

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления корпуса патрона

Студент(ка)	<u>Ульянов Д.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Гуляев В.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления корпуса патрона

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2017.

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления корпуса патрона, при годовой программе выпуска 5000 шт.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, режущий инструмент, технологическая оснастка, станок, режимы резания, нормы времени, экономический эффект.

Данная работа содержит пять разделов. Во введении содержится цель работы, в заключении – результаты выполнения данной работы

В первом разделе работы выполнен анализ служебного назначения нашей детали, анализ технологичности, проанализирован базовый техпроцесс и определены пути совершенствования техпроцесса.

Во втором разделе выполнена технологическая часть работы, где выполнена разработка проектного технологического процесса, который включает в себя: выбор типа производства, расчет заготовки, определение схем базирования, проектирование технологического маршрута, выбор средств технического оснащения, а также необходимые расчеты – припусков, режимов резания, норм времени.

В третьем разделе выполнены конструкторские расчеты приспособления станочного и захватного устройства промышленного робота.

Четвертый и пятый раздел бакалаврской работы посвящены вопросам безопасности, экологичности и экономической эффективности работы.

Объем работы составляет: 88 страниц, 18 таблицы, 9 рисунков и графической части, содержащей 9 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Описание исходных данных	6
2 Технологическая часть работы	16
3 Проектирование станочного приспособления и захватного устройства промышленного робота	44
4 Безопасность и экологичность технического объекта	57
5 Экономическая эффективность работы.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы основным направлением развития машиностроения - это задача повышения производительности производства деталей и узлов. К этому приводит применение современных металлорежущих станков с ЧПУ, станков многошпиндельных, многопозиционных, оснащенных поворотными револьверными головками, наклонно-поворотными столами.

Кроме того, технический уровень и качество выпускаемых машин, их надежность и долговечность должны быть значительно повышены.

Для проведения технической подготовки производства необходимо повышать применение компьютерных и информационных технологий, повышать качество и уровень технической проработки применяемых технических решений.

Развитие машиностроительных производств связано с большинством отраслей и не только промышленности.

В данной работе мы проводим разработку технологического процесса изготовления детали «корпус патрона».

Целью бакалаврской работы является разработка прогрессивного техпроцесса изготовления детали в условиях среднесерийного типа производства, повышение качества обработки, снижение себестоимости изготовления, применение новых исследований и разработок в области «технологии машиностроения».

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь, которая разрабатывается в данной бакалаврской работе, является корпусом, устанавливается в узле специального патрона и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

Узел, в состав которого входит данная деталь, приводится на рисунке 1.1

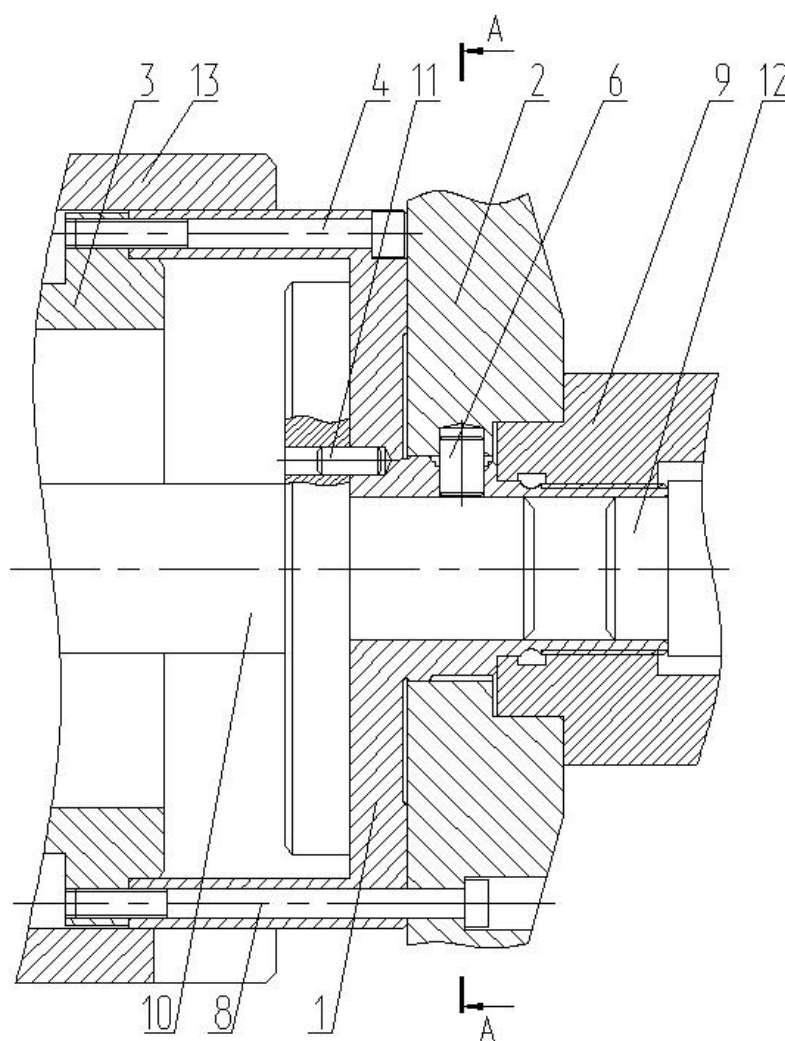


Рисунок 1.1 – Узел патрона

А-А

(Детали, поз. 2,9,13 не показаны)

