

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 производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент _____ Попков Антон Николаевич _____ гр. ТМбз – 1101 _____

1. Тема Совершенствование технологического процесса изготовления крышки насоса высокого давления

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе режимы резания, маршрутная технология

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

Титульный лист.

Задание.

Аннотация.

Содержание.

Введение, цель работы

1) Анализ исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) 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	0,5 – 1
3) План обработки	1,5 – 2
4) Технологические наладки	1,5 – 2
6) Приспособление	1 – 1,5
7) Режущий инструмент	0,5 – 1
8) Презентация	1

6. Консультанты по разделам

Раздел 5. Безопасность и экологичность технического объекта Л. Н. Горина

Раздел 6. Экономическая эффективность работы Н. В. Зубкова

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

Руководитель выпускной квалификационной работы		Д. Г. Левашкин (И.О. Фамилия)
	(подпись)	
Задание принял к исполнению		А. Н. Попков (И.О. Фамилия)
	(подпись)	

Аннотация

УДК 621.9

Совершенствование технологического процесса изготовления крышки насоса высокого давления. Выпускная квалификационная работа / Попков А.Н. – Тольятти, ТГУ, 2016.

Целью выпускной квалификационной работы является усовершенствование технологического процесса изготовления детали «Крышка» насоса высокого давления. Разработан технологический маршрут изготовления детали для серийного производства. Рассчитаны и спроектированы станочное приспособление и режущий инструмент. Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности технического объекта. Проведены расчёты экономической эффективности. Внедрение предлагаемых мероприятий по совершенствованию техпроцесса позволит получить годовой экономический эффект в размере 16253,92 руб.

Работа состоит из пояснительной записки, включающей в себя 64 стр., 3 рис., 18 таблиц. Графическая часть содержит 6 листов чертежей формата А1, 1 лист формата А2 и 1 лист формата А3.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	7
1. Анализ исходных данных.....	9
1.1. Формулировка цели и задач работы	9
1.2. Анализ служебного назначения и условий работы детали.....	9
1.3. Анализ материала детали	11
1.4. Анализ базового технологического процесса	12
2. Технологическая часть работы	14
2.1. Классификация поверхностей детали	14
2.2. Тип производства	14
2.3. Формулировка основных технологических задач	15
2.4. Анализ базового технологического процесса. Вариант его усовершенствования.....	17
2.5. Разработка маршрута обработки детали.....	18
2.6. Расчет припусков	20
2.7. Маршрут обработки поверхностей	22
2.8. Выбор средств технологического оснащения	24
3. Проектирование приспособления.....	27
3.1. Описание и анализ приспособления	27
3.2. Расчет погрешности базирования.....	27
3.3. Расчет силы закрепления обрабатываемой заготовки.....	27
3.4. Расчет точности проектируемого приспособления	28
4. Проектирование режущего инструмента.....	30
4.1. Выбор режущего инструмента	30
4.2. Расчет режимов резания	37
4.3. Технологическое нормирование операций	40
5. Безопасность и экологичность технического объекта	44
5.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта	44

5.2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	45
5.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	46
5.4. Пожарная безопасность.....	47
5.4.1. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности технического объекта.....	47
5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.....	48
5.4.3. Организационные мероприятия по предотвращению пожара	49
5.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	50
5.6. Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.....	52
5.7. Заключение раздела «Безопасность и экологичность технического объекта»	53
6. Экономическая эффективность работы.....	55
6.1. Цель раздела. Исходные данные	55
6.2. Расчет величины количества оборудования и коэффициент загрузки.....	56
6.3. Расчет капитальных вложений	57
6.4. Расчет экономической эффективности работы.....	60

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список используемых источников

Приложения

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

От современного технолога требуется наличие кругозора, способность ориентироваться в самой сложной обстановке, умение самостоятельно находить лучшие решения, относясь критически ко всем установившимся техническим традициям. И в тоже время, использовать все имеющиеся в его распоряжении средства для улучшения производственного процесса. Правильно подобрать оборудование и создать слаженный, целесообразный производственный процесс – основная задача технолога. Эту задачу ему приходится решать для деталей различных форм и размеров, и при том в самой разнообразной производственной обстановке.

Задача выпускной квалификационной работы выражается в усовершенствовании существующего технологического процесса изготовления крышки насоса высокого давления.

Вначале необходимо осуществить анализ исходных данных с целью определения соответствия детали и ее заготовки разрабатываемому технологическому процессу. При необходимости требуется изменить какие-либо геометрические параметры детали и заготовки, не изменяя конструктивные требования. Необходимо рассчитать припуски на деталь, чтобы проверить соответствие размеров заготовки.

При разработке технологического процесса необходимо определить последовательность смены технологических баз, для получения требований, указанных на чертеже детали; подобрать станочное оборудование; средства измерения и контроля; станочные приспособления, обеспечивающие базирование на выбранные технологические базы. При необходимости разработать специальные приспособления, обеспечивающие требуемую производительность технологического процесса и повышающие технологические возможности используемого оборудования при обработке данной детали.

При разработке технологических операций обработки выбрать последовательность технологических переходов для обеспечения требуемой точности на данном этапе обработки.

Необходимо рассчитать режимы резания, определить возможность их реализации на выбранном обрабатывающем центре. При необходимости изменить режимы таким образом, чтобы их можно было реализовать.

Требуется рассчитать точность обработки на выбранных станках для определения возможности получения точностных параметров детали на данном этапе обработки.

При разработке специальных станочных приспособлений необходимо предложить схему приспособления, определить необходимые силы зажима, в соответствие с ними подобрать или разработать зажимные устройства, определить погрешности обработки и в случае их несоответствия окончательным технологическим параметрам на данной операции предложить мероприятия по достижению требуемой точности или перестроить технологический процесс с целью достижения требуемых параметров.

Выпускная квалификационная работа включает в себя экономический раздел, посвященный определению эффективности использования обрабатывающего центра при разработке технологических процессов.

В работе также представлен раздел, посвященный безопасности жизнедеятельности и охране труда, в котором должны быть приведены необходимые расчеты и предложены изменения по обеспечению безопасности разработанного технологического процесса.

1. Анализ исходных данных

1.1 Формулировка цели и задач работы

Целью данной работы является создание рационального техпроцесса, который обеспечивал бы при достижении заданного качества минимальную себестоимость.

Для достижения цели работы составим план:

1. Определим тип производства и метод проектирования технологического процесса.
2. Выберем способ получения заготовки и её маршрут обработки.
3. Разработаем схемы базирования.
4. Выбрать оборудование, приспособления, режущий инструмент.
5. Рассчитаем припуски на обработку и спроектируем заготовку.
6. Определим содержание операций, рассчитаем режимы резания и время на обработку.
7. Разработаем технологическую документацию и графические материалы.

1.2 Анализ служебного назначения и условий работы детали

Деталь относится к классу корпусных и служит для установки на ней и внутри неё других деталей, входящих в состав топливного насоса высокого давления. Крышка устанавливается на фланец картера насоса плоскостью 1 и насажена отверстием 2 на центрирующий поясok картера, прикрепляясь к нему четырьмя шпильками через отверстия 3. Сверху со стороны насоса крышка шестью шпильками крепиться к головке насоса через отверстия 4. С противоположной стороны к крышке крепиться всережимный регулятор семью шпильками через шесть отверстий 5 и одно резьбовое отверстие 6. Сверху со стороны регулятора к крышке прикрепляется маслофильтр регулятора с помощью четырех шпилек через резьбовые отверстия 7. В отверстие

8запрессовывается ось грузиков чувствительного элемента, которая крепить-
ся своим фланцем к крышке четырьмя болтами через отверстия 9. Резьбовое
отверстие 10 служит для крепления к крышке штуцера отвода отсечного топ-
лива, которое попадает в сборник отсечного топлива через пять отверстий 11.

Крышка насоса высокого давления рисунок 1, выполняется из алюми-
ниевого сплава АК5М, в условиях среднесерийного производства. Материал
не является дефицитным. Сплав имеет удовлетворительную обрабатывае-
мость резанием.

