

№ пер	Технологический переход	Элементы припускам				2Z min	Операц допуск Тd/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	Δ^{i-1}	$\epsilon_{уст}^{i-1}$			D ⁱ max	D ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Отлить	0,160	0,200	0,475	-	-	1,20	57,580	56,380	-	-
							8 ст.				
2	Расточить начерно	0,050	0,040	0,028	0,500	2,099	0,46	59,679	59,219	2,839	2,099
							H13				
3	Расточить начисто	0,025	0,025	0,019	0,100	0,388	0,12	60,067	59,947	0,728	0,388
							H10				
4	Шлифовать начисто	0,010	0,015	0,009	0,050	0,207	0,074	60,274	60,200	0,253	0,207
							H9				

Определим, составляющие припуска, его элементы: Rz- величину микронеровностей и h- глубину дефектного слоя назначаем по таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69].

Определим элементы припуска Δ_0 и $\epsilon_{уст}$.

Суммарные отклонения Δ_0 , мм, определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\Delta_0 = \sqrt{\Delta_{\text{деф}}^2 + \Delta_{\text{экс}}^2}, \quad (2.6)$$

где $\Delta_{\text{деф}}$ – деформация заготовки, мм;

$\Delta_{\text{экс}}$ – эксцентricность отверстий, мм.

Погрешность $\Delta_{\text{деф}}$, мм, заготовки:

$$\Delta_{\text{деф}} = \Delta_{\text{к}} L = 0,001 \cdot 52 = 0,052 \text{ мм}, \quad (2.7)$$

где L - расстояние до места расчета погрешности, мм;

$\Delta_{\text{к}}$ – удельное коробление, мкм/мм.

Определим $\Delta_{\text{экс}}$, мм, по формуле [5, с. 65]:

$$\Delta_{\text{экс}} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.8)$$

где δ_3 – допуск на базы, $\delta_3 = 1,6$ мм.

Подставим определенные значения в формулу (2.8), получим:

$$\Delta_{\text{экс}} = 0,25 \sqrt{1,6^2 + 1} = 0,472 \text{ мм}.$$

Определим суммарное отклонение расположения, подставив значения в формулу (2.6), получим:

$$\Delta_o = \sqrt{0,052^2 + 0,472^2} = 0,475 \text{ мм}.$$

Рассчитаем погрешность установки:

- при базировании $\varepsilon_{\text{уст1}} = 0,500$ мм [5, с. 75]; - $\varepsilon_{\text{уст2}} = 0,100$ мм [5, с. 75];

- $\varepsilon_{\text{уст3}} = 0,050$ мкм [5, с. 75].

Остаточное суммарное расположение по формуле:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \Delta_o, \quad (2.9)$$

где K_y - коэффициент уточнения (для перехода 2: $K_y = 0,06$; для перехода 3: $K_y = 0,04$; для перехода 4: $K_y = 0,02$).

Определим $\Delta_{\text{ост}}$, подставив определенные значения K_y в формулу (2.9):

$$\Delta_2 = K_{y2}\Delta_0 = 0,475 \cdot 0,06 = 0,028 \text{ мм};$$

$$\Delta_3 = K_{y3}\Delta_0 = 0,475 \cdot 0,04 = 0,019 \text{ мм};$$

$$\Delta_4 = K_{y4}\Delta_0 = 0,475 \cdot 0,02 = 0,009 \text{ мм}.$$

Минимальный припуск для черновой операции :

$$2Z_{\min} = 2(R_z + h + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.10)$$

$$2Z_{\min \text{растаччерн}} = 2 \cdot (0,160 + 0,200 + \sqrt{0,475^2 + 0,500^2}) = 2,099 \text{ мм}.$$

Минимальный припуск на чистовые операции:

$$2Z_{\min \text{растаччист}} = 2 \cdot (0,050 + 0,040 + \sqrt{0,028^2 + 0,100^2}) = 0,388 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{шлифчист}} = 2 \cdot (0,025 + 0,025 + \sqrt{0,019^2 + 0,050^2}) = 0,207 \text{ мм}.$$

Промежуточные расчетные размеры $D_{\max}^{i-1}$, мм и $D_{\min}^i$:

$$D_{\max}^{i-1} = D_{\max}^i - 2Z_{\min} \quad (2.11)$$

$$D_{\max \text{шлифчист}} = 60,274 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{растаччист}} = 60,274 - 0,207 = 60,067 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{растаччерн}} = 60,067 - 0,388 = 59,679 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{заготов}} = 59,679 - 2,099 = 57,580 \text{ мм}.$$

$$D_{\min}^i = D_{\max}^i - Td^i \quad (2.12)$$

$$D_{\min \text{шлифчист}} = 60,274 - 0,074 = 60,200 \text{ мм};$$

$$D_{\min \text{растаччист}} = 60,067 - 0,120 = 59,947 \text{ мм};$$

$$D_{\min \text{растаччерн}} = 59,679 - 0,460 = 59,219 \text{ мм};$$

$$D_{\min \text{заготов}} = 57,580 - 1,200 = 56,380 \text{ мм}.$$

Значения максимальных припусков $2Z_{\max}$, мм, определяем по формуле:

$$2Z_{\max} = D_{\min}^{i-1} - D_{\min}^i \quad (2.13)$$

$$2Z_{\text{тахшлифчист}} = 60,200 - 59,947 = 0,253 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{тахрастачист}} = 59,947 - 59,219 = 0,728 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{тахрастачерн}} = 59,219 - 56,380 = 2,839 \text{ мм}.$$

Значения минимальных припусков $2Z_{\min}$, мм, определяем по формуле:

$$2Z_{\min} = D^{i-1}_{\max} - D^i_{\max} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\text{миншлифчист}} = 60,274 - 60,067 = 0,207 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{минрастачист}} = 60,067 - 59,679 = 0,388 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{минрастачерн}} = 59,679 - 57,580 = 2,099 \text{ мм}.$$

Для проверки правильности расчетов, проверим выполнение условия (2.15):

$$2Z^i_{\max} - 2Z^i_{\min} = TD^{i-1} - TD^i \quad (2.15)$$

$$2Z^4_{\max} - 2Z^4_{\min} = 0,253 - 0,207 = 0,046 \text{ мм}$$

$$TD^i - TD^{i-1} = 0,120 - 0,074 = 0,046 \text{ мм}$$

$2Z^4_{\max} - 2Z^4_{\min} = TD^i + TD^{i-1} = 0,046 \text{ мм}$ – условие проверки выполняется, следовательно расчёт припусков выполнен верно.

Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров представлена на рисунке 6.1.