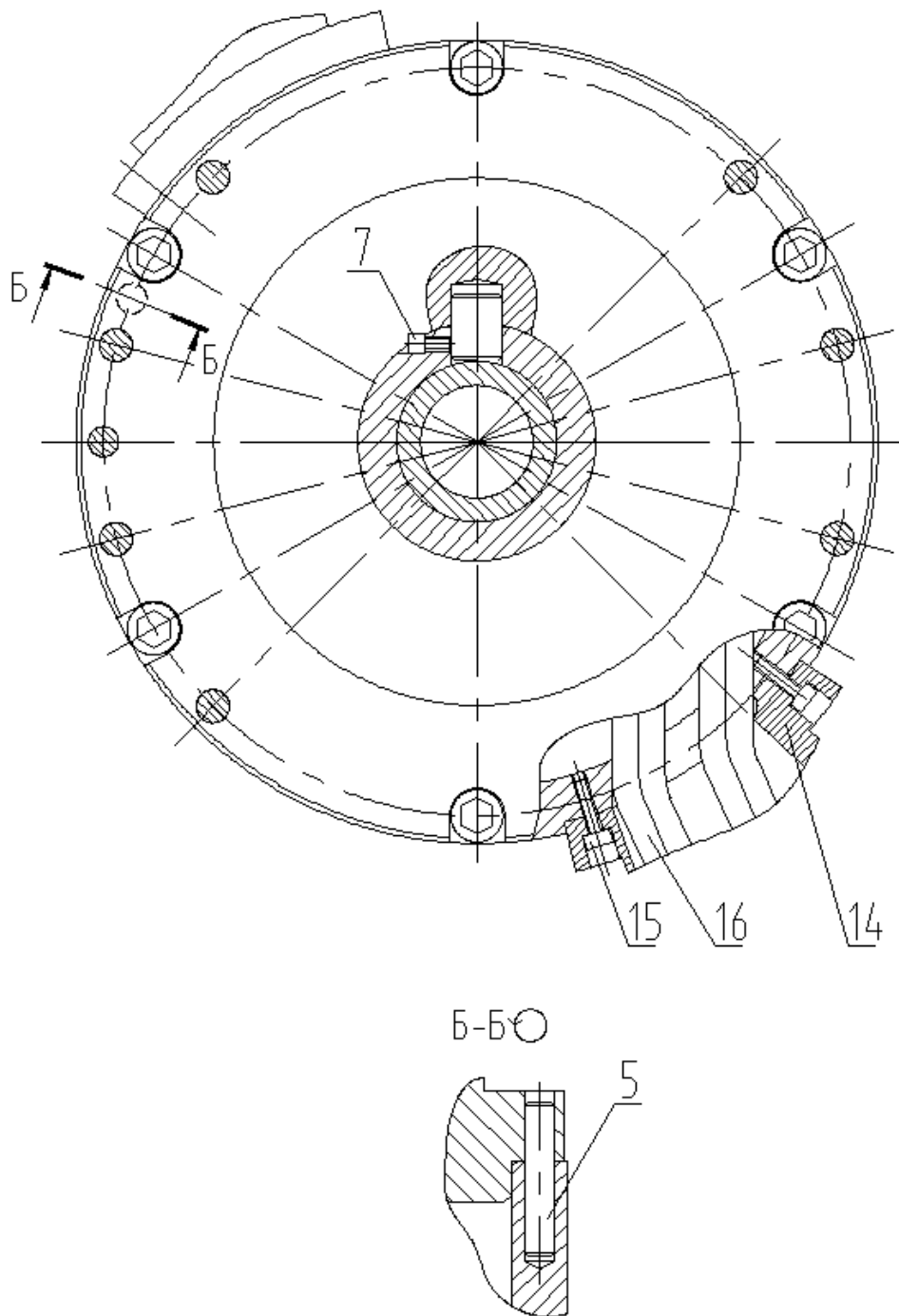


Рисунок 1.1 (продолжение)

Корпус 1 (рисунок 1.1) устанавливается на фланце 2. С левого торца в отверстие корпуса 1 с упором в торец установлен корпус 3, который крепится с помощью винтов 4 и штифта 5.

Фланец 2 на корпусе 1 центрируется с помощью штифта 6, который фиксируется винтом 7. Крепится фланец 2 с помощью винтов 8, проходящих через отверстия корпуса 1 в резьбовые отверстия корпуса 3.

С правого торца к корпусу 1 крепится хвостовик 9, установленный по резьбе с упором в торец.

С левого конца в центральном отверстии корпуса 1 с упором в торец установлен вал 10 на штифтах 11.

С правого конца в центральном отверстии корпуса 1 с упором в торец установлен вал 12.

По наружной поверхности корпуса 1 устанавливается втулка 13.