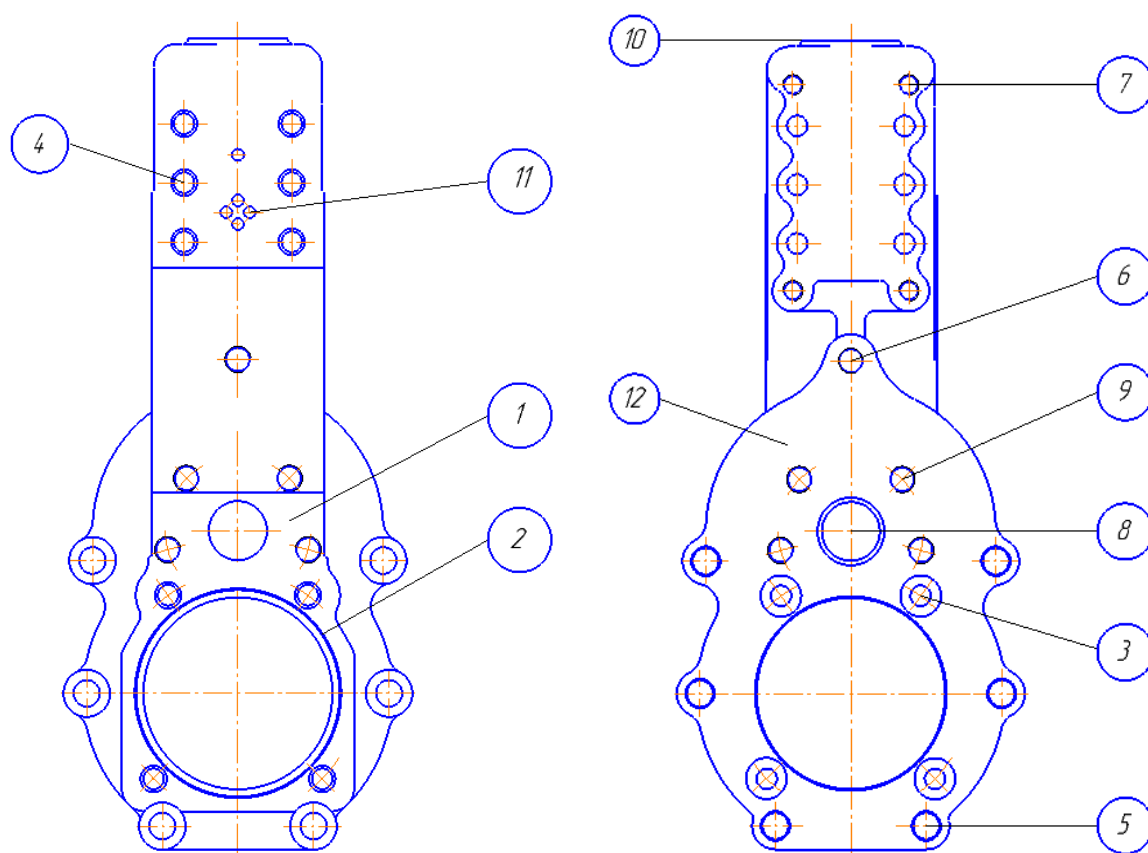


Рисунок 1.1 - Классификация поверхностей детали

1.3 Анализ материала детали

Заготовка изготавливается из алюминиевого сплава АК5М ГОСТ 1583–93. Твердость АК5М (АЛ5), Отливки ГОСТ 1583-93 - HB 10⁻¹ = 65 - 70 МПа.

Химический состав приведен в %:

Железо – до 1,5

Кремний – 4,5-5,5

Марганец – до 0,5

Алюминий – 90,7-94,15

Медь – 1-1,5

Магний – 0,35-0,6

Цинк – до 0,3

Олово – до 0,01

Примесей – всего 1,7

Механические свойства при T=20 С:

Сортамент – Отливки, ГОСТ 1583-93

$\sigma_B = 157-235$ МПа

$\delta_5 = 0,5-1$ %

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы о технологичности поверхностей детали: механическая обработка цилиндрических поверхностей не вызывает затруднений; механическая обработка плоскостей так же не вызывает затруднений. Во всех методах обработки поверхностей применяются инструменты, являющиеся нетрудоемкими по изготовлению и доступными по стоимости. Взаимное расположение поверхностей позволяет быстро и беспрепятственно подводить режущий инструмент к зоне резания. Допуски и размеры точных поверхностей при обеспечении надлежащих эксплуатационных требований не усложняют технологию производства. Деталь можно считать технологичной.

1.4 Анализ базового технологического процесса

Таблица 1.4 - Базовый технологический процесс

№ операции	Оборудование
005 Заготовительная	
020 Фрезерная	Вертикально-фрезерный Ф7819
030 Фрезерно-сверлильно-расточная	Многоцелевой фрезерно-сверлильно-расточной ГФ2171
035 Фрезерно-сверлильно-расточная	Многоцелевой фрезерно-сверлильно-расточной ГФ2171
050 Сверлильная	Радиально-сверлильный Ф5930
065 Резьбонарезная	Резьбонарезной 12076
070 Фрезерная	Вертикально-фрезерный Ф7819
080 Расточная	Координатно-расточной 2А450
085 Сверлильная	Вертикально-сверлильный Ф5414
110 Расточная	Координатно-расточной 2А450
120 Контрольная	Плита 2-1-1600x1000 ГОСТ 10905-86

Недостатком базового варианта технологического процесса изготовления крышки насоса представленного в таблице 1.4 является низкая производительность труда. Для достижения цели выпускной квалификационной работы, которой является совершенствование технологического процесса, было принято решение: уменьшение числа операций за счет сосредоточения различного вида переходов на одном станке, повышении эффективности производства и улучшении качества обрабатываемой детали. Это достигается за счет перехода с универсального оборудования на станки типа «обрабатывающий центр» Victor Vcenter-55. Все характеристики данного станка полно-

стью удовлетворяют условиям проектного варианта технологического процесса.

2. Технологическая часть работы

Технологическая часть работы предусматривает классификацию поверхностей детали. Выбор типа производства. Разработка технологического маршрута обработки детали. Выбор средств технологического оснащения. Расчет режимов резания.

2.1 Классификация поверхностей детали

Классификацию поверхностей выполним по рисунку 1.1 и представим их в виде таблицы 2.1

Таблица 2.1 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	1,2
Вспомогательная конструкторская база	3,4,5,6,7,9,10,11
Исполнительная поверхность	8
ТБ	1,2,3,4
Свободные поверхности	Остальные

2.2 Тип производства

Таблица 2.2 - Типы производств

Масса детали, кг	Тип производства				
	Е	МС	СС	КС	М
	Годовой объем выпуска, шт/год				
<1,0	<10	10-1500	1500-100000	75000-200000	>200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	>100000
2,5 - 5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	>75000
5,0-10,0	<10	10-300	300-25000	25000-50000	>50000
10-20	<10	10-200	200-10000	10000-25000	>25000
20-300	<10	10-150	150-1000	1000-5000	>5000
>300	<5	5-100	100-300	300-1000	>1000

Масса детали $m=0,69$ кг, годовая программа выпуска $\Gamma_{\text{г}}=300$ шт/год. Выбираем серийное производство по таблице 2.2.

Определим размер партии для разового запуска детали в производство:

$$P = \Gamma_{\pi} \cdot a / 254 \quad (1)$$

$$P = 300 \cdot 10 / 254 = 12 \text{ шт}$$

Где:

Γ_{π} - годовая программа выпуска, шт/год; а - периодичность запуска партии деталей (принимая 10 дней); 254 - число рабочих дней в году.

Такт выпуска:

$$T = \Phi_{\text{д}} \cdot 60 / 300 = 2030 \cdot 60 / 300 = 406 \text{ мин/шт} \quad (2)$$

2.3 Формулировка основных технологических задач

Необходимо учитывать следующие технические требования при разработке технологического маршрута:

1. Требования к точности размеров.

Наиболее точными являются требования к следующим поверхностям:

- внутренняя поверхность (посадочное отверстие под ось грузиков чувствительного элемента регулятора насоса) $\varnothing 20^{+0,05}_{+0,02}$ (8-ой квалитет);
- внутренняя поверхность (посадочное отверстие под центрирующий поясok картера ТНВД) $\varnothing 70^{+0,03}$ (7-ой квалитет);
- резьбовое отверстие (для размещения штуцера отвода отсечного топлива) M22x1,5-6H;
- 4 резьбовых отверстия (для крепления фланца оси грузиков к крышке) M8-6H.

Точность размеров остальных поверхностей находится в пределах 12-14 квалитетов.

2. Требования к точностям формы и взаимного расположения поверхностей:

В процессе обработки требуется обеспечить:

- допуск плоскостности установочной поверхности крышки (базы Б) не более 50 мкм;
- допуск параллельности друг относительно друга установочной поверхности крышки (базы Б) и противоположной плоской поверхности (плоскость, к которой присоединяется фланец оси грузиков) не более 50 мкм на длине 100 мм;
- допуск перпендикулярности оси посадочного отверстия под ось грузиков чувствительного элемента регулятора $\varnothing 20^{+0,05}_{+0,02}$ относительно плоской поверхности (базы А) не более 50 мкм на длине 100 мм;
- позиционный допуск осей 4-х резьбовых отверстий М8-6Н относительно их номинального положения не более 150 мкм;
- позиционный допуск осей 4-х отверстий $\varnothing 7^{+0,36}$ относительно их номинального положения не более 150 мкм.

3. Требования к шероховатости поверхностного слоя.

Самая высокая шероховатость у плоской установочной поверхности крышки (базы Б) и противоположной плоской поверхности (базы А), а также у плоской поверхности под прокладку штуцера Ra1,6и у посадочной поверхности под ось грузиков чувствительного элемента регулятора Ra1,6. Шероховатость остальных поверхностей не более Ra12,5.

2.4 Анализ базового технологического процесса. Вариант его усовершенствования

Таблица 2.4.1 – Базовый технологический процесс

№ и наименование операции	Оборудование
005 Заготовительная	
020 Фрезерная	Вертикально-фрезерный Ф7819
030 Фрезерно-сверлильно-расточная	Многоцелевой фрезерно-сверлильно-расточной ГФ2171
035 Фрезерно-сверлильно-расточная	Многоцелевой фрезерно-сверлильно-расточной ГФ2171
050 Сверлильная	Радиально-сверлильный Ф5930
065 Резьбонарезная	Резьбонарезной 12076
070 Фрезерная	Вертикально-фрезерный Ф7819
080 Расточная	Координатно-расточной 2А450
085 Сверлильная	Вертикально-сверлильный Ф5414
110 Расточная	Координатно-расточной 2А450
120 Контрольная	Плита 2-1-1600x1000 ГОСТ 10905-86

Таблица 2.4.2 – Проектный технологический процесс

№ и наименование операции	Оборудование
005 Заготовительная	
010 Агрегатная	Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55
020 Агрегатная	Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55
025 Слесарная	Верстак
030 Агрегатная	Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55
035 Моечная	Моечная машина
040 Контрольная	Плита 2-1-1600x1000 ГОСТ 10905-86

2.5 Разработка маршрута обработки детали

При выборе метода формообразования заготовки остановимся на двух вариантах, учитывая форму и материал заготовки:

- литьё под давлением;
- литьё в кокиль.