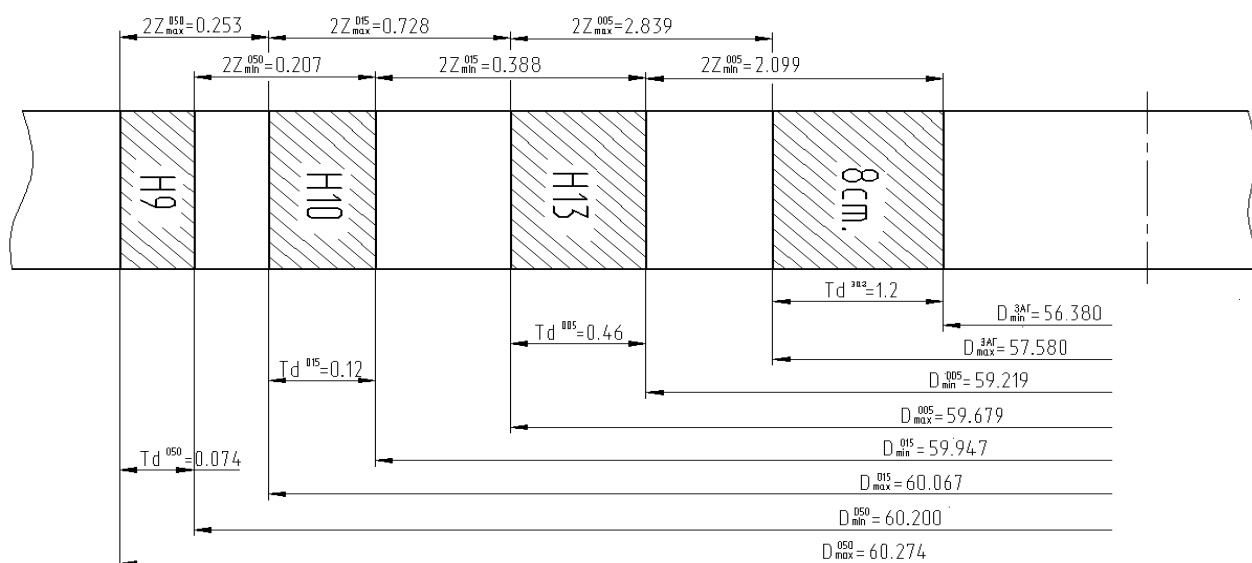


Рисунок 2.1

2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Результаты определения припусков данным методом приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5- Припуски на обработку поверхностей корпуса насоса гидрокоробки

№ оп	Наименование оп.	№ обрабатываемых поверхностей	Припуск на сторону, мм
005	Токарная (черновая)	1,4,5,6,7,9	1,2
010	Токарная (черновая)	14,15,12,13	1,2
015	Токарная (чистовая)	1,2,3-9	0,35
020	Токарная (чистовая)	14,15,12,13	0,35
025	Координатно-расточная	10,11,18,19 – 1 переход	1,2
		10,11,18,19 – 2 переход	0,35
050	Координатно-шлифовальная	1,4,5,6,9	0,15
055	Координатно-шлифовальная	10,11,12,13,18,19	0,15

2.4.3 Проектирование и расчет заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по ГОСТ Р 53464-2009 .

По таблице А.1 [8, с. 27] определяем метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных высокопрочных смесей, с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц.

Выбираем по [8], класс размерной точности отливки, в зависимости от материала и максимального габаритного размера заготовки, принимаем класс размерной точности отливки -8.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8], принимаем: степень коробления – 6.

Степень точности поверхности отливки, выбираем по таблице Г.1 [8], исходя из наибольшего габаритного размера отливки и ее материала, принимаем степень точности поверхности-14 (шероховатость Ra40 мкм).

В зависимости от вида литья и массы выбираем класс точности массы отливки по таблице Д.1 [8], при массе заготовки св. 1 до 10 кг принимаем класс точности массы отливки – 8.

Т.е. точность отливки - 8-6-14-8 по ГОСТ Р 53464-2009.

По таблице 1 [8] для 8 класса точности определяем допуски размеров, и в зависимости от допусков по таблице 6 [8] определяем припуски.

Определяем параметры элементов конструкции отливки (уклоны, радиуса и т.д.), согласно ГОСТ Р 53464-2009:

- литейные уклоны на наружной и внутренней поверхности – не более 0°30’;
- радиусы закругления наружных углов – 2 мм;
- сдвиг полуформ – не более 0,6 мм [8];
- эксцентричность отверстий - не более 0,6 мм [8];
- шероховатость поверхности заготовки – Ra 40 мкм.

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.2

Определим объем заготовки, для этого разобьем ее на элементарные части, радиусами, фасками, литейными уклонами пренебрегаем. Фасонные поверхности условно считаем цилиндрическим.

Объем заготовки определяем по формуле:

$$V_{\pi} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.16)$$

где V_i - объем i-го элемента заготовки.

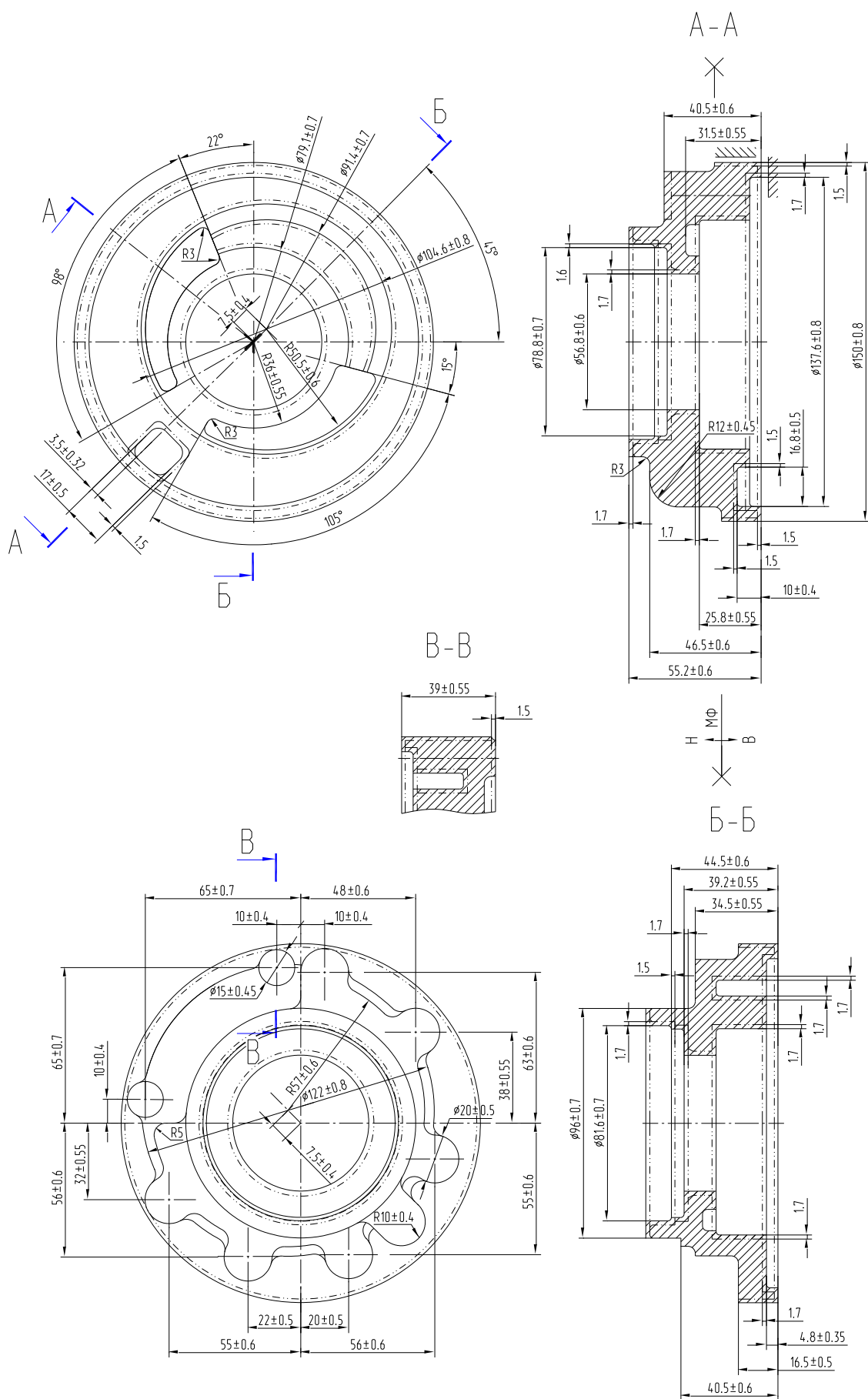


Рисунок 2.2- Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовки определяются по формуле:

$$V = \pi d^2 l / 4, \quad (2.17)$$

где d - диаметр, мм;

l -длина, мм.