В пазах наружной поверхности установлены два сектора 14, которые крепятся винтами 15. Через отверстия корпуса 1 и секторов 14 проходят трубопроводы 16, служащие для подвода масла.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал корпуса патрона: сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Проанализируем химический состав и механические свойства рассматриваемой стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71, результаты записываем в таблицы 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Химический элемент	Обозначение	Процент
Углерод	C	0,35-0,42
Сера	S	0,025, не более
Фосфор	P	0,025, не более
Медь	Cu	0,30, не более
Никель	Ni	0,30, не более
Марганец	Mn	0,30-0,60
Молибден	Mo	0,15-0,60
Алюминий	Al	0,7-1,1
Хром	Cr	1,35-1,65
Кремний	Si	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Показатель	Обозначение	Единица изменения	Значение
Твердость по Бринеллю	НВ	-	235
Относительное удлинение при разрыве	δ_5	%	13
Относительное сужение	ψ	%	40
Ударная вязкость	КСУ	Дж/см ²	49
Кратковременный предел прочности	σ_b	МПа	735
Предел текучести, определяемый при остаточной деформации	σ_T	МПа	590

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Классификация поверхностей призвана систематизировать требования к поверхностям детали.

Для этого пронумеруем все поверхности детали рисунок 1.2.

Поверхности детали имеют следующее служебное назначение:

- исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали – поверхности 1,21,4,7,11,15;
- основные конструкторские базы, поверхности ориентирующие данную деталь в узле – поверхности 4,7;
- вспомогательные конструкторские базы определяют положение других деталей присоединяемых к рассматриваемым - поверхности 1,21,2,24,25,19,30, 11,13,15,17,33,27,28,37,38,39,40,41,21,34,36;
- свободные поверхности – остальные.

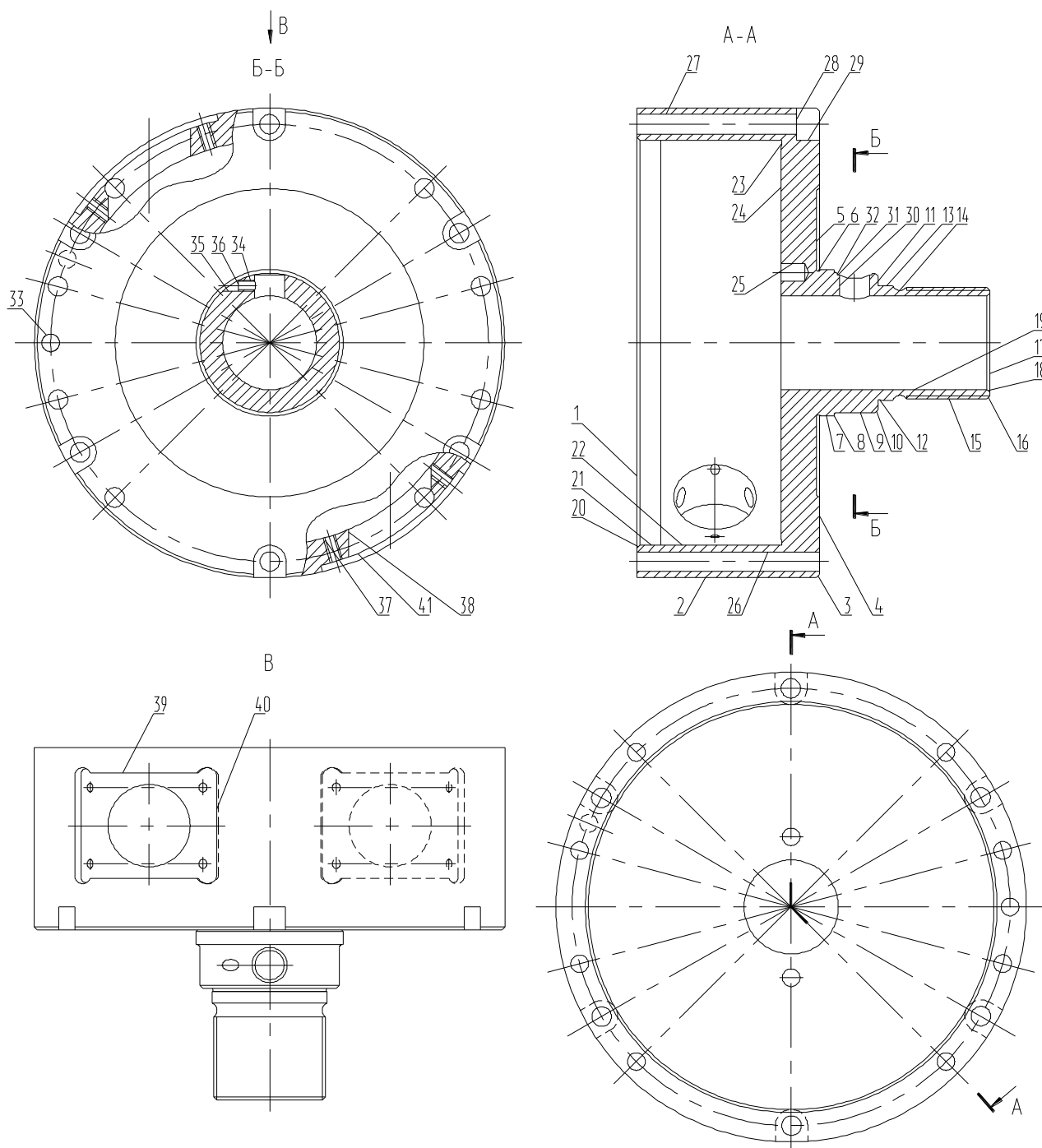


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Анализ количественных показателей технологичности

1.2.1.1 Коэффициент, анализирующий унификацию поверхностей

$$K_{\text{ун.}} = n_{\text{ун.}} / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где $n_{ун.}$ - сумма поверхностей, которые унифицированы;

Σn - число всех поверхностей детали.