Проведём экономический расчет и сравним стоимость заготовок получаемых литьём под давлением и литьем в кокиль.

a) Метод литья под давлением.

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000} \text{ руб.} \quad (2.5.1)$$

Где:

C_i - базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб.;

$$C_i = 1800 \text{ руб.}$$

k_t - коэффициент, зависящий от точности отливки;

$$k_t = 1$$

k_c - коэффициент, зависящий от группы сложности заготовки;

$$k_c = 1$$

k_b - коэффициент, зависящий от массы отливки;

$$k_b = 0,81$$

k_m - коэффициент, зависящий от марки материала;

$$k_m = 1$$

k_n - коэффициент, зависящий от объёма производства;

$$k_n = 0,9$$

Q - масса заготовки, кг;

$$Q = 0,97 \text{ кг}$$

q - масса готовой детали, кг;

$$q = 0,69 \text{ кг}$$

$S_{отх}$ - цена 1 тонны отходов, руб.

$$S_{отх} = 30 \text{ руб.}$$

Тогда стоимость заготовки:

$$S_{заг} = \left(\frac{1800}{1000} \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 0,9 \right) - (0,97 - 0,69) \cdot \frac{30}{1000} = 1,26 \text{ руб.}$$

б) Метод литья в кокиль.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \text{ руб.} \quad (2.5.2)$$

Где:

C_i - базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб.;

$$C_i = 320 \text{ руб.}$$

k_t - коэффициент, зависящий от точности отливки;

$$k_t = 1,1$$

k_c - коэффициент, зависящий от группы сложности заготовки;

$$k_c = 1$$

k_b - коэффициент, зависящий от массы отливки;

$$k_b = 1,05$$

k_m - коэффициент, зависящий от марки материала;

$$k_m = 1$$

k_n - коэффициент, зависящий от объёма производства;

$$k_n = 0,9$$

Q - масса заготовки, кг;

$$Q = 0,97 \text{ кг}$$

q - масса готовой детали, кг;

$$q = 0,69 \text{ кг}$$

$S_{\text{отх}}$ - цена 1 тонны отходов, руб.

$$S_{\text{отх}} = 30 \text{ руб}$$

Тогда стоимость заготовки:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{320}{1000} \cdot 0,97 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,9 \right) - (0,97 - 0,69) \cdot \frac{30}{1000} = 0,31 \text{ руб.}$$

Из расчета видно, что заготовка, полученная методом литья в кокиль дешевле заготовки полученной методом литья под давлением. Следовательно, применение получения заготовки литьем в кокиль экономически более целесообразно.

2.6 Расчет припусков

Расчетно-аналитическим методом определим припуски на поверхность $\varnothing 65H12(^{+0,4}) Ra6,3$. На другие поверхности припуски назначаем по ГОСТ 26645-85.

Технологический маршрут обработки цилиндрической поверхности $\varnothing 65H12$ состоит из чернового и чистового точения.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей определяется:

$$2Z_{i\min} = 2((R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i}), \quad (2.6.1)$$

Где:

$R_{z_{i-1}}$ – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхности;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

$R_{z_{i-1}}$ и h_{i-1} определяем по соответствующим таблицам:

Отливка $R_z = 300$ мкм, $h = 300$ мкм.

Черновое точение $R_z = 100$ мкм, $h = 100$ мкм.

Чистовое точение $R_z = 25$ мкм, $h = 25$ мкм.

Суммарное отклонение от плоскости определяется:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}, \quad (2.6.2)$$

Где:

$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L$ – отклонение плоской поверхности отливки от плоскости (коробление). Коробление корпусных деталей в мкм на 1 мм.

L – длина плоскости, мм. $L = 17$ мм;

Δ_k – отклонение от параллельности плоскости (0,8 мкм)

$\Delta_{\text{кор}} = 0,8 \cdot 17 = 13,6$ мкм

$\Delta_{\text{см}}$ – смещение стержней (1,0 мм)

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{13,6^2 + 1000^2} = 1000 \text{ мкм}$$

Суммарные отклонения расположения поверхности:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\text{кор.}}^2 + \rho_{\text{см.}}^2}, \quad (2.6.3)$$

$\rho_{\text{кор}}$ – отклонения при короблению:

$$\rho_{\text{кор.}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, \quad (2.6.4)$$

Где:

Δ_k – удельное короблению отливок - $\Delta_k = 0,5$

$$\rho_{\text{кор.}} = \sqrt{(0,5 \cdot 65)^2 + (0,5 \cdot 17)^2} = 33 \text{ мкм}$$

$\rho_{\text{см.}}$ – отклонения при смещении - 200 мкм

$$\rho_{\text{заг.}} = \sqrt{33^2 + 200^2} = 202 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск:

черновое точение:

$$2z_{\text{mini}} = 2(300 + 300 + \sqrt{202^2 + 100^2}) = 1,650 \text{ мкм},$$

чистовое точение:

$$2z_{\text{mini}} = 2(100 + 100 + \sqrt{10^2 + 5^2}) = 422 \text{ мкм},$$

Максимальный размер для каждого перехода:

чистовое точение:

$$d_p = 65 + 0,4 = 65,4 \text{ мм}$$

черновое точение:

$$d_p = 65,4 - 0,422 = 64,978$$

под заготовку:

$$d_p = 64,978 - 1,650 = 63,328$$

Наименьшие предельные размеры:

$$D_{\min} = 65,4 - 0,4 = 65 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = 64,978 - 1,0 = 63,978 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = 63,328 - 4,0 = 59,328 \text{ мм}$$

Предельные значения припусков

$$2Z_{\min 2} = 65 - 64,978 = 422 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\min 1} = 64,978 - 63,328 = 1650 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\max 2} = 65 - 63,328 = 1672 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\max 1} = 63,978 - 59,328 = 4650 \text{ мкм}$$

Проверка:

$$(T_{d3} - T_{dл}) - (Z_{\max} - Z_{\min}) = (3378 - 400) - (4650 - 1672) = 0$$

2.7 Маршрут обработки поверхностей

Таблица 2.7 - Маршрут обработки поверхностей

Номер и наименование операции	Структура операции	Оборудование
005 Заготовительная	Литье в кокиль	
010 Агрегатная	- Фрезеровать плоскость 1. - Фрезеровать плоскость 2. - Центровать отверстия 3,4,5,6,8,9 с образованием фасок, кроме отверстия 3. - Сверлить начерно отверстие 3 напроход и снять к нему фаску. - Сверлить 5 отверстий 4 напроход. - Сверлить 6 отверстий 5 напроход. - Сверлить 4 отверстий 6 и 6 отверстий 8 напроход. - Цековать 4 отверстия 7 на длину $8,5 \pm 0,3$. - Сверлить 4 отверстия 9 на длину $18^{+1,5}_{-0,5}$. - Нарезать резьбу в 4-х отверстиях 9 на длину 14.	Высокоскоростной обрабатывающий центр VictorVcenter-55

Продолжение таблицы 2.7

020 Агрегатная	- Фрезеровать плоскость 1. - Рассверлить и зенкеровать отверстие 3, снять фаску. - Фрезеровать выступ 2 и расточить отверстие 4. - Расточить отверстие 5. - Фрезеровать фаску к отверстию 5. - Цековать 6 отверстий 6. - Центровать 5 отверстий 7 и зенковать отверстия 8,9,10 с образованием фасок. - Сверлить 5 отверстий 7 на длину $10 \pm 0,5$. - Нарезать резьбу в 5-и отверстиях 9.	Высокоскоростной обрабатывающий центр VictorVcenter-55
030 Агрегатная	- Торцевать поверхность 1. - Цековать поверхность 2 на глубину $1_{-0,4}^{+0}$. - Центровать отверстие 3 с образованием фаски. - Сверлить отверстие 3 на глубину 75_{-2}^{+2}. - Нарезать резьбу в отверстие 3 на длину 20.	Высокоскоростной обрабатывающий центр VictorVcenter-55
Моечная	Промыть и высушить деталь	Моечная машина
Контрольная	Контролировать согласно карте контроля	Контрольный стол

2.8 Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относится режущий и измерительный инструмент, оборудование и приспособления, используемые на данной операции.

Для обработки крышки насоса высокого давления выбираем вертикальный фрезерный высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55 (Рисунок 2.8.1)



Рисунок 2.8.1 - Обрабатывающий центр Victor Vcenter-55

Этот обрабатывающий центр разработан таким образом, что он занимает мало места, но вместе с тем обладает характеристиками, которые ценятся на современном рынке. Шпиндель и шпиндельная голова больших размеров смягчают воздействие силы резания. Он имеет мощный и высокопроизводительный шпиндель, шпиндельная бабка на массивной цельнолитой станине поглощает основные вибрации, не давая им распространяться на инструмент. Высокая скорость подачи и постоянное время смены инструментов, равное 2,5 секунд – стандартные характеристики этих обрабатывающих центров.