Так как заготовка сложной формы, и точно посчитать ее объем достаточно сложно, вычислим объем с помощью САД-систем.

По объемной модели заготовки, выполненной в программе AutoCAD 2010 объем отливки составляет: $V = 362173 \text{ мм}^3$.

Масса отливки определяем по формуле:

$$m_3 = V\gamma, \quad (2.18)$$

где V – объем, мм^3 ;

γ - плотность чугуна, кг/мм^3 .

Подставив значения в формулу (2.18), получим:

$$m_3 = 362173 \cdot 7,0 \cdot 10^{-6} = 2,53 \text{ кг}.$$

Определим коэффициент использования материала на отливку, характеризующий эффективность использования материала, по формуле:

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 \quad (2.19)$$

Подставив значения в формулу (2.19), получим:

$$\text{КИМ} = 1,8 / 2,53 = 0,71.$$

2.5 Выбор средств технологического оснащения

2.5.1 Выбор оборудования

Результаты выбора оборудования представлены в таблице 2.6.

2.5.2 Выбор станочных приспособлений

Результаты выбора приспособлений представлены в таблице 2.6

2.5.3 Выбор режущего инструмента

Результаты выбора инструмента представлены в таблице 2.6

2.5.4 Выбор контрольно-измерительных средств

Результаты выбора контрольно-измерительных средств приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Выбор оборудования и технологической оснастки

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
005 010	Токарная (черновая)	Токарный станок ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина ромбическая, Т5К10 покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная Т5К10 покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный станок ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина Т15К6 покрытие (Ti-	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
				Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная Т15К6 покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125	ГОСТ 14827-69
025	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Борштанга расточная регулируемая автоматическая Dandrea. Пластина расточная Т5К10 покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=90^\circ$ Пластина расточная Т15К6 покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=90^\circ$ Фреза концевая $\varnothing 6$ Z=4 Р6М5К5 ГОСТ 17026-71 Сверло спиральное $\varnothing 8$; $\varnothing 6$; $\varnothing 6,4$; $\varnothing 8,4$ ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 Зенкер цельный $\varnothing 6,4$ Р6М5К5 ГОСТ 12489-71	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
030	Координатно-расточная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Фреза концевая $\varnothing 20$ Z=6 Р6М5К5 ГОСТ 17026-71 Сверло спиральное $\varnothing 8$ ГОСТ 10903-77 Р6М5К5	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
035	Слесарная	Электрохимический станок 4407			
040 060	Моечная	Камерная моечная машина			
050	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлифовальный круг 5 30x10x10 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
055	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлифовальный круг 5 9x25x4, 5 30x10x10 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Приспособление мерительное с индикатором

2.6 Проектирование технологических операций

2.6.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на 015 токарную операцию.

2.6.1.1 Исходные данные

- деталь - корпус шестеренчатого насоса
- материал- сталь 45Л ГОСТ 977-88 $\sigma_B = 550$ МПа
- заготовка- отливка
- приспособление- патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий
- жесткость – средняя

2.6.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 015 Токарная (чистовая)

Переход 1: Точить поверхности, выдерж. разм. $\varnothing 94_{-0,14}^{+0,12}$; $52,5_{-0,12}^{+0,14}$; 45°

Переход 2: Расточить отв., выдерж. разм. $\varnothing 59,9_{-0,12}^{+0,14}$; $\varnothing 81,8_{-0,14}^{+0,14}$; $\varnothing 84,7_{-0,14}^{+0,14}$; $1,15 \times 45^\circ$; 30° $34,1 \pm 0,05$; $36,5 \pm 0,05$; $41,85_{-0,12}^{+0,1}$; $52,5_{-0,12}^{+0,14}$

2.6.1.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Резец токарный проходной. $h=25$ $b=25$ $L=125$. Пластина 3хгранная, Т15К6 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=-27^\circ$, $\lambda=-2$ $\alpha=11^\circ$ [17, с. 128]

Переход 2: Резец токарный расточной. Пластина ромбическая, T15K6.
 $\varphi=110^\circ, \lambda=0, \alpha=11^\circ, h=16 \text{ } b=16 \text{ } L=125$ [17, с. 132]

2.6.1.4 Данные оборудования

Принимаем станок токарно-винторезный модели SAMAT 135 NC

2.6.1.5 Расчет режимов резания

2.6.1.5.1 Глубина резания t , мм

Переход 1: $t = 0,35$ мм

Переход 2: $t = 0,35$ мм

2.6.1.5.2 Подача S , мм/об

Переход 1: $S = 0,25$ мм/об [17]

Переход 2: $S = 0,25$ мм/об

2.6.1.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_U}{T^m t^x S^y} \cdot K_U, \quad (2.20)$$

где C_U - коэффициент; $C_U = 420$ [17]

T - стойкость, мин; $T = 60$ мин;

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,20$ [17]

K_U – коэффициент на фактические условия резания.

$$K_U = K_{MU} K_{PU} K_{IU}, \quad (2.21)$$

где K_{MU} - коэффициент, на качество обрабатываемого материала. [17]

K_{PU} – коэффициент на заготовку; $K_{PU} = 1,0$ [17]

K_{IU} – коэффициент на материал инструмента; $K_{IU} = 1,0$ [17]

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_U}, \quad (2.22)$$

где K_{Γ} – коэффициент на сталь; $K_{\Gamma} = 1.0$ [17]

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$.

$$K_{MU} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{550} \right)^{1,0} = 1,36.$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,36 = 1,36.$$

$$V_1 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,36 = 390,0 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,36 \cdot 0,9 = 351,0 \text{ м/мин.}$$

2.6.1.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (2.23)$$

где V - скорость резания, м/мин.

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 390}{3,14 \cdot 96} = 1294 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 351}{3,14 \cdot 84,7} = 1320 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 351}{3,14 \cdot 59,9} = 1866 \text{ мин}^{-1}$$

2.6.1.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование):

$$n_1 = 1294 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 1320 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = 1866 \text{ мин}^{-1}$$

2.6.1.5.6 Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания P_z , Н, определяется по формуле

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (2.24)$$

где C_p - коэффициент; $C_p = 300$ [17]

x, y, n - показатели степени; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$;

K_p - поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{MP} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \quad (2.25)$$

K_{MP} - коэффициент на качество обрабатываемого материала [17]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.26)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0,75$

$$K_{MP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79;$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – коэффициенты $K_{\varphi p}=0,89$ $K_{\gamma p}=1,0$ $K_{\lambda p}=1,0$ $K_{rp} = 1,0$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 390^{-0,15} \cdot 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 107 \text{ Н.}$$

2.6.1.5.7 Мощность резания N , кВт определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{107 \cdot 390}{1020 \cdot 60} = 0,68 \text{ кВт} \quad (2.27)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка SAMAT 135 NC $N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$; $0,68 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.6.2 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет на 030 координатно-расточную операцию

2.6.2.1 Исходные данные

- деталь - корпус шестеренчатого насоса
- материал- сталь 45Л ГОСТ 977-88 $\sigma_b = 550 \text{ МПа}$
- заготовка- отливка
- обработка- сверлильная
- тип производства- среднесерийное
- приспособление- специализированное наладочное
- закрепление заготовки- по отверстию с опорой на торец

2.6.2.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 030 Координатно-расточная.