$K_{ун.} = 1$, технологичность выполнена.

1.2.1.2 Коэффициент, анализирующий шероховатости поверхностей

$$K_{шр.} = \frac{1}{B_{ср.}}, \quad (1.2)$$

где $B_{ср.}$ - усредненное значение шероховатости, которое определяется по формуле:

$$B_{ср.} = \frac{B_{ni}}{\Sigma n_i}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – число конкретной шероховатости;

Σn_i – число поверхностей с конкретной шероховатостью.

$$B_{ср.} = (1 \cdot 0,4 + 11 \cdot 0,8 + 29 \cdot 6,3) / 41 = 4,54 \text{ мкм}$$

$$K_{шр.} = 1 / 4,54 = 0,22$$

$K_{шр.} < 0,32$, технологичность выполнена.

1.2.1.3 Коэффициент, анализирующий точность

$$K_{тч.} = 1 - \frac{1}{A_{ср.}}, \quad (1.4)$$

где $A_{ср.}$ - усредненная точность выполнения детали, она определяется по формуле:

$$A_{ср.} = \frac{A_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – конкретный квалитет точности;

Σn_i – число поверхностей с конкретной точностью.

$$A_{ср.} = (1 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 9 \cdot 7 + 5 \cdot 10 + 24 \cdot 14) / 41 = 11,36$$

$$K_{тч.} = 1 - 1 / 11,36 = 0,91$$

$K_{Тч} > 0,85$, технологичность выполнена.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

Исходя из конструкции рассматриваемой детали и ее материала, в качестве заготовки возможно применение нескольких вариантов:

- методом горячей объемной штамповки;
- из круглого проката нормальной точности.

Выбор производится далее на основании экономического расчета. Конфигурация наружного контура детали не вызывает трудностей при получении заготовки.

Чертеж детали выполнен по всем стандартам, все данные для ее изготовления есть.

На чертеже детали «Корпус патрона» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация.

Деталь может быть обработана по типовому техпроцессу. Все поверхности имеют удобный доступ для обработки.

Параметры точности и шероховатости детали нормально обеспечиваются на обычном оборудовании и соответствуют назначению детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Анализируя эти данные, делаем вывод, что конструкция детали является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса (ТП), устранение этих недостатков будет содействовать достижению основных целей данной работы.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим базовый техпроцесс, выполним его анализ для выявления основных его недостатков.

Основные характеристики заводского техпроцесса приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологическая характеристика заводского техпроцесса

№оп Наименование оп.	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)
000 Заготовительная			
005 Токарная черновая	16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло спиральное Р6М5 Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Резец расточной Т5К10
010 Токарная чистовая	16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец расточной Т15К6 Резец канав. Т15К6
015 Круглошлифовальная	3М151	Патрон цанговый	Шлиф-круг
020 Внутришлифовальная	3К227В	Патрон цанговый	Шлиф-круг
025 Координатно-расточная	ИС500ПМ1Ф4	Тиски машин.	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 Цековка Р6М5
030 Сверлильная	2Р135Ф2-1	Тиски машин.	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5
035 Сверлильная	2Р135Ф2-1	Тиски машин.	Сверло центров. Р6М5 Сверло спирал. Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 Цековка Р6М5
040 Фрезерная	ИС500ПМ1Ф4	Приспособление специальное	Фреза концевая Р6М5 Сверло спиральное Р6М5
045 Слесарная			Шлиф-шкурка, напильник Метчик машин. Р6М5
050 Термическая (азотирование, закалка)			
055 Круглошлифовальная чистая	3М151	Патрон цанговый	Шлиф-круг
060 Резьбошлифовальная	5К822В	Патрон цанговый	Шлиф-круг
065 Внутришлифовальная чистая	3К227В	Патрон цанговый	Шлиф-круг
070 Координатно- шлифовальная	3В282	Приспособление специальное	Шлиф-круг
075 Контрольная			

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Опишем основными недостатками базового техпроцесса:

- оборудование выбрано не оптимально - универсальные станки с низкой производительностью типа 16К20 или дорогие станки типа ;
- так как заготовка – пруток, то большое время тратится на ее обработку на токарной черновой операции ИС500ПМ1Ф4;
- сама последовательность операций выбрана не оптимальна, она соответствует единичному типу производства.
- неоптимальная последовательность операций – несколько фрезерных, сверлильных и координатно-расточных операций;
- координатно-шлифовальная операция выполняется за два установка с большим штучным временем;
- резьба нарезается вручную на слесарной операции;
- большая себестоимость нарезки резьбы резьбошлифованием;
- на слесарной операции удаляются заусенцы вручную, что приводит к большому штучному времени;
- низкопроизводительный универсальный инструмент;
- применяемая технологическая оснастка преимущественно с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время на установку и закрепление заготовки.
- применяемые контрольно-измерительные средства не оптимальны, что увеличивает вспомогательное время на приемы контроля.