Технические характеристики Victor Vcenter-55:

Продольный ход - X: 550 мм

Поперечное перемещение - Y: 460 мм

Вертикальный ход - Z: 460 мм

Конус шпинделя: BT 40

Размер стола: 800x460 мм

Программа: Fanuc OiM (HeidenhainiTNC 530)

Обороты шпинделя, об./мин.: 8000

Мощность шпиндельного двигателя, кВт: 5,5/7

Конус шпинделя: BT 40

Количество инструментов: 24

Максимальный диаметр инструмента, мм: 76/125

Точность позиционирования, мм: 0,005

Проверяемость позиционирования, мм: 0,0025

Размеры, м: 2×2,4×2,6

Вес: 4000 кг

Выбор технологического оборудования определяется следующими факторами:

- методом обработки,

- габаритными размерами заготовки,
- максимальной величиной снимаемого припуска,
- мощностью необходимой для осуществления процесса резания,
- производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства,
- ценой оборудования и возможностью его закупки, либо наличием необходимой номенклатуры станков,
- удобством и безопасностью работы на станке.

Выбирая приспособления для реализации заданных технологическим процессом схем базирования на конкретной операции, необходимо в первую очередь опираться на существующие стандартные приспособления. Невозможность использования таковых приводит к необходимости проектирования специальных. Что в свою очередь, ведет к увеличению себестоимости детали.

3. Проектирование приспособления для операции 010

3.1 Описание и анализ приспособления

Проектируемое приспособление предназначено для зажима заготовки при обработке на операции 010.

Приспособление устанавливается на подвижном столе станка. Крепится на столе тремя болтами 12, входящими в пазы плиты 2. Для ориентирования приспособления относительно стола станка используется призматические шпонки 25.

Для установки заготовки в приспособление за базу принимается поверхность А. В качестве установочных элементов для базирования заготовки используются: две планки 7, одна планка 8 с допуском параллельности 0,05 мм относительно поверхности А. Регулировку и зажим заготовки в приспособление выполняют рукояткой 9 опоры разводной 1 и также прижимным винтом 13 призмы 6.

3.2 Расчет погрешности базирования

Деталь базируется на три перпендикулярных друг другу торца. В данном случае погрешность базирования $\varepsilon=0$, так как совпадают измерительная поверхность и установочная база.

3.3 Расчет силы закрепления обрабатываемой заготовки

Рассчитаем силу P_3 .

Составляющая R_1 силы резания стремится сдвинуть заготовку в боковом направлении, а составляющая R_2 направлена навстречу P_3 .

Принимаем наибольшую силу из найденных

$$P_{31}=(R_2f_2+KR_1)/(f_1+f_2)$$

$$P_{32}=KR_2$$

$R_1=R_2=91\text{Н}$ – составляющие силы резания

$K=K_0K_1K_2K_3K_4K_5K_6$ – коэффициент запаса

$K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса

$K_1=1,0$ – коэффициент учета неровностей на обрабатываемых поверхностях

$K_2=1,4$ – коэффициент увеличения сил резания вследствие затупление режущего инструмента

$K_3=1,2$ – коэффициент учета увеличения сил резания при прерывистом резании

$K_4=1,3$ – коэффициент постоянства сил закрепления

$K_5=1,2$ – коэффициент учета эргономики

$K_6=1,5$ – коэффициент учета наличия моментов, стремящихся повернуть заготовку

$$K=1,5 \times 1,0 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,2 \times 1,5 = 5,9$$

$$f_1=f_2=0,16$$

$$P_{31}=(91 \times 0,16 + 5,9 \times 91)/(0,16 + 0,16) = 1723\text{Н}$$

$$P_{32}=537\text{Н}$$

Принимаем $P_3=1098\text{Н}$

3.4 Расчет точности проектируемого приспособления

Под точностью приспособления понимается свойство его конструкции обеспечивать в процессе эксплуатации заданную точность обработки

детали по размерам, форме, взаимному расположению и шероховатости поверхностей.

$$T_1 = [T_{\text{дет}} - (K\varepsilon_6 + \varepsilon_3 + K_1\omega)] - (\varepsilon_{\text{уп}} + \varepsilon_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{пер}}) \quad (3.4.1)$$

$T_{\text{дет}} = 0,2$ – допуск на получаемый размер детали

$K = 0,8$ – коэффициент уменьшения погрешности базирования

$\varepsilon_6 = 0$ – погрешность базирования в данном приспособлении

$\varepsilon_3 = 0,05$ – погрешность от действия сил закрепления

$K_1 = 0,7$ – коэффициент уменьшения величины ω

$\omega = 0$ – средняя экономическая точность

$\varepsilon_{\text{уп}} = 0,07$ – погрешность установки приспособления на станке

$\varepsilon_{\text{и}} = 0$ – погрешность вследствие износа установочных элементов

$\varepsilon_{\text{пер}} = 0$ – погрешность вследствие перекоса инструмента в направляющих для него.

$$T_1 = [0,2 - (0,8 \times 0 + 0,05 + 0,7 \times 0)] - (0,07 + 0 + 0,02) = 0,105$$

4. Проектирование режущего инструмента

4.1 Выбор режущего инструмента

При выборе режущего инструмента учитываются конструктивные характеристики изготавливаемой детали, такие как: габаритные размеры, материал, геометрия, шероховатость поверхности и точность обработки, достигающиеся на данной операции.

Определить номинальный наружный диаметр фрезы D (диаметр вершины зубьев) и диаметр посадочного отверстия d .

Наружный диаметр $D = 100$ мм;

Посадочное отверстие $d = 40$ мм;

Число пластин $z = 8$.

Установить число зубьев Z по формуле:

$$Z = K_z \cdot D \quad (4.1)$$

где $K_z = 0,04...06$ - для обработки алюминия.

$$Z = 0,06 \cdot 100 \approx 8$$

Значение z округлить до числа и сравнить с табличным.

Выбранное число зубьев z проверить по условию равномерности фрезерования:

$$Z = 360 \cdot \zeta / \psi \quad (4.2)$$

где $\zeta \geq 2$ - коэффициент равномерности фрезерования - 3

ψ - угол контакта фрезы с заготовкой.

$$\psi = 2 \arcsin \frac{B}{2} / \frac{D}{2} \quad (4.3)$$

$$\psi = 2 \arcsin \frac{100}{2} / \frac{125}{2} = 105$$

$$z = \frac{360 \cdot 3}{105} = 10$$

Выбрать марку твердого сплава пластины, подачу на зуб S_z и скорость резания v .

Материал режущей пластинки T15K6 ГОСТ 4872-75

Подача $S = 1200 / 2400$ мм/мин

Скорость резания $v = 135$ м/мин

Определить фактическое требуемое число оборотов n_ϕ (частоту вращения) шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \quad (4.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 135}{3,14 \cdot 100} = 430 \text{ об/мин}$$

Выбрать в зависимости от обрабатываемого материала рекомендуемые значения главного угла в плане $\varphi_{ТАБЛ}$ и вспомогательного угла в плане $\varphi_{ТАБЛ1}$

Принимаем главный угол в плане $\varphi_{ТАБЛ} = 60^\circ$, вспомогательный угол в плане $\varphi_{ТАБЛ1} = 5^\circ$.

Определяем число граней пластины:

$$n = \frac{360}{\varphi_{ТАБЛ} + \varphi_{ТАБЛ1}} \quad (4.5)$$

$$n = \frac{360}{60 + 5} = 5$$

В торцевой фрезе общего назначения $n=4 \dots 6$.

Для принятого числа граней n определяем угол при вершине пластины:

$$\varepsilon = 180(n - 2) / n \quad (4.6)$$

$$\varepsilon = \frac{180 \cdot (5 - 2)}{5} = 108^\circ$$

Устанавливаем окончательное значение угла в плане:

$$\varphi = 180^\circ - \varepsilon - \varphi_{ТАБЛ1} \quad (4.7)$$

$$\varphi = 180 - 108 - 5 = 67^\circ$$

Выбрать форму и размеры твердосплавной пластины в зависимости от числа граней n , глубины резания t и углов, а также указать ее обозначение.

Выбираем форму и размеры твердосплавной пластины - по ГОСТ 19065-80.

Выбираем обозначение твердосплавной пластины - по ГОСТ 19042-80.

Выбираем пластину пятигранной формы класса допуска U с отверстием и стружколомающими канавками для торцевых фрез, с длиной режущей кромки $l = 10,5$ мм, толщиной пластины $S = 3,2$ мм и радиусом при вершине $r = 0,8$ мм из сплава Н10, с отверстием для проходных резцов и торцевых фрез.

Стандартные пяти- и шестигранные пластины изготавливаются с углом $\alpha = 0$ (задний угол) и $\gamma = 0; 20^\circ$.

Для достижения выполнения двух условий – равенств допускается отклонение углов $\alpha, \alpha_1, \lambda$ на $\pm 2^\circ$, а угла λ на $\pm 5^\circ$ от рекомендуемых значений

Принимаем:

$$\alpha_H + \gamma_H \cong \alpha + \gamma;$$

$$0 + 20 \cong 15 + 5;$$

$$20 \cong 20;$$

$$\alpha_1 + \alpha_H \cong \frac{\lambda}{\cos(\varepsilon - 90^\circ)};$$

$$15 - 0 \approx 12/\cos(108-90^\circ)$$

$$15 \approx 13$$

Конструктивные особенности по – наличие стружколомающих канавок и отверстия – код 3.

Длина режущей кромки – 11 мм.