Переход 1: Фрезеровать пов., выдерж. разм. $R10 \pm 0,1$; $31 \pm 0,19$; $56 \pm 0,23$; $32 \pm 0,19$; $10 \pm 0,13$; $050 \pm 0,23$; $20 \pm 0,16$; $22 \pm 0,16$; $56 \pm 0,23$; $15 \pm 0,13$; $55 \pm 0,23$; $38 \pm 0,19$; $63 \pm 0,23$

Переход 2: Сверлить отв., выдерж. разм. $\varnothing 8^{+0,22}$; $45^\circ \pm 40'$; $20 \pm 0,1$; $30^\circ \pm 40'$; $\varnothing 10,5^{+0,27}$; $\varnothing 82 \pm 0,2$

2.6.2.3 Выбор оборудования

Модель - Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500

Диаметр планшайбы 500 мм

Внутренний конус шпинделя (7:24): 40

Вместимость инструментального магазина: 20

Точность позиционирования: 0,005 мм

Частота вращения шпинделя: 80-8000 мин⁻¹ (бесступенчатое регулирование)

Подача: 1-15000 мм/мин

Мощность электродвигателя привода главного движения: 7 кВт

2.6.2.4 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Фреза концевая Ø20 Z=6 P6M5K5 ГОСТ 17026-71

Переход 2: Сверло спиральное Ø8 ГОСТ 10903-77 P6M5K5

2.6.2.5 Расчет режимов резания

Расчет выполним на переход 2. Режимы резания на переход 1 приводим в таблице 2.7

2.6.2.5.1 Глубина резания t , мм, определяется по формуле

$$t = D/2 = 8/2 = 4 \text{ мм} \quad (2.28)$$

где D – диаметр отверстия, мм

2.6.2.5.2 Подача S , мм/об

Для сверления принимаем:

В начальный период, на глубине 3 мм при врезании под углом, для исключения предварительной центровки принимаем по группе подач IV $S = 0,06$ мм/об [1]

Далее принимаем подачу по группе подач I $S = 0,20$ мм/об [1].

2.6.2.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = V_{\text{табл}} K_1 K_2 K_3, \quad (2.29)$$

где $V_{\text{табл}}$ – скорость по таблице, м/мин $V_{\text{табл}} = 30$ [1, с. 73];

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, $K_1 = 1,1$ [1];

K_2 – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи, к подаче, указанной в карте С-3, $K_2 = 1,0$ [1];

K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента. При стойкости сверла $T = 45$ мин $K_3 = 1,0$ [1].

$$V = 30 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 33 \text{ м/мин.}$$

2.6.2.4.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 33}{3,14 \cdot 8} = 1313 \text{ мин}^{-1}$$

2.6.2.4.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

$$n = 1313 \text{ мин}^{-1} \text{ (бесступенчатое регулирование)}$$

Рассчитаем режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Подрезать торец до Ø96	1,2	0,5	169,6	563	563	169,6
		Расточить Ø84	1,2	0,5	152,6	578	578	152,6
		Расточить Ø59,2	1,2	0,5	152,6	820	820	152,6
10	Токарная (черновая)	Точить Ø147,7	1,2	0,5	169,6	366	366	169,6
		Расточить Ø140	1,2	0,5	152,6	347	347	152,6
15	Токарная (чистовая)	Подрезать торец до Ø96	0,35	0,25	390,0	1294	1294	390,0
		Точить Ø84,7	0,35	0,25	351,0	1320	1320	351,0
		Точить Ø59,9	0,35	0,25	351,0	1866	1866	351,0

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø147 Расточить Ø140,7	0,35 0,35	0,25 0,25	390,0 351,0	845 794	845 794	390,0 351,0
25	Координатно- расточная	Расточить Ø107 Расточить Ø89 Расточить Ø81,5 Расточить Ø107,7 Расточить Ø88,3 Расточить Ø82,2 Фрезеровать фр. Ø6 Сверлить Ø8 Сверлить Ø6 Сверлить Ø6,4 Сверлить Ø8,4 Зенкеровать Ø6,4	1,2 1,2 1,2 0,35 0,35 0,35 1,5 4,0 3,0 3,2 4,2 0,2	0,4 0,4 0,4 0,15 0,15 0,15 0,20 0,20 0,15 0,15 0,20 0,4	150 150 150 360 360 360 45 33 31 31 33 19	446 536 586 1064 1298 1395 2388 1313 1645 1542 1251 945	446 536 586 1064 1298 1395 2388 1313 1645 1542 1251 945	150 150 150 360 360 360 45 33 31 31 33 19
30	Координатно- расточная	Сверлить Ø8 Фрезеровать фр. Ø20	4,0 3,0	0,06/0,20 0,6	33 55	1313 875	33 55	1313 875
50	Координатно- шлифовальная	Шлифовать Ø60,2 кругом Ø30 С вращением планшайбы Шлифовать Ø82 кругом Ø30 С вращением планшайбы Шлифовать Ø85 кругом Ø30 С вращением планшайбы	0,15 0,15 0,15	3000* 0,008** 3000* 0,012** 3000* 0,008**	15 м/с 20 15 м/с 20 15 м/с 20	 105 78 75	 105 78 75	15 м/с 20 15 м/с 20 15 м/с 20
55	Координатно- шлифовальная	Шлифовать Ø141 кругом Ø30 С вращением планшайбы Шлифовать Ø108 кругом Ø9 С вращением планшайбы	0,15 0,10	3000* 0,008** 2000* 0,008**	15 м/с 20 15 м/с 15	 45 44	 45 44	15 м/с 20 15 м/с 15

*-подача в мм/мин ; **-подача в мм/ход.

2.6.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления корпуса насоса гидрокоробки.

Определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$, мин по [5]

Расчет норм времени на токарную операцию 015

Основное время T_o , мин, определяются по формуле [9]

$$T_o = \frac{L_{px} i}{nS}, \quad (2.30)$$

где L_{px} - длина рабочего хода, мм [9]

$$L_{px} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.31)$$

где $L_{рез}$ – длина резания, мм [9, с. 85];

l_1 – длина подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности, мм [9, с.85];

l_2 – длина врезания режущего инструмента, мм [9];

l_3 – длина перебега режущего инструмента, мм [9];

i – число проходов.

$$T_o = \frac{9}{1294 \cdot 0,25} + \frac{27}{1320 \cdot 0,25} + \frac{13}{1866 \cdot 0,25} = 0,028 + 0,082 + 0,028 = 0,138 \text{ мин}$$

$$T_b = (0,15 + 0,10 + 0,06 \cdot 11 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,706 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,138 + 0,706 = 0,844 \text{ мин}$$

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 0,844 = 0,051 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,844 + 0,051 = 0,895 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 0,895 + 21/472 = 0,939 \text{ мин}$$

Расчет норм времени на координатно-расточную операцию 030

$$T_o = \frac{22 \cdot 6 + 19 \cdot 2}{875 \cdot 0,6} + \frac{3}{1313 \cdot 0,06} + \frac{20}{1313 \cdot 0,2} = 0,324 + 0,038 + 0,076 = 0,438 \text{ мин}$$

$$T_b = (0,18 + 0,15 + 0,06 \cdot 18 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 1,010 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,438 + 1,010 = 1,448 \text{ мин}$$

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 1,448 = 0,087 \text{ мин}$$

$$T_{п-з} = 24 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,448 + 0,087 = 1,535 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 1,535 + 24/472 = 1,586 \text{ мин}$$

Аналогично рассчитаем нормы времени на остальные операции. Результаты расчетов в таблице 2.8

Таблица 2.8- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T _о	T _в	T _{оп}	T _{об.о т}	T _{п-з}	T _{шт}	п	T _{шт-к}
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
05	Токарная (черновая)	0,171	0,573	0,744	0,045	21	0,789	472	0,833
10	Токарная (черновая)	0,287	0,536	0,823	0,049	21	0,872	472	0,916
15	Токарная (чистовая)	0,138	0,706	0,844	0,051	21	0,895	472	0,939
20	Токарная (чистовая)	0,250	0,551	0,801	0,048	21	0,849	472	0,893
25	Координатно-расточная.	2,546	1,276	3,822	0,229	68	4,051	472	4,195
30	Координатно-Расточная	0,438	1,010	1,448	0,087	24	1,535	472	1,586
50	Координатно-шлифовальная	0,376	0,925	1,301	0,125	24	1,426	472	1,477
55	Координатно-шлифовальная	1,880	0,999	2,879	0,374	31	3,253	472	3,319

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

В базовом варианте для закрепления детали на 015 токарной операции применяется 3-х кулачковый клиновой патрон. Недостатком такого патрона является низкая точность установки заготовки.