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Опишем задачи бакалаврской работы и пути совершенствования технологического процесса:

- использовать оптимальные высокопроизводительные станки - с ЧПУ, полуавтоматы.
- выбрать оптимальный метод получения заготовки, припуски на обработку рассчитать аналитическим методом;

- спроектировать более оптимальный техпроцесс исходя из условий выбранного типа производства;
- для обработки отверстий, резьб и пазов применить многоцелевой горизонтальный станок 2627ПМФ4 с точностью позиционирования 0,001 мм и инструментальным магазином на 50 инструментов, что позволит обработать все отверстия детали с обоих концов за две операции. Резьбу в отверстиях нарезать на этой операции;
- изменить метод получения резьбы- вместо резьбошлифования применяем резьбонарезание резцом с пластиной фирмы Sandvik Coromant;
- координатно-шлифовальную операцию выполнить за один установ с установкой приспособления на наклонно-поворотном столе современного станка с ЧПУ. Установка в приспособлении осуществляется по центральному отверстию 19 и на съемный палец по отверстию 30;
- для удаления заусенцев применим электрохимический метод на станке 4407, что позволит уменьшить штучное время на слесарную операцию;
- подобрать наиболее оптимальный высокопроизводительный режущий инструмент;
- применить специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку;
- применить высокопроизводительные контрольные приспособления, исходя из выбранного типа производства;
- спроектировать мембранный патрон на внутришлифовальную операцию;
- спроектировать контрольное приспособление для контроля биения;
- выполнить анализ техпроцесса принимая во внимание безопасность и экологичность, уменьшить воздействие опасных и вредных факторов;
- выполнить экономический расчет эффективности применяемых технологических операций.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

В зависимости от типа производства существуют разные подходы к дальнейшей разработке техпроцесса.

Согласно рекомендаций [9] исходя из массы детали 3,8 кг, принимая во внимание годовую программу выпуска $N_r = 5000$ шт./год, при этом тип производства принимаем как среднесерийный.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

2.2.1 Выбор вариантов проектирования исходной заготовки

Заготовкой для детали «корпус патрона», учитывая ее конфигурацию и физико-технологические свойства стали может служить поковка (штамповка) или прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штампованной заготовки $M_{шт.}$, кг, приблизительно равна:

$$M_{шт.} = M_{дет.} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{дет.}$ – масса готовой детали, кг;

K_p – коэффициент формы детали, устанавливается по [11, с. 23], $K_p = 1.7$.

$$M_{шт.} = 3.8 \cdot 1.7 = 6.46 \text{ кг}$$

Параметры заготовки будем принимать по ГОСТ 7505-89 [8]:

Оборудование для штамповки - КГШП, нагревать заготовку будем с помощью индукционных нагревателей, принимаем класс точности заготовки ТЗ [8, с.28], принимаем группу стали как М2 [8, с.8], принимаем степень сложности заготовки как С3 [8, с. 29].

Массу заготовки из проката $M_{пр.}$ будем определять согласно формуле:

$$M_{\text{пр.}} = V_{\text{пр.}} \cdot \rho, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{пр.}}$ – объем данного проката, мм^3 ;

ρ - плотность материала заготовки из проката, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Так как форма заготовки, принимаемая для изготовления из сортового проката для детали типа тела вращения - цилиндр, у него диаметр $d_{\text{пр.}}$, мм и его длина $l_{\text{пр.}}$, мм будет равна:

$$d_{\text{пр.}} = d_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.3)$$

$$l_{\text{пр.}} = l_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.4)$$

где $d_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – диаметр детали, мм;

$l_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – длина детали, мм.

$$d_{\text{пр.}} = 160 \cdot 1,05 = 168,0 \text{ мм}$$

$$l_{\text{пр.}} = 120 \cdot 1,05 = 126,0 \text{ мм}$$

По этим данным по ГОСТ стандарт. значение будет равно: $d_{\text{пр.}} = 170 \text{ мм}$.

$$l_{\text{пр.}} = 126 \text{ мм}.$$

Произведем определение объема элементов заготовок V , мм^3 формы цилиндра как:

$$V_{\text{ц.}} = \pi \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot l_{\text{пр.}} / 4 \quad (2.5)$$

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 170^2 \cdot 126 / 4 = 2858499 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{пр.}} = 2858499 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 22,44 \text{ кг}$$

В результате произведем выбор размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006, точность – обычная В1:

$$\text{Круг} \frac{170 \text{ В1 ГОСТ } 2590 - 2006}{38\text{X}2\text{МЮА ГОСТ } 4543 - 71}$$

2.2.2 Техничко-экономический расчет выбора варианта заготовки

Цену детали, полученной из заготовки будем определять согласно формуле

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{заг.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – базовая цена принятого варианта заготовки, руб.;

$C_{\text{мо.}}$ – цена последующей мех обработки, руб.;

$C_{\text{отх.}}$ – цена отходов при мех обработки, руб.