Толщина пластины S – 4,76 мм.

Радиус при вершине r – 0,8 мм.

Определить угловые параметры опорной плоскости пластины в корпусе фрезы:

- углы наклона опорной пластины в нормальной и главной секущей плоскостях:

$$\mu_H = \alpha_H - \arctg\left(\frac{tg\alpha}{\cos\lambda}\right) = 0 - \arctg\left(\frac{tg15}{\cos12}\right) = 0 - \arctg\left(\frac{0,268}{0,978}\right) \approx -15^\circ;$$

$$tg\mu = ((tg\mu_H)/\cos\lambda) = ((tg(-15))/\cos12) = ((tg(-15))/\cos12) = ((-0,268))/0,978) = -0,274;$$

- осевой и торцевой углы опорной плоскости:

$$tg\mu_\chi = tg\mu\cos\varphi - tg\lambda\sin\varphi = -0,274 \cdot 0,573 - 0,212 \cdot 0,819 = -0,331;$$

$$tg\mu_t = tg\mu\sin\varphi - tg\lambda\cos\varphi = -0,274 \cdot 0,819 - 0,212 \cdot 0,573 = -0,101;$$

- угол наклона опорной плоскости ω :

$$tg\omega = tg\mu_\chi - \cos\mu_t = -0,331 \cdot 1 = -0,331.$$

Рассчитать передний угол γ :

$$tg\gamma = \frac{tg(\mu_H + \mu)}{\cos\lambda} = \frac{tg(-15 + 20)}{\cos12} = 0,089.$$

Рассчитать вспомогательный задний угол α_1 :

- инструментальный главный φ_H и вспомогательный и углы в плане, необходимые для изготовления гнезда под пластину в опорной плоскости:

$$\sin\varphi_H = \frac{\sin\varphi \cdot \cos\lambda}{\cos\omega};$$

$$\sin\varphi_H = \frac{\sin67 \cdot \cos12}{\cos\omega} = \frac{0,92 \cdot 0,978}{0,95} = 0,948;$$

- точное значение вспомогательного угла в плане φ_1 :

- угол наклона вспомогательной режущей кромки λ_1 :

$$tg\lambda_1 = tg\mu_x \cdot \sin\varphi_1 - tg\mu_t \cdot \cos\varphi_1;$$

$$tg\lambda_1 = -0,331 \cdot \sin 5 - (-0,101) \cdot \cos 5 = 0,0718;$$

- вспомогательный задний угол α_1 :

$$tg\alpha_1 = \cos\lambda_1 \cdot tg\{\alpha_n - \arctg[\frac{tg\mu_x \cos\varphi_1 - tg\mu_t \sin\varphi_1}{\cos\lambda_1}]\};$$

$$tg\alpha = 0,318$$

Сравниваем вычисленные значения γ и α_1 с рекомендуемыми табличными. Разрабатываем конструкцию крепления пластины в корпусе фрезы.

Определить смещение опорной поверхности S державки в корпусе фрезы:

$$S = E + E_1$$

$$E = 0,5D \cdot \sin\mu_t = 0,5 \cdot 200 \cdot (-0,1) = -10$$

$$S = -10 + 23,5 = 13,5$$

Где:

$E_1 = H = 23,5$ – при вертикальном расположении державки;

L – вылет державки.

Выбрать способ крепления фрезы на шпинделе станка.

Присоединительные размеры фрез, закрепляемых на фрезерных оправках, а также на концах шпинделей. Фрезы с $D \leq 200$ мм, основные размеры корпусов которых, закрепляются на шпинделе с помощью концевых оправок с хвостовиком конусностью 7:24 для насадных торцевых фрез.

Режущий инструмент представлен в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Режущий инструмент

№ и наименование операции	Режущий инструмент	Контрольный инструмент
010 Агрегатная	1. Фреза торцевая Ø100 ГОСТ 26595-85 2. Сверло центровочное Ø15 мм ГОСТ 14810-69 3. Спиральное сверло Ø18, тип W, б/р ст., DIN 345 4. Спиральное сверло Ø6,7, тип N, б/р ст., DIN 345 5. Спиральное сверло Ø9, тип N, б/р ст., DIN 345 6. Спиральное сверло Ø7, тип N, б/р ст., DIN 345 7. Шпоночная фреза-сверло Ø14, тип VN, DIN 326, Form D 8. Спиральное сверло Ø5, тип N, б/р ст., DIN 345 9. Метчик М6х1, форма С, DIN 376	1. Калибр-скоба 22h12 ГОСТ 18362-73. 2. Скоба 8h11 ГОСТ 18362-73. 3. Калибр-пробка 17Н14 ГОСТ 14810-69. 4. Калибр-пробка 9Н14 ГОСТ 14810-69. 5. Калибр-пробка 7Н14 ГОСТ 14810-69. 6. Калибр-пробка 14Н12 ГОСТ 14810-69. 7. Пробка М6х1 6Н. 8. Набор шаблонов для контроля фасок

Продолжение таблицы 4.1

№ и наименование операции	Режущий инструмент	Контрольный инструмент
020 Агрегатная	1. Фреза торцевая Ø100, тип NR, DIN 1880 2. Фреза торцевая Ø100, тип W, DIN 1880 3. Фреза цилиндрическая торцевая Ø65, тип NF, DIN 1880 4. Зенкер Ø20, тип N, б/р ст., DIN 343 5. Фреза цилиндрическая торцевая Ø70, тип NF, DIN 1880 6. Угловая фреза (d1=Ø16), тип H, DIN 1833 FormD 7. Цековка Ø16 ГОСТ 26258-87. 8. Сверло центровочное MZS(DIN6537) Ø15 мм, угол при вершине сверла 120°. 9. Спиральное сверло Ø4, тип N, б/р ст., DIN 345 10. Метчик M8x1,25, форма B, DIN 376	1. Калибр-скоба 17h11 ГОСТ 18356-73. 2. Калибр-пробка 65H12 ГОСТ 14812-69. 3. Калибр-пробка 20F7 ГОСТ 14810-69. 4. Калибр-пробка 70H7 ГОСТ 14812-69. 5. Калибр-пробка 16H14 ГОСТ 14810-69. 6. Калибр-пробка 4H14 ГОСТ 14810-69. 7. Пробка M8x1,25 6H. 8. Специальное приспособление для контроля допусков плоскостности и взаимопараллельности.
030 Агрегатная	1. Фреза торцевая Ø40, тип NR, DIN 845K FormB 2. Цековка Ø27 ГОСТ 26258-87. 3. Сверло центровочное, форма A(DIN333) Ø25 мм. 4. Спиральное сверло Ø20,5, тип N, б/р ст., DIN 346 5. Метчик M22x1,5, форма C, DIN376	1. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1. 2. Шаблон 22x120°. 3. Калибр-пробка 22,5H14 ГОСТ 14812-69. 4. Пробка M22x1,5 6H.

4.2 Расчет режимов резания

1. Фрезерование черновое плоских поверхностей верхней и нижней части крышки со стороны регулятора насоса.

Глубина резания: $t=2\text{мм}$;

Подача: $S=1280\text{мм/мин}$

Стойкость инструмента: $T=43$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (4.2.1)$$

Где:

$C_v=245$; $x=0,1$; $y=0,3$; $u=0,15$; $p=0,1$; $m=0,2$; $q=0,25$ [2, табл. 39, стр.289],

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

Где:

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$K_{mv} = 0,8$ [2, табл. 4, стр. 263];

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,

$K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 5, стр. 263];

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,

$K_{uv} = 1,0$ [2, табл. 6, стр. 263].

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72$$

$$V = \frac{245 \cdot 0,1^{0,25}}{43^{0,2} \cdot 0,002^{0,1} \cdot 1,28^{0,3} \cdot 0,055^{0,15} \cdot 8^{0,1}} \cdot 0,72 = 135 \text{ м/мин},$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}, \quad (4.2.2)$$

Где:

v – скорость резания;

D – диаметр фрезы.

$$n = \frac{1000 \cdot 135}{3,14 \cdot 100} = 430 \text{ об/мин.}$$

2. Чистовое фрезерование плоской поверхности нижней части крышки со стороны регулятора насоса.

Глубина резания: $t=0,5\text{мм}$;

Подача: $S=949\text{мм/мин}$;

Стойкость инструмента: $T=39$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (4.2.3)$$

Где:

$C_v=245; x=0,1; y=0,3; u=0,15; p=0,1; m=0,2; q=0,25$ [2, табл. 39, стр.289]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

Где:

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$K_{mv} = 0,8$ [2, табл. 4, стр. 263];

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,

$K_{nv} = 0,9$ [2, табл. 5, стр. 263];

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,

$K_{uv} = 1,0$ [2, табл. 6, стр. 263].

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72$$

$$V = \frac{245 \cdot 0,1^{0,25}}{39^{0,2} \cdot 0,0005^{0,1} \cdot 0,949^{0,3} \cdot 0,055^{0,15} \cdot 8^{0,1}} \cdot 0,72 = 150 \text{ м/мин,}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad \text{об/мин,} \quad (4.2.4)$$

Где:

v – скорость резания;

D – диаметр фрезы.

$$n = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 100} = 478 \text{ об/мин.}$$

3. Черновое сверление посадочного отверстия под ось грузиков чувствительного элемента регулятора.