Для устранения данного недостатка предлагается спроектировать новый токарный клиновой патрон с большей точностью установки и надежностью закрепления, который при установке заготовки со смещением притягивает и поджимает ее к опорам, тем самым, увеличивая точность установки в осевом и радиальном направлении.

3.1.2 Расчет усилия резания

При токарной обработке расчет необходимо вести по главной составляющей силы резания P_z , она определена в п. 2.6.1 и составляет $P_z = 107 \text{ Н}$.

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

На заготовку в процессе обработки воздействует система сил: сила резания, и сила зажима. Из условия равновесия моментов данных сил и с учетом коэффициента запаса определяем необходимое усилие зажима.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

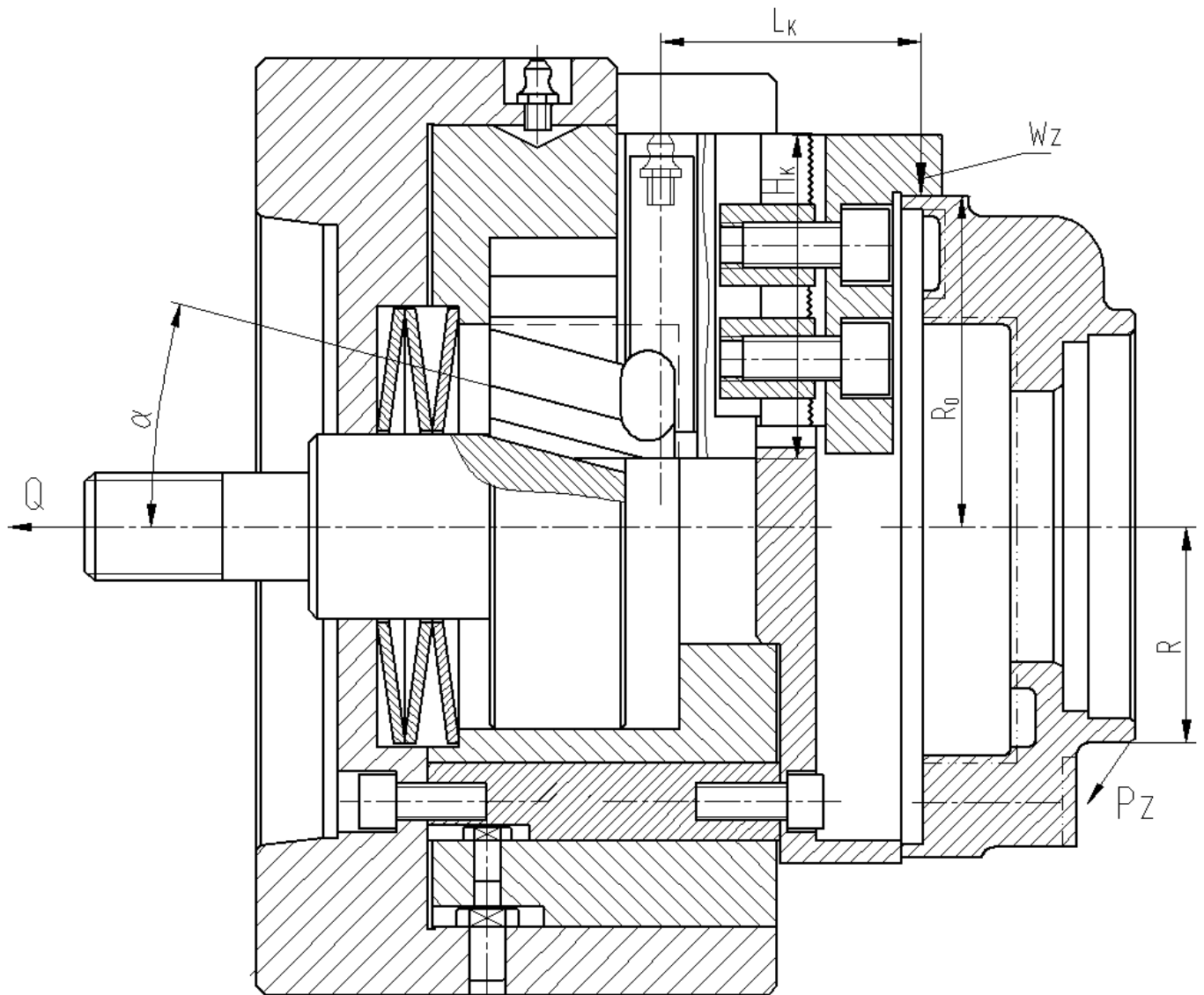


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Сила P_z создает момент $M_{рез}$, которому противодействует момент $M_{тр}$

Тогда условие равновесия определяется по формуле:

$$M_{тр} = M_{рез}, \quad (3.1)$$

Суммарный момент резания $M_{рез}$ от тангенциальной составляющей силы резания определяется по формуле:

$$M_{рез} = P_z R, \quad (3.2)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

R - радиус, мм;

Суммарный момент сил трения $M_{тр}$ определяется по формуле:

$$M_{тр} = TR_0 = W_Z \cdot f \cdot R_0, \quad (3.3)$$

где T – сила трения, Н;

W_Z – суммарная сила зажима, Н;

f – коэффициент трения $f = 0,16$ [2];

R_0 - радиус, мм.

Из равенства моментов $M_{рез}$ и $M_{тр}$ определим W_Z по формуле:

$$W_Z = \frac{K P_z R_0}{f R}, \quad (3.4)$$

где K - коэффициент запаса.

Коэффициент запаса, определяем по формуле [18]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$ [18];

K_{1-6} – коэффициенты

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (3.5):

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16.$$

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

Подставим определенные значения в формулу (3.4), получим:

$$W_Z = \frac{2,5 \cdot 107 \cdot 96 / 2}{0,16 \cdot 147,7 / 2} = 1087 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Эскиз зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

Величина усилия зажима W_1 , прикладываемого к постоянным кулачкам, несколько увеличивается по сравнению с усилием зажима W и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3f_1 \frac{L_K}{H_K}}, \quad (3.6)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне, $K_1 = 1,1$ [2].

f_1 – коэффициент трения направляющей постоянного кулачка и корпуса патрона, $f_1 = 0,1$ [2];

L_K – вылет кулачка, мм; $L_K = 58$ мм;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка, мм; $H_K = 72$ мм.

Подставим определенные значения в формулу (3.6), получим:

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{1087}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{58}{72}} = 1576 \text{ Н.}$$

Определяем усилие Q , создаваемое силовым приводом, и передаваемое через зажимной механизм на постоянный кулачок по формуле:

$$Q = (W_1 + P) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.7)$$

где α – угол скоса направляющих;

φ – угол трения;

P – усилие тарельчатых пружин сжатия.

Подставим определенные значения в формулу (3.7), получим:

$$Q = (1576 + 2900) \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5'43'') = 1693 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле [18] .

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.8)$$

где Q – тянущая сила на штоке, Н;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода.