2.2.2.1 Расчет варианта горячей штамповки

Цену штампованной заготовки будем определять по формуле:

$$C_{\text{заг.штамп}} = C_{\text{баз.}} \cdot M_{\text{шт.}} \cdot K_{\text{т.}} \cdot K_{\text{сл.}} \cdot K_{\text{в.}} \cdot K_{\text{м.}} \cdot K_{\text{п.}}, \quad (2.7)$$

где $C_{\text{баз.}}$ – цена 1 т штампа заготовок, принятая за базу, руб./кг, $C_{\text{б.}} = 11,2$ руб./кг [11, с. 23];

$M_{\text{шт.}}$ – предварительно рассчитанная масса штамповки, кг;

$K_{\text{т.}}$ – данный коэффициент определяется от класса точности штамповки,

$K_{\text{т.}} = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{\text{сл.}}$ – данный коэффициент определяется от степени сложности штамповки,

$K_{\text{сл.}} = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$ – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки, $K_{\text{в.}} = 0.9$ [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$ – данный коэффициент зависит от металла заготовки $K_{\text{м.}} = 1.98$

[11, с. 24];

$K_{\text{п.}}$ – данный коэффициент определяет выбранный среднесерийный тип производства, $K_{\text{п.}} = 1.0$ [11, с. 24].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 6.46 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 1.98 \cdot 1.0 = 128.93 \text{ руб.}$$

Произведем определение цены мех обработки штампованной заготовки $C_{\text{м.о.}}$, руб., по формуле:

$$C_{\text{м.о.}} = (M_{\text{шт.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}}, \quad (2.8)$$

где $C_{\text{уд.}}$ – удельная стоимость съема 1 кг материала, руб./кг.

Удельная стоимость мех обработки резанием $C_{\text{уд.}}$, руб. равна:

$$C_{уд.} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где C_c – общие финансовые траты, руб./кг, $C_c = 14,8$ руб./кг [11, с. 25];

C_k – финансовые траты, руб./кг, $C_k = 32,5$ руб./кг

E_n – показатель норм эффективности ($E = 0,1 \dots 0,2$). Принимает $E_n = 0,16$.

$$C_{мо.} = (6.46 - 3.8) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 53.20 \text{ руб.}$$

Цену отходов $C_{отх.}$, руб., будем определять как

$$C_{отх.} = (M_{шт.} - M_{дет.}) \cdot C_{отх.}, \quad (2.10)$$

где $C_{отх.}$ – продажная возвратная цена отходов, руб./кг.

Принимаем эту цену $C_{отх.} = 0.4$ руб./кг [11, с. 25]

$$C_{отх.} = (6.46 - 3.8) \cdot 0.4 = 1.06 \text{ руб.}$$

$$C_{дет.} = 128.93 + 53.20 - 1.06 = 181.07 \text{ руб.}$$

2.2.2.2 Расчет варианта заготовки, полученной из проката

Цену заготовки, которая получается из сортового проката, будем определять по формуле [11, с. 26]

$$C_{пр.} = C_{м.пр.} \cdot M_{пр.} + C_{отрз.}, \quad (2.11)$$

где $C_{м.пр.}$ – стоимость металла 1 кг проката в руб./кг; $C_{м.пр.} = 14$ руб./кг

$C_{отрз.}$ – стоимость реза проката на мерные заготовки, руб.

$$C_{отрз.} = \frac{C_{пз.} \cdot T_{шт.}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{пз.}$ – затраты для отрезного станка, руб./ч; $C_{пз.} = 30,2$ руб./ч [11, с. 26];

Выполним расчет $T_{штуч.}$, мин:

$$T_{штуч.} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.13)$$

где T_o – время обработки основное (машинное), мин;

φ_k – параметр, учитывающий вид оборудования, принимается $\varphi_k = 1,5$.

Основное машинное время для отрезных станков T_o , мин:

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр.}}$ – размер прутка, мм.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 170^2 \cdot 10^{-3} = 5.49 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 5.49 \cdot 1,5 = 8.24 \text{ мин}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 8.24 / 60 = 4.15 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 16 \cdot 22.44 + 4.15 = 363.17 \text{ руб.}$$

Цена мех обработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (22.44 - 3.80) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 372.78 \text{ руб.}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (22.44 - 3.80) \cdot 0.40 = 7.46 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 363.17 + 372.78 - 7.46 = 728.50 \text{ руб.}$$

2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

Произведем расчет параметра коэффициента использования металла $K_{\text{и.м.}}$, который будет равен [11, с. 28]:

$$K_{\text{и.м.}} = M_{\text{дет.}} / M_{\text{зав.}} \quad (2.15)$$

Тогда при заготовке штамповки: $K_{\text{и.м.}} = 3.80 / 6.46 = 0.59$

При заготовке из проката: $K_{\text{и.м.}} = 3.80 / 22.44 = 0.17$

Сравнив себестоимости заготовок и $K_{\text{и.м.}}$, делаем вывод о том, что оптимальный вариант получения заготовки – штамповка.

Экономический эффект, $\mathcal{E}_{\text{год.}}$ руб., приведенный к годовой программе выпуска, будет равен:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (C_{\text{д.про}} - C_{\text{д.што}}) \cdot N_{\text{год.}} \quad (2.16)$$

где $N_{\text{год}} = 5000$ шт./год - программа производства детали в год.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (728.50 - 181.07) \cdot 5000 = 2737173 \text{ руб.}$$

2.2.4 Проектирование и расчет исходной заготовки

Выполненные расчеты позволяют спроектировать заготовку.

Проектирование выполнено в соответствии с ГОСТ 7505-89.

Принимаем оборудование для штамповки: КГШП, принимаем индукционный способ нагрев заготовки.

Принимаем класс точности заготовки – Т3, группа стали – М2, степень сложности – С3, конфигурация плоскости разъема штампа - П (плоская), исходный индекс 13.

Допуски заготовки принимаем по [8, с. 17].