Глубина резания: $t=9\text{мм}$;

Подача: $S=0,43\text{мм/об}$;

Стойкость инструмента: $T=245$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (4.2.5)$$

Где:

$C_v=40,7; y = 0,4; m = 0,125; q = 0,25$ [2, табл. 28, стр.278]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv},$$

Где:

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$K_{mv} = 0,8$ [2, табл. 4, стр. 263];

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал,

$K_{iv} = 1,0$ [2, табл. 6, стр. 263];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$K_{lv} = 1,0$ [2, табл. 6, стр. 263].

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

$$V = \frac{40,7 \cdot 0,018^{0,25}}{245^{0,125} \cdot 0,00043^{0,4}} \cdot 0,8 = 38 \text{ м/мин},$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}, \quad (4.2.6)$$

Где:

v – скорость резания;

D – диаметр сверла.

$$n = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 18} = 672 \text{ об/мин.}$$

4.3 Технологическое нормирование операций

Рассчитаем нормы времени для операции 010 Агрегатная.

Штучное время обработки рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_B + T_{\text{ОБС}} + T_{\text{П}} \quad [3, \text{ с. 603}]$$

где T_0 - основное время на операцию, мин;

T_B - вспомогательное время, мин;

$T_{\text{ОБС}} + T_{\text{П}}$ - время на обслуживание рабочего места и подготовку к работе.

$T_0 = \sum t_{0j}$ - основное время на операцию, мин;

t_{0j} - основное время на выполнение j перехода обработки элементарной поверхности, мин.;

$$t_{0j} = \frac{(L + \ell) \cdot i}{s_M},$$

Где:

L - длина обрабатываемой поверхности, мм; ℓ - длина врезания и перебега инструмента, мм; L, ℓ - берем из разработанных расчетно-технологических карт; i - число рабочих ходов.

Номера поверхностей см. в операционных эскизах.

1. Первый инструментальный переход (черновое фрезерование поверхностей ① и ②):

$$L + \ell = 697 \text{ мм}; i = 1; s_M = 1280 \text{ мм/мин}; t_{01} = \frac{697 \cdot 1}{1280} = 0.54 \text{ мин};$$

2. Второй инструментальный переход (чистовое фрезерование поверхности ②):

$$L + \ell = 496 \text{ мм}; i = 1; s_M = 949 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{496 \cdot 1}{949} = 0.52 \text{ мин};$$

3. Третий инструментальный переход (Центрование 26 отверстий ③, ④, ⑤, ⑥, ⑧, ⑨):

$$L + \ell = 220.88 \text{ мм}; i = 1; s_M = 265 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{220.88 \cdot 1}{265} = 0.83 \text{ мин};$$

4. Третий инструментальный переход (Черновое сверление отверстия ③):

$$L + \ell = 29.6 \text{ мм}; i = 1; s_M = 270 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{29.6 \cdot 1}{270} = 0.11 \text{ мин};$$

5. Пятый инструментальный переход (Сверление пяти отверстий ④):

$$L + \ell = 121.4 \text{ мм}; i = 1; s_M = 513 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{121.4 \cdot 1}{513} = 0.24 \text{ мин};$$

6. Шестой инструментальный переход (Сверление шести отверстий ⑤):

$$L + \ell = 109.7 \text{ мм}; i = 1; s_M = 400 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{109.7 \cdot 1}{400} = 0.27 \text{ мин};$$

7. Седьмой инструментальный переход (Сверление четырех отверстий ⑥ и шести отверстий ⑧):

$$L + \ell = 357.1 \text{ мм}; i = 1; s_M = 513 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{357.1 \cdot 1}{513} = 0.70 \text{ мин};$$

8. Восьмой инструментальный переход (Цекование четырех отверстий ⑦):

$$L + \ell = 53.9 \text{ мм}; i = 1; s_M = 303 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{53.9 \cdot 1}{303} = 0.18 \text{ мин};$$

9. Девятый инструментальный переход (Зенкование отверстия ③):

$$L + \ell = 10.7 \text{ мм}; i = 1; s_M = 289 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{10.7 \cdot 1}{289} = 0.04 \text{ мин};$$

10. Десятый инструментальный переход (Сверление четырех отверстиях ⑨):

$$L + \ell = 97.5 \text{ мм}; i = 1; s_M = 468 \text{ мм/мин}; t_{03} = \frac{97.5 \cdot 1}{468} = 0.21 \text{ мин};$$

11. Одиннадцатый инструментальный переход (Нарезание резьбы в четырех отверстиях ⑨):

$$L + \ell = 151.62 \text{ мм}; i = 1; s_M = 849 \text{ мм/мин}; t_{03} = 151.62 \cdot 1 / 849 = 0.18 \text{ мин};$$

$$T_0 = 0.54 + 0.52 + 0.83 + 0.11 + 0.24 + 0.27 + 0.70 + 0.18 + 0.04 + 0.21 = 3.64 \text{ мин}$$

Вспомогательное время рассчитывается по формуле:

$$T_B = t_{B.Y.} + t_{M.B.},$$

где $t_{B.Y.}$ - время на установку и снятие заготовки, мин;

$t_{M.B.}$ - время, связанное с выполнением вспомогательных ходов и перемещений при обработке поверхностей, мин.;

$$t_{B.Y.} = 0.25 \text{ мин.}$$

$$t_{M.B.} = \ell_i / v_i + t_{см.и.},$$

где ℓ, v - длина, скорость холостых ходов на операции, $t_{см.и.}$ - время смены инструмента на i -ом переходе.

$$\text{Тогда } t_{M.B.} = 2.44 + 0.46 = 2.9 \text{ мин.}$$

$$T_B = 0.25 + 2.9 = 3.15 \text{ мин}$$

Время работы станка по программе:

$$T_{П.Y.} = T_0 + t_{M.B.} = 3.64 + 2.9 = 6.54 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{ОП} = T_0 + T_B = 3.64 + 3.15 = 6.79 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места и подготовку к работе:

$$T_{ОБС} + T_{П} = 0.1 \cdot T_{ОП} = 0.1 \cdot 6.79 = 0.68 \text{ мин.}$$

$$\text{Тогда } T_{ШТ} = 6.79 + 0.68 = 7.47 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{ШТ} + T_{П-З} / n_3,$$

Где:

$T_{П-З}$ - подготовительно-заключительное время на партию, мин;

n_3 - размер партии деталей, запускаемых в производство, $n_3 = 300$.

$$T_{П-З} = T_{П-З 1} + T_{П-З 2} + T_{П-З 3} \quad [3, \text{стр.604}],$$

Где:

$T_{П-3\ 1} = 12$ мин - время на получение наряда, чертежа, технологической документации на рабочем месте в начале работы и на сдачу в конце смены;

$T_{П-3\ 2} = 4$ мин - время на дополнительные работы;

$T_{П-3\ 3}$ - время на пробную обработку детали, это время не учитываем, т.к. предусмотрена автоматическая коррекция инструмента в процессе обработки.

$$T_{П-3} = 12 + 4 = 16 \text{ мин}$$

$$T_{Ш\ T-К} = 7.47 + 16/300 = 7.47 \text{ мин}$$

На остальные операции нормирование осуществляется с использованием литературы [16].

Нормирование на все операции представлено в таблице 4.3

Таблица 4.3

№ операции	T_O , мин	T_B , мин	$T_{ПЗ}$, мин	$T_{ШТ}$, мин	$T_{ШТ-К}$, мин
010 Агрегатная	3.64	3.15	16	7.47	7.52
020 Агрегатная	2.93	2.52	16	5.95	6.10
025 Слесарная	-	-	-	0.5	-
030 Агрегатная	0.97	1.10	16	2.28	2.33
035 Моечная	-	-	-	0.2	-
040 Контрольная	-	-	-	6.0	-

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - 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	Механическая обработка детали	Фрезерование Сверление Центрование Зенкерование Цекование Нарезание резьбы	Оператор станков 3-4 разряда; Наладчик агрегатных станков 5-6 разряда	Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55; Приспособление для операции 010	Алюминиевый сплав «АК5М», Эмульсия Укринол-1М, Эмульсия Веллс-1, Масло «ИГП-38»

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 - 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	Фрезерование Сверление Центрование Нарезка резьбы Развертывание Цекование Зенкерование	Физические факторы: повышенный уровень шума на рабочем месте; малая освещенность рабочей зоны; запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Химические опасные и вредные факторы: раздражающие; sensibilizing. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки)	Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55, Эмульсия Укринол-1М, Эмульсия Веллс-1, Масло «ИГП-38»
2	Мойка	Физические факторы: подвижные части производственного оборудования; перемещающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенный уровень шума на рабочем месте; малая освещенность рабочей зоны; Химические факторы: раздражающие; sensibilizing. Психофизиологические факторы: монотонность труда	Моечная машина, Моющее средство "Лабомид"

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 - Средства снижения профессиональных рисков

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фак- тор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производ- ственного фактора	Средства индивиду- альной защиты ра- ботника
1	Пары СОЖ	Вентиляция (общеобмен- ная, местная)	Вентиляторы, маги- стральная вентиляция, местные отсосы
2	Повышенный уровень шу- ма	Средства индивидуальной защиты	Беруши, наушники
3	Повышенный уровень виб- рации	Специальные звукопогло- щающие конструкции, средства индивидуальной защиты	Виброизоляторы, ру- кавицы с вибропол- гощающими упруги- ми прокладками, обувь с амортизиру- ющими подошвами
4	Передвигающиеся изделия, материалы, заготовки	Средства индивидуальной защиты	Очки, спецодежда
5	Повышенное значение напряжения в электриче- ской цепи	Заземления, средства инди- видуальной защиты	Рукавицы токоизоля- ционные, спецодежда
6	Недостаточное искусствен- ное освещение рабочей зо- ны	Местное освещение, до- полнительные источники света	Светильники

5.4.Пожарная безопасность.