Приняв по [18, с. 379] приближенно $d = 0,3D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 (1 - 0,3^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0,91 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.9)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0,91 \cdot p \cdot \eta}} = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.10)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.10), получим:

$$D = 1,19 \cdot \sqrt{\frac{1693}{0,4 \cdot 0,9}} = 81,6 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 с учетом габаритов приспособления, размера присоединяемого конца шпинделя, стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра: $D = 100$ мм.

Определим ход штока поршня $h_{ш}$ пневмоцилиндра, приняв его равным ходу клина S_k по формуле:

$$h_{ш} = S_k = S_w i_{п}, \quad (3.11)$$

где $S_w = 1$ мм – ход кулачков;

$i_{\Pi} = \operatorname{ctg} \alpha$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению;

$$i_{\Pi} = \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} 15^{\circ} = 3,73;$$

Подставим определенные значения в формулу (3.11), получим:

$$h_{\text{ш}} = 1 \cdot 3,73 = 3,73 \text{ мм, принимаем } h_{\text{ш}} = 4 \text{ мм.}$$

3.1.6 Расчет погрешности базирования и установки

Так как измерительная и технологическая база при установке заготовки в приспособлении совпадают, то погрешность базирования принимаем равной 0 ($\epsilon_B = 0$), погрешность установки так же равна 0, так как рабочие поверхности кулачков патрона и торцовые опоры обрабатываются в сборе ($\epsilon_y = 0$).

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Определив ключевые параметры для проектирования, выполним чертеж приспособления, чертеж представлен в графической части данной работы.

Патрон состоит из корпуса 6, в котором установлен клин 8, в наклонные пазы которого входят подкулачники 12, установленные в Т-образный паз корпуса 6. Корпус 6 устанавливается в корпусе патрона 4.

К подкулачникам 12 винтами 23 с помощью сухарей 16 крепятся кулачки 10. Деталь устанавливается до упора в опору 11, которая крепится к стойке 15 корпуса 4 винтами 21.

Между корпусом 6 и корпусом патрона 4 установлены три тарельчатые пружины 35.

В отверстиях корпуса 4 и корпуса патрона 4 установлены направляющие шпонки 18 и 19.

Патрон крепится к шпинделю с помощью винтов 24.

Для смазки в корпусе патрона 4 и в подкулачниках 12 установлены масленки 34.

Резьбовой конец клина 8 с помощью втулки 2 и штифта 40 соединен с тягой 17.

На тяге 17 устанавливается кольцо 7, закрепленное винтом 25. Кольцо 7

служит для предотвращения биения тяги 17 в отверстии шпинделя станка.

Тяга 17 с помощью гайки 27 соединена со штоком 20 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус 5, к которому винтами 22 с шайбами 37 установлена крышка 9. В пневмоцилиндре установлен поршень 13, который с помощью гайки 28 с шайбой 36 крепится к штоку 20. Через отверстие штока 20 проходит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в крышке 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 29-33.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 5 и крышки 9 на поршне 13 установлены демпферы 3.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя на резьбе и фиксируется с помощью винта 26.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается до упора в опору 11. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит влево, подкулачники 12 скользят по наклонному пазу вниз, кулачки 10 опускаются, закрепляя заготовку. Если заготовка не доходит своим торцом до опоры 11, то при ходе клина 8 назад корпус 6, преодолевая сопротивление тарельчатых пружин 35 тянет подкулачники 12 с кулачками 10 назад на величину поджима, прижимая заготовку к опоре 11.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит право, подкулачники скользят по наклонному пазу вверх и кулачок поднимается, раскрепляя заготовку.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели проектирования

На 030 сверлильной операции в базовом варианте применяется сверло спиральное $\varnothing 8$ мм по ГОСТ 10903-77. Недостатком такого сверла является низкая жесткость, так как при сверлении наклонно расположенного отверстия сверло уводит в сторону, тем самым, снижая точность обработки

Задачей проектирования является усовершенствование конструкции сверла повышенной жесткости, для устранения указанного выше недостатка.

3.2.2 Проектирование и расчет сверла

Произведем расчёт и спроектируем спиральное сверло из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком для обработки отверстия глубиной $l = 23$ мм, диаметром $d=8$ мм.

Для увеличения жесткости сверла примем у сверла усиленную цилиндрическую сердцевину.

Конструкция сверла представлена на рисунке 3.2

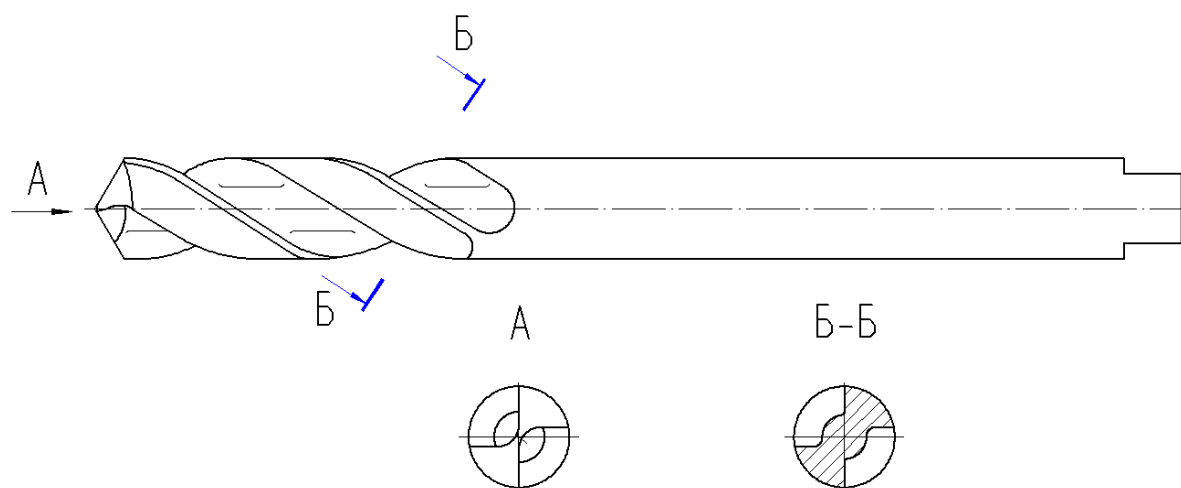


Рисунок 3.2 – Сверло с усиленной сердцевиной

3.2.2.1 Определение режимов резания

Режимы резания на данную операцию были рассчитаны в п. 2.6.1.:

- глубина резания $t = 4,0$ мм.
- подача $S = 0,20$ мм/об .
- скорость резания $V = 33$ м/мин.
- частота вращения шпинделя $n = 1313$ мин⁻¹.

3.2.2.2 Определяем длину сверла

Общую длину сверла L и длину рабочей части l_0 принимаем по ГОСТ 10903-77 с учетом глубины отверстия $L = 85$ мм; $l_0 = 35$ мм.

Центровое отверстие выполняется по форме В ГОСТ 14034 - 74.

3.2.2.3 Определяем геометрические и конструктивные параметры режущей части сверла.

По [13] находим форму заточки: с подточкой передней поверхности.

Угол наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ$.

Задний угол $\alpha = 10^\circ$.

Угол наклона поперечной кромки $\psi = 55^\circ$.

3.2.2.4 Шаг винтовой канавки рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \omega} \quad (3.12)$$

Подставим определенные данные в формулу (3.12), получим:

$$H = \frac{3,14 \cdot 8}{\operatorname{tg} 30} = 43,55 \text{ мм.}$$

3.2.2.5 Толщина d_c сердцевины сверла в зависимости от диаметра сверла:

Принимаем усиленную сердцевину сверла, $d_c = 3,5$ мм.

Принимаем толщину сердцевины у переднего конца сверла равной 1,4 мм.