Примем штамповочный уклон на поверхностях заготовки - не более 5°

Радиусы закругления наружных углов – 3,6 мм, величина остаточного облоя – 0,9 мм, смещение плоскости разъема штампов – 0,7 мм, заусенец по контуру – 3,0 мм, шероховатость – Ra 40 мкм

Эскиз штампованной заготовки приводим на рисунке 2.1

При расчете объема цилиндрические элементы штамповки будем определять по формуле (2.5).

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (165^2 \cdot 67 + 51,9^2 \cdot 20 + 42,4^2 \cdot 38 - 27^2 \cdot 30 \cdot 2 - 133^2 \cdot 49) = 813072 \text{ мм}^3 .$$

Произведем определение массы штампованной заготовки $M_{\text{зш.}}$, кг по формуле (2.2)

$$M_{\text{зш.}} = V \cdot \gamma = 3342607 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 6,4 \text{ кг}$$

При этом уточняем коэффициент использования материала на рассчитанную заготовку согласно (2.15)

$$\text{КИМ} = M_{\text{д}} / M_{\text{зш.}} = 3,8/6,4 = 0,60$$

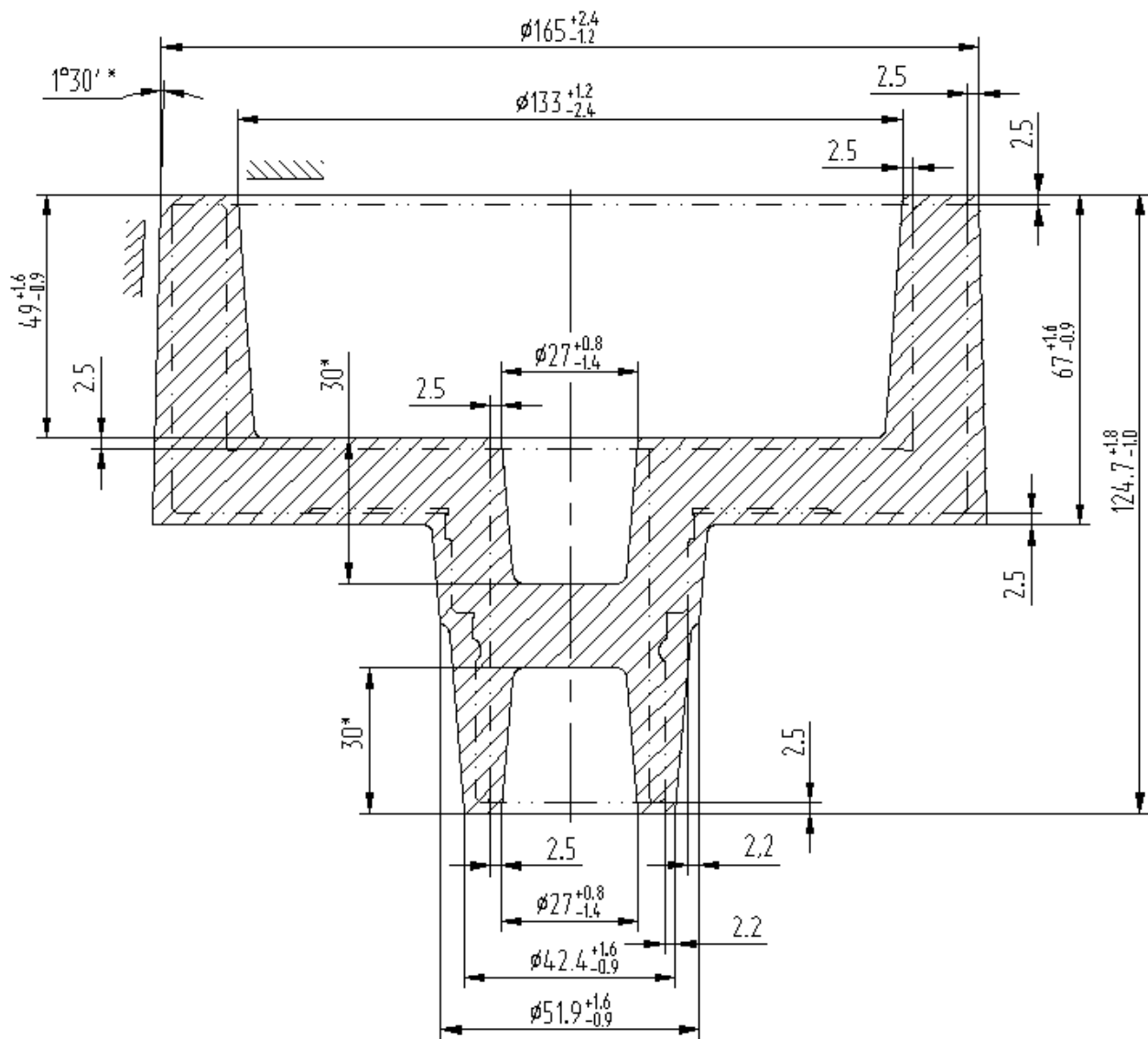


Рисунок 2.1 – Эскиз штамповки

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

Произведем выбор поверхностей для установки заготовки в процессе ее обработки.

Данные выбора приводим в таблице 2.2

Условные обозначения баз приведены в плане обработки.

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Анализируя конструкцию детали, ее точность и шероховатость, произведем определение маршрута обработки ее поверхностей.

Произведем определение способа и вида технологической обработки по каждой из поверхностей детали согласно источникам [5] и [11, с. 32-34].