5.4.1 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности технического объекта

Таблица 5.4.1 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок механической обработки	Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55, Моечная машина	А, В, Е	Загорание от попадания искр при проведении сварочных работ; загорание мусора из-за большого скопления и несоблюдения режима курения; загорание масла в поддоне	образующиеся в процессе пожара части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования; образующиеся токсичные вещества и материалы, из изделий горящего технического объекта; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей

5.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 5.4.2 - 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
Пожарные стволы (водяные и воздушно-пенные); сухой песок; огнетушители; асбестовые одеяла и другой пожарный инвентарь	Пожарные автомобили	Пенные и водяные системы пожаротушения	Известители пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные; системы передачи извещений о пожаре	Огнетушители; стволы ручные и лафетные; рукава пожарные; средства автоматического тушения и локализации пожаров; пожарные шкафы и др.	Противогазы; респираторы; ватно-марлевые повязки	Механизированный: разжим гидравлический; дисковая пила; кусачки; гидро-клин; открыватель петель. Немеханизированный: багор пожарный; лопата; пожарное ведро конусное; пожарный лом; пожарный топор	Известители пожарные (дымовые и тепловые датчики); извещатели пожарные ручные; Световые и звуковые пожарные оповещатели; таблички «Выход» с подсветкой

5.4.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 5.4.3 - Организационные 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
Механическая обработка детали (Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55)	Первичный и периодический противопожарный инструктаж; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности; создание добровольных противопожарных дружин; запрет курения в неположенных местах	Все работники предприятия должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа; на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны; определены и оборудованы места для курения; определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды; определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 5.5

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.)
Механическая обработка детали (Высокоскоростной обрабатывающий центр Victor Vcenter-55)	Эмульсия Веллс-1-1 класс опасности	В результате использования СОЖ происходит загрязнение окружающей среды. При утилизации отработанных СОЖ происходит просачивание смазочных материалов в экосистему и загрязнение ее экологически опасными компонентами: полидифенилами, в основном полихлордифенилами (ПХД) антропогенного происхождения; серо- и хлорсодержащими присадками и др. Все они распространяются в атмосфере, воде, почве, попадают в пищевые цепи и продукты питания		
	Масло «ИГП-38» - 3 класс опасности	В случае сжигания отработанного масла образуются дымовые газы, в которых содержатся оксиды азота и серы, хлористый водород, полиароматические углеводороды, хлорбензол и тяжелые металлы.	Отработанное масло, попадая в окружающую среду, лишь частично обезвреживаются под воздействием природных процессов, большая часть служит источником загрязнения почвы и водоемов.	
	Промасленная ветошь более 15% - 3 класс опасности			

Продолжение таблицы 5.5

	Моющее средство "Лабомид"- 3 класс опасности	-	Соединения фосфора, попадая в водоёмы, способствуют бурному развитию микроскопических водорослей, что приводит к цветению воды и нарушению жизнедеятельности водных экосистем. Содержание ПАВ в водоёмах приводит к интенсивному пенообразованию и нарушению кислородного режима, что создаёт неблагоприятные условия для процессов естественного самоочищения водных систем, ухудшает качество воды, приводит к болезням обитателей водоёмов, представляет опасность для здоровья людей.	-
--	---	---	---	---

5.6 Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Таблица 5.6

Наименование технического объекта	Участок механической обработки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Металлоотходы (стружка) после сортировки и разделки идут на повторную переработку.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Для отчистки СОЖ используются вакуумно-дистилляционные системы - это очистка загрязненной воды и разделение смесей и водных эмульсий на чистую воду и высококонцентрированный остаток загрязняющих веществ, который утилизируется специализированным предприятием.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Люминесцентные лампы, промасленная ветошь сдаются на утилизацию. Отработанное масло проходит регенерацию, что предусматривает обработку, удаление загрязнений для использования в качестве основы нового смазочного масла. Промышленная вода проходит отчистку фильтрацией и обезвреживание на локальном очистном сооружении механосборочного цеха с последующей доочисткой общего стока предприятия. Выбросы в атмосферу проходят этапы очистки на пылеулавливающих установках и абсорбционных установках по химической очистке

5.7 Заключение раздела «Безопасность и экологичность технического объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика механической обработки детали «Крышка» насоса высокого давления, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таб.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу производства детали «крышка» насоса высокого давления, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие:

- Физические факторы: повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; малая освещенность рабочей зоны; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки и материалы.
- Химические факторы: раздражающие; sensibilizing.
- Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки, монотонность труда.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно:

- использование вентиляции;
- использование средств индивидуальной защиты от повышенного уровня шума и вибрации;
- дополнительные источники света, местное освещение;
- заземление оборудования.

Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таб. 5.3).

4. 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(таб. 5.4.1). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таб. 5.4.2). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таб. 5.4.3).

5. Идентифицированы экологические факторы (таб. 5.5) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте(таб.5.6)

6. Экономическая эффективность работы

6.1 Цель раздела. Исходные данные

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

Базовый вариант состоит из:

Операций 020,030,085 – Токарная и Фрезерно-сверлильно-расточная (на операциях осуществляется токарная черновая и чистовая обработка детали)

Оборудование – Фрезерный Ф7819, фрезерно-сверлильно-расточной ГФ2171, вертикально-сверлильный Ф5414.

Оснастка – шпиндель.

Инструмент – сверло и метчик из быстрорежущей стали. Фреза $z = 6$.

Тип производства – серийное.

Условия труда – нормальные.

Форма оплата труда – сдельно-премиальная.

Проектный вариант состоит из:

Операция 010 – Агрегатная (на операции осуществляется токарная черновая и чистовая обработка детали)

Оборудование – Высокоскоростной обрабатывающий центр VictorVcenter-55.

Оснастка – шпиндель.

Инструмент – сверло и метчик твердосплавные. Фреза $z = 8$.

Тип производства – серийное.

Условия труда – нормальные.

Форма оплата труда – сдельно-премиальная.

6.2 Расчет величины количества оборудования и коэффициент загрузки

Используя методику расчета необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки [15, табл.3, с.12] определим необходимые значения для дальнейших расчетов к которым относятся величины представленные в таблице 6.2

Таблица 6.2 - Величины количества оборудования и коэффициент загрузки

№	Наименование показателей	Расчет	Значение показателей	
			Базовый	Проект
1	2	3	4	5
1.	Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся операциям техпроцесса, шт	$\text{Ноб.расч} = \text{Тшт} \cdot \text{Пг} / \text{Фэ} \cdot 60 \cdot \text{Квн}$	0,003 0,018 0,012	0,015
2.	Принятое количество оборудования, шт	Расчетное кол-во оборуд-я округляется до ближайшего большего, целого числа $\text{Ноб.прин} = \text{Ноб}$	3	1
3.	Коэффициент загрузки оборудования	$\text{Кз} = \text{Ноб.расч} / \text{Ноб.прин}$	0,033	0,015
4.	Средний коэффициент загрузки	$\text{Кз. ср} = \frac{\sum \text{Кз}}{m}$	0,011	0,015

Продолжение таблицы 6.2

Исходные данные для станков с ЧПУ				
5.	Количество наименований одностипных деталей, обрабатываемых на станке с ЧПУ, шт	$N_{дет} = \Phi \cdot 60 / T_{шт} \cdot P_{г}$	-	55
6.	Среднесуточный запуск деталей, шт	$P_{сут} = P_{г} / 360$	-	1
7.	Длительность производственного цикла, шт	$T_{ц} = N_{зап} \cdot T_{шт} + 2 \cdot T_{мо} / 16$	-	0,37

6.3 Расчет капитальных вложений

Применяя методику расчетов определения капитальных вложений [15, табл.5, с.15], рассчитаем данную величину по проектному варианту, которая составляет 7500 рублей.

Таблица 6.3 - Капитальные вложения

№	Наименование, ед. измерения	Расчет	Значение показателей
			Проект
1	2	3	5
1.	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, руб	$K_{об} = \sum N_{об} \cdot C_{об} \cdot K_3$	7500

Продолжение таблицы 6.3

2.	Затраты на проектирование, руб	$З_{пр} = T_{тр.пр} \cdot Сч.тех$	16002
3.	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб	$К_{м} = К_{об} \cdot К_{монт}$	750
4.	Затраты на транспортные средства, руб	$К_{тр} = К_{об} \cdot 0,05$	375
5.	Затраты на приспособления, руб	$К_{пр} = \sum H_{пр} \cdot Ц_{пр} \cdot К_{з}$	30
6.	Затраты на инструмент, руб	$K_{и} = \sum_1^m \frac{Ц_{и} \cdot T_{маш} \cdot П_{г} \cdot K_{уб}}{T_{и} \cdot \left(\frac{H_{пер}}{60} + 1 \right)}$	21
7.	Затраты в эксплуатацию производственных площадей	$К_{э.пл} = \sum H_{об} \cdot Р_{уд} \cdot К_{з} \cdot К_{д.пл} \cdot Ц_{э.пл}$	1398
8.	Стоимость аппаратуры для записи программ (для ЧПУ)	$К_{ап} = 0,06 \cdot \sum H_{об} \cdot Ц_{об} \cdot К_{з}$	450
9.	Оборотные средства в незавершенном производстве (для ЧПУ)	$НЗП = П_{сут} \cdot Т_{ц} \cdot С_{тех}$	14,34
10.	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, руб	$З_{дем} = \sum H_{об} \cdot Ц_{об} \cdot 0,1$	-
11.	Выручка от продажи заменяемого оборудования, руб	$В_{реал} = \sum H_{об} \cdot Ц_{об} \cdot 0,05$	-

Продолжение таблицы 6.3

12.	Итого сопутствующих капитальных вложений, руб	$K_{соп} = Z_{пр} + K_m + K_{тр} + K_{пр} + K_{и} + K_{э.пл} + K_{ап} + HЗП + Z_{дем} - В_{реал}$	19038
13.	Общие капитальные вложения, руб	$K_{общ} = K_{об} + K_{соп}$	26540
14.	Удел.капитальные вложения, руб	$K_{уд} = K_{общ} / Пг$	89

По методике [15, табл.6, с.17] определим значения входящие в состав технологической себестоимости, а именно:

- материалы
- заработная плата рабочих
- начисления на зарплату
- расходы на содержание

Метод получения заготовки материала не меняются, то данный элемент исключим из расчетов, так как он не окажет влияния на конечный результат расчетов.