3.2.2.6 Обратная конусность сверла (уменьшение диаметра по направлению к хвостовику) на 100 мм длины рабочей части должна находиться в пределах:

0,02-0,08 мм. Принимаем обратную конусность равной 0,05 мм.

3.2.2.7 Ширину ленточки f_0 и высоту затылка по спинке K выбираем по [9]

В соответствии с диаметром D сверла $f_0 = 0,7$ мм; $K = 0,2$ мм.

3.2.2.8 Ширина пера сверла:

$B = 0,58D = 0,58 \cdot 8 = 4,6$ мм.

3.2.2.9 Основные технические требования и допуски на размеры сверла устанавливаются по СТ СЭВ 566 - 77 и ГОСТ 885- 77.

Предельные отклонения диаметров сверла по ГОСТ 885- 77 ($D=8h8_{(-0.022)}$) .

Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по качеству 14 с симметричным расположением предельных отклонений по ГОСТ 25347-82.

Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,03 мм.

Требования к твердости материала сверла: для рабочей части сверла HRC 61- 67, для лапки хвостовика сверла HRC 35-41.

3.2.2.10 Рабочий чертеж сверла представлен в графической части квалификационной работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Наименование технического объекта дипломного проектирования (технологический процесс, технологическая операция, технологическое или инженерно-техническое оборудование, техническое устройство, приспособление, материальное вещество, технологическая оснастка, расходный материал) приводится в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Отливка	Заготовительная операция	Литейщик	Печь литейная	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Металл, СОЖ
3	Сверление, фрезерование	Координатно-расточная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Металл, СОЖ
4	Координатное шлифование	Координатно-шлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификацию производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков - опасных и /или вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, источник этих факторов – оборудование, материал, вещество приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Печь литейная
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC
3	Сверлильная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500
4	Координатное шлифование	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284CF4

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
2	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
3	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);

6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразде- ление	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявле- ния факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Литейный участок	Печь литейная	Пожары, связан- ные с воспламе- нением и горе- нием металлов (D)	Пламя и искры; теп- ловой поток	Вынос (замыкание) высо- кого электрического напряжения на токопрово- дящие части технологиче- ских установок, оборудо- вания, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарно- винторезный ста- нок с ЧПУ SAMAT 135 NC Многоцелевой вер- тикальный станок с ЧПУ S500	Пожары, связан- ные с воспламе- нением и горе- нием жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высо- кого электрического напряжения на токопрово- дящие части технологиче- ских установок, оборудо- вания, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок абразив- ной обра- ботки	Координатно- шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Пожары, связан- ные с воспламе- нением и горе- нием жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высо- кого электрического напряжения на токопрово- дящие части технологиче- ских установок, оборудо- вания, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (ВКР)

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Координатно-расточная операция Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Координатно-расточная операция	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (ВКР) согласно нормативных документов (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидро-	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения

сферу	
-------	--

Продолжение таблицы 4.8

1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодически вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления корпуса насоса гидрокоробки, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса насоса гидрокоробки, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Корпус насоса гидрокоробки». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2
Операция 55 – Координатно-шлифовальная Шлифовальная обработка эксцентричных отверстий производится на координатно-шлифовальном станке. Движение круговой подачи осуществляется столом станка при его движении по двум осям. <u>Оборудование</u> – Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 32М83СФ10 <u>Оснастка</u> – приспособление самоцентрирующее. <u>Инструмент</u>: <i>переход 1</i> – круг шлифовальный 5 30×10×10 91А F45 P7 ГОСТ Р 52781-2007 (То=2,841 мин);	Операция 55 – Координатно-шлифовальная Шлифовальная обработка эксцентричных отверстий производится на координатно-шлифовальном станке с ЧПУ. Движение круговой подачи осуществляется наклонно-поворотным столом со скоростной круговой подачей при вращении стола станка. <u>Оборудование</u> – Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4. <u>Оснастка</u> – приспособление самоцентрирующее. <u>Инструмент</u>: <i>переход 1</i> – круг шлифовальный 5 30×10×10 91А F45 P7 ГОСТ Р 52781-2007 (То=1,162 мин);

Продолжение таблицы 5.1

1	2
<i>переход 2 – круг шлифовальный 5</i> 9×24×4 91A F60 L6 ГОСТ Р 52781-2007 ($T_0=1,996$ мин)	<i>переход 2 – круг шлифовальный 5</i> 9×24×4 91A F60 L6 ГОСТ Р 52781-2007 ($T_0=0,718$ мин)
Масса детали $M = 1,8$ кг. Масса заготовки (отливка) $M_z = 2,53$ кг Материал- сталь 45Л по ГОСТ 977-88.	
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_{Г}, шт.$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}, мин.$	6,685	3,319
		$T_{маш}, мин.$	4,837	1,88

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программное обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся

данные, были получены следующие значения:

- капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 525104,66$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

- полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 87,19$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 42,42$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Xi_{УГ} = (C_{ПОЛН(БАЗ)} - C_{ПОЛН(ПР)}) \cdot \Pi_{Г} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Xi_{УГ} = (87,19 - 42,42) \cdot 10000 = 447700 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 447700 \cdot 0,2 = 89540 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = \Pi_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = 447700 - 89540 = 358160 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{\Pi_{Р.ЧИСТ}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{525104,66}{358160} + 1 = 2,466 = 3 \text{ года}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 358160 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 650118,56 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 650418,56 - 525104,66 = 125313,9 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{650418,56}{525104,66} = 1,24 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 055 технологического процесса изготовления детали Корпус насоса гидрокоробки». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 358160 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 125313,9 руб.

Заключение

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка нового технологического процесса изготовления корпуса насоса гидрокоробки для среднесерийного типа производства, при повышении качества изготавливаемой продукции и снижении ее себестоимости.

При выполнении работы были получены следующие результаты:

1. Спроектирован новый технологический процесс изготовления детали, с учетом типа производства (среднесерийное).
2. Определен метод получения заготовки (литье в песчано-глинистые формы) и выполнен ее рабочий чертеж, припуски рассчитаны аналитическим методом.
3. При разработке ТП было применено высокопроизводительное оборудование (станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы), оснастка с механизированным приводом и инструменты с износостойкими покрытиями.
4. Спроектированы: 3-х кулачковый клиновый с торцовым поджимом с пневмоприводом для токарной операции и сверло спиральное с усиленной сердцевиной.

Подсчитан экономический эффект, который составит 125313,9 рубля.

Список используемой литературы

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов, 1995.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений, 1980
- 3 Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки 2013
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса, 2013
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2007
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки., 2004.
- 7 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта», 2016
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку, 2010.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" 1985
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей, 2015
- 11 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения, 2008.
- 12 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках, 1986
- 13 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту, 1990
- 14 Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов, 2005
- 15 Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, 1987.
- 16 Справочник технолога - машиностроителя. Кн. 1/ А.Г. Косилова, 2001 г.,
- 17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова, 2001 г., 944 с.
- 18 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вар-

дашкин, 1984.

19 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент, 2008

20 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности 1982

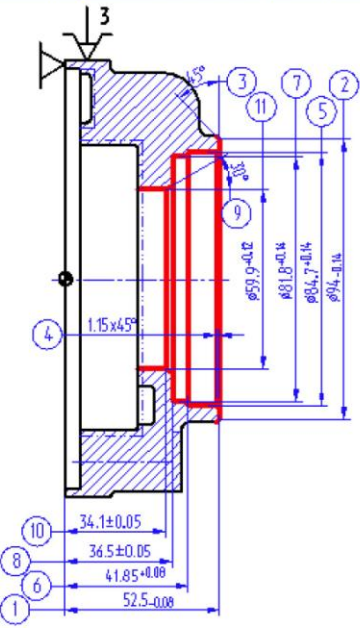
Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01А	XXXXXX 050 4133 Координатно-шлифовальная					ИОТ И 37.101.7419-85													
02Б	38132XXX 3284СФ4					2	18873	411	1Р	1	1	1	500	1	24	1,426			
03Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 30x10x10 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																		
04Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84;																		
05Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																		
06																			
07А	XXXXXX 055 4133 Координатно-шлифовальная					ИОТ И 37.101.7419-85													
08Б	38132XXX 3284СФ4					2	18873	411	1Р	1	1	1	500	1	31	3,253			
09Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 9x25x4 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																		
10Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 20x25x8 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																		
11Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 30x10x10 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																		
12Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84;																		
13Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																		
14																			
15А	XXXXXX 060 0130 Моечная																		
16Б	375698XXX КММ																		
17																			
18А	XXXXXX 065 0200 Контрольная																		
МК																			

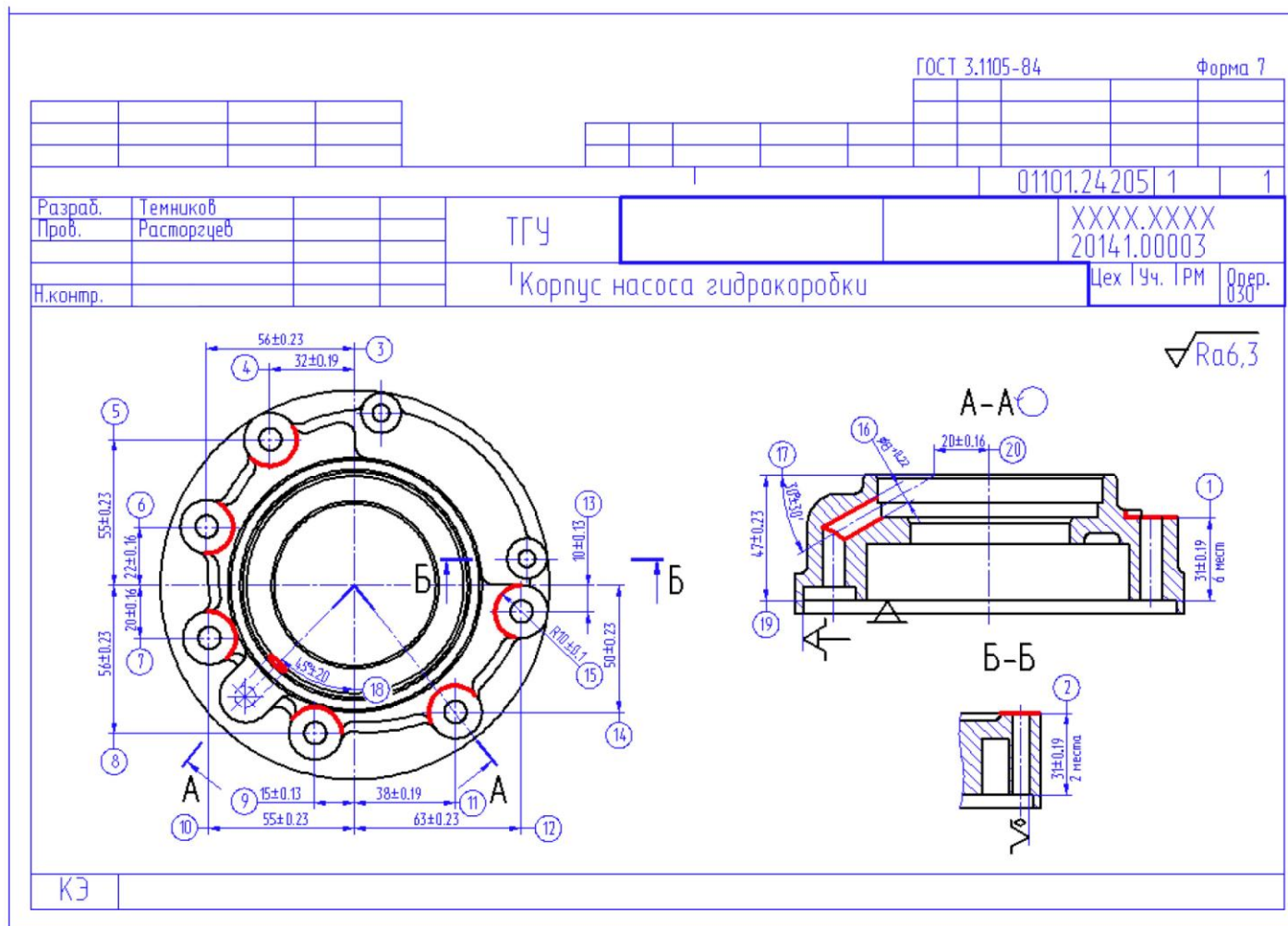
				ГОСТ 3.1105-84				Форма 7			
								01101.24.205 1 1			
Разраб.		Темников		ТГУ				XXXX.XXXX 20141.000003			
Проб.		Расторгцев									
Н.контр.				Корпус насоса гидрокоробки		Цех 1уч. 1РМ		Опер. 015			





КЭ

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
										01101.25225				1		1					
Разраб.	Темников																	XXXX.XXXX			
Пров.	Расторгуев																	10141.00001			
Н. Контр.	Виткалов																	Цех Уч. РМ Опер 030			
Наименование операции				Материал				твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры				МЗ		КОИД	
4223 Координатно-расточная				Сталь 45Л ГОСТ 977-88				180 НВ		166		1,80		Ø150x55,2				2,53		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		Тс		Тпз		Тшт		СОЖ					
400V				XXXXXX				1,010		1,448		24		1,535		Укриноп- 1					
P					ПИ		D или B		L		t		i		S		n		V		
01							мм		мм		мм				мм/об		об/мин		м/мин		
02O	1. Установить и снять заготовку																				
03T	3961811XXX-приспособление специальное ГОСТ 12195-66																				
04O	2. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-15																				
05T	391810XXX- фреза концевая с коническим хвостовиком Ø20 Z=6 P6M5K5 ГОСТ 17026-71;																				
06T	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																				
07P					XX		20		20		3,0		1		0,60		875		55,0		
08O	3. Сверлить отв., выдерж. разм. 16-20																				
09T	391267XXX- сверло Ø8 ГОСТ 10903-77 P6M5K5; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69																				
10T	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																				
11P					XX		8,0		23		4,0		1		0,06/0,2		1313		33,0		
12																					
ОКП																					



Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.617.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.617.60.000	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.617.60.002	Втулка	1	
		3	16.07.ТМ.617.60.003	Демпфер	2	
		4	16.07.ТМ.617.60.004	Корпус патрона	1	
		5	16.07.ТМ.617.60.005	Корпус пневмоцилиндра	1	
		6	16.07.ТМ.617.60.006	Корпус	1	
		7	16.07.ТМ.617.60.007	Кольцо	1	
		8	16.07.ТМ.617.60.008	Клин	1	
		9	16.07.ТМ.617.60.009	Крышка	1	
		10	16.07.ТМ.617.60.010	Кулачок	3	
		11	16.07.ТМ.617.60.011	Опора	3	
		12	16.07.ТМ.617.60.012	Подкулачник	3	
		13	16.07.ТМ.617.60.013	Поршень	1	
		14	16.07.ТМ.617.60.014	Пробка	3	
		15	16.07.ТМ.617.60.015	Стойка	1	
		16	16.07.ТМ.617.60.016	Сухарь	6	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16.07.ТМ.617.60.000	
Разраб.	Темников					
Пров.	Расторгуев				Патрон клиновы́й	
Н. Контр.	Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1132	
Утв.	Бобровский					
					Лит.	Лист
						1
						3

[illegible]