Структура технологической себестоимости по двум вариантам представлена в виде диаграммы на рисунке (Рис. 6.3.1)



Рисунок 6.3.1 Структура себестоимости

6.4 Расчет экономической эффективности работы

Используя методику калькуляции себестоимости [15, табл.7, с.19] , определим величину полной себестоимости $C_{пол(баз)}=221,91$; $C_{пол(пр)}=137,411$. На базе полученных значений проведем расчет показателей экономической эффективности работы. Расчеты проводим по следующему алгоритму:

Ожидаемая прибыль:

$$П_{ож} = Э_{уг} = (C_{пол(баз)} - C_{пол(пр)}) \cdot П_{г} \quad (6.4.1)$$

$$П_{ож} = (221,91 - 137,41) \cdot 300 = 25400 \text{ руб}$$

Налог на прибыль:

$$Н_{приб} = П_{ож} \cdot K_{нал} \quad (6.4.2)$$

$$Н_{приб} = 25400 \cdot 0,2 = 5080 \text{ руб}$$

Чистая ожидаемая прибыль:

$$P_{\text{ЧИСТ}} = P_{\text{ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} \quad (6.4.3)$$

$$P_{\text{ЧИСТ}} = 25400 - 5080 = 20320 \text{ руб}$$

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{P_{\text{ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (6.4.4)$$

$$K_{\text{ВВ.ПР}} = K_{\text{ОБЩ}} \quad (6.4.5)$$

$$K_{\text{ВВ.ПР}} = 26540 \text{ руб}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = 26540/20320 + 1 = 2,3 = 3 \text{ года}$$

Экономическая эффективность:

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб} \quad (6.4.6)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = 20320 \cdot (0,833+0,694+0,579) = 42793,92 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (6.4.7)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 42793,92 - 26540 = 16253,92 \text{ руб}$$

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (6.4.8)$$

$$ИД = 42783,92/26540 = 1,6 \text{ руб/руб}$$

Предложенный вариант усовершенствования технологического процесса изготовления крышки насоса высокого давления позволит получить дополнительную прибыль = 20320 руб. Годовой экономический эффект составил 16253,92 рубля. Капитальные вложения окупятся в течении 3 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проведен анализ служебного назначения детали. Определён тип производства. Рассмотрено 2 метода получения заготовки. В результате технико-экономического обоснования выбран метод литья в кокиль.

Для серийного производства выбраны оборудование и средства технологического оснащения. Спроектировано специальное приспособление – для базирования и закрепления заготовки на операции 010. Произведено нормирование операций.

С применением станков типа «обрабатывающий центр» снизилась трудоемкость механической обработки. Повысилась производительность обработки, уменьшилось вспомогательное время за счёт автоматизации получения размеров, смены инструмента и др. Появилась возможность многостаночного обслуживания. Также при обработке на станках такого типа снижается показатель брака.

Годовой экономический эффект от внедрения усовершенствованного процесса с использованием станков типа обрабатывающий центр составил 16253,92 рублей, проектируемый технологический процесс можно считать эффективным.

Список используемых источников

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1985.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1985.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова.–М.: Машиностроение, 1988.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./ Под ред. А.Ф. Горбачевича. –Минск: Высшая школа, 1975.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. М: Машиностроение, 1974.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.1/ – 6-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1982.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2/ – 6-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1982.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.3/ – 6-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1982.
9. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование на станках с ЧПУ: Справочник.–Л.: Машиностроение. Ленингр., 1990.
10. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Тишин С.Д. и др. Технология машиностроения.–Минск: Высшая школа, 1965.
11. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков.–Л.: Машиностроение. Ленингр., 1975.
12. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник.–7-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1979.

13. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. Минск,: Беларусь, 1969.
14. Семенова М.М. Справочник нормировщика. В 2-х т. Т.2/ –Л.: Машиностроение, 1961.
15. Зубкова Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.
16. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник.–Л.: Машиностроение, Ленингр., 1983.
17. Кузнецов Ю.И. Технологическая оснастка для станков с ЧПУ и промышленных роботов: Учеб. пособие для машиностроительных техникумов. –М.: Машиностроение, 1987.
18. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.
19. Аверченков В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Аверченков В.И., Казаков Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 228 с.
20. Малышев В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учеб. пособие по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. производств"]/ В.И. Малышев - Тольятти : Издательство Тольяттинского гос. университета, 2013. - 367 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Технологическая документация для изготовления детали «Крышка»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта проектируемого техпроцесса на 3-х листах

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ А

67

ПРИЛОЖЕНИЕ А

[illegible]

Операционная карта операции 010 на 4-х листах

[illegible]

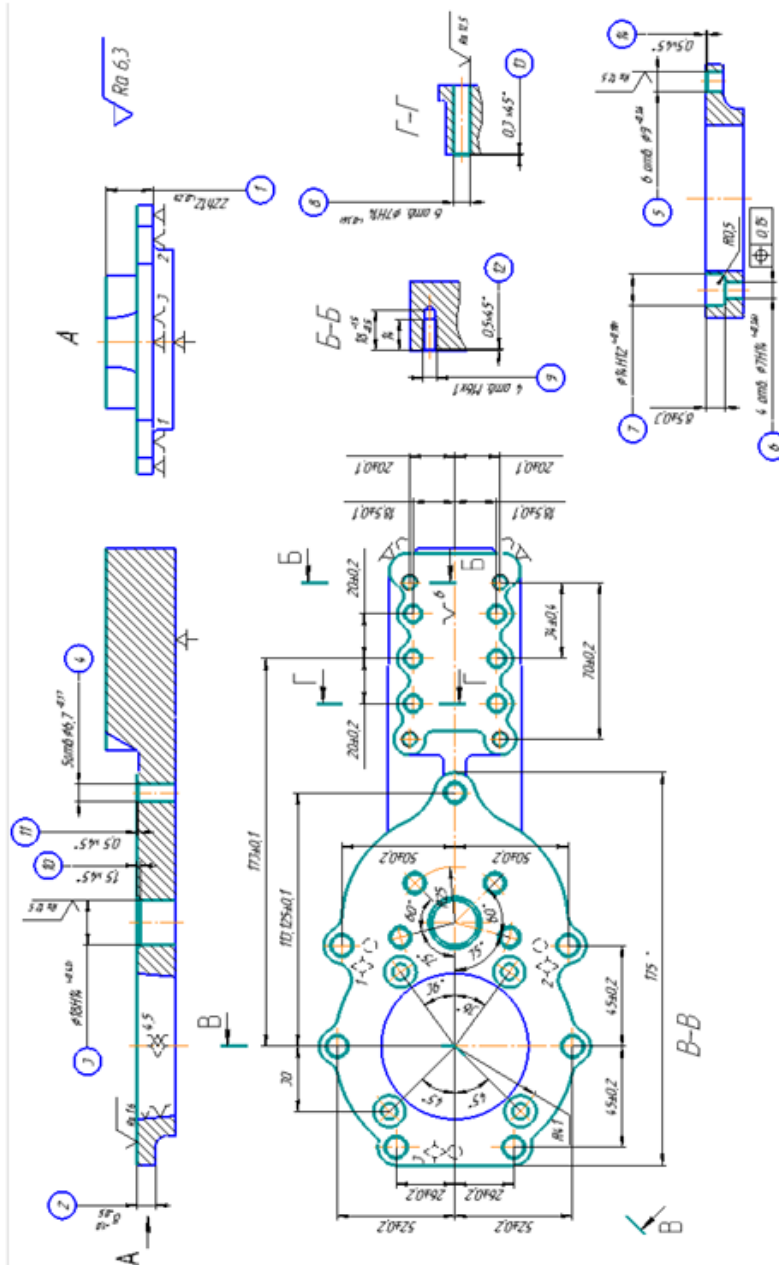
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3.1

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

[illegible]

KE

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционная карта операции 030 на 3-х листах

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Деталь																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация приспособления операции 010 на 2-х листах

[illegible]

Рисунок Г.1 – Первый лист спецификации приспособления

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

[illegible]

Рисунок Г.2 – Второй лист спецификации приспособления

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Спецификация фрезы торцевой

[illegible]

Приложение Д – Лист спецификации фрезы торцевой