Произведем назначение промежуточные способов обработки - технологических переходов. Произведем определение показателя трудоемкости на основании [8, с. 32-34].

По результатам выбора маршрутов обработки заполним таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Поверхности обработки	Обработка	IT	Ra
3,5,6,8,9,10,12,14,16	Порядок: Т, Тч, ТО	14	6,3
15	Порядок: Т, Тч, Рз, ТО	10	6,3
7	Порядок: Т, Тч, Ш, ТО, Шч	5	0,8
2,13	Порядок: Т, Тч, Ш, ТО, Шч	6	0,8
1,4,11,17	Порядок: Т, Тч, Ш, ТО, Шч	7	0,8
20,22,23,18	Порядок: Р, Рч, ТО	14	3,2
19	Порядок: Р, Рч, Ш, ТО, Шч	7	0,4
24,21	Порядок: Р, Рч, Ш, ТО, Шч	7	0,8
26,33,27,35,36,31,32	Порядок: С, ТО	14	6,3
38	Порядок: С, ТО	12	6,3
37,34	Порядок: С, Рез, ТО	14	6,3
28,29	Порядок: Ф, ТО	14	6,3
39,40,41	Порядок: Ф, ТО	12	6,3
25,30	Порядок: С, З, Раз, ТО, Шч	7	0,8
Т- обтачивание черновое, Р- растачивание черновое, С- сверление, Раз- развертывание, Рз- резбонарезание, Шч- шлифование чистовое, Тч- обтачивание чистовое, Рч- растачивание чистовое, З- зенкерование, Ф- фрезерование, Ш- шлифование черновое, ТО- термообработка			

Данные методы обработки поверхностей корпуса патрона обеспечивает выполнение требований чертежа детали по точности и качеству поверхностей.

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута изготовления детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки детали.

Операция	Базы	Поверхности обработки	IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	-	-		
005 Токарная (черновая)	1,2	4,5,7,8,9,11,13,14,15, 17,19	13 13	12,5 12,5
010 Токарная (черновая)	4,7	1,2,21,22,24	13	12,5
015 Токарная (чистовая)	1,2	3-14,16-19 15	10 7H	6,3 3,2
020 Токарная (чистовая)	4,7	1,2,20-24	10	6,3
025 Круглошлифовальная (черновая)	1,2	4,11,13 7	8 7	1,6 1,6
030 Круглошлифовальная (черновая)	4,7	27	8	1,6
035 Внутришлифовальная (черновая)	1,2	19 17	8 8	1,25 1,6
040 Внутришлифовальная (черновая)	4,7	1,21,24	8	1,6
045 Координатно-расточная	1,2	27,28,29,26,33,35,36 34 30	13 11 8	6,3 6,3 1,6
050 Координатно-расточная		38,37 39,40,41 25	11 10 8	6,3 6,3 1,6
055 Слесарная				
060 Моечная				

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
065 Контрольная				
070 Термическая				
075 Круглошлифовальная (чистовая)	1,2	7 13 4,11	5 6 7	0,8 0,8 0,8
080 Круглошлифовальная (чистовая)	4,7	2	6	0,8
085 Внутршлифовальная (чистовая)	1,2	19 17	7 7	0,4 0,8
090 Внутршлифовальная (чистовая)	4,7	1,21,24	7	0,8
095 Координатно- шлифовальная	19,30	25,30	7	0,8
100 Моечная				
105 Контрольная				

2.3.4 План обработки детали

На основании предыдущих расчетов произведем разработку плана обработки детали, где указывается основная информация, полученная в результате расчетов: перечень операций, эскиз обработки, промежуточные допуски размеров на обработку по операциям.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

2.4.1 Выбор оборудования и приспособлений

Данные по выбору оборудования и приспособления сведены в таблицу 2.3

Таблица 2.3 - Выбор приспособлений

Номер и наименование операции	Оборудование	Приспособление
1	2	3
005, 010 Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80
015, 020 Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80
025 Круглошлифовальная (черновая)	Торцекруглошлифовальный врезной полуавтомат 3Т153F1	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
030 Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а SHU-321	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
035, 040 Внутришлифовальная (черновая)	Универсальный внутришлифовальный п/а 3М227ВФ2S	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
045, 050 Координатно-расточная	Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4	Приспособление специальное ОСТ 3-3865-79
055 Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407	
060, 100 Моечная	Моечная машина Simplex BIG 1200	
075 Круглошлифовальная (чистовая)	Торцекруглошлифовальный врезной полуавтомат 3Т153F1	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
080 Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а SHU-321	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
085, 090 Внутришлифовальная (чистовая)	Универсальный внутришлифовальный п/а 3М227ВФ2S	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
095 Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ КШ-320	Приспособление специальное ОСТ 3-3865-79

2.4.3 Выбор режущего инструмента

Результаты выбора инструмента представлены в таблице 2.4

2.6.4 Выбор контрольно-измерительных средств

Результаты выбора средств контроля представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор режущего инструмента и средств контроля

Номер и наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3
005, 010 Токарная (черновая)	Резец-вставка проходной. Пластина 3х гранная, Т5К10. $\varphi=107^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец-вставка расточной. Пластина ромбическая, Т5К10 $\varphi=107^\circ$ h=16 b=16 L=80 ОСТ 2И.101-83 Сверло спиральное \varnothing 29 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон
015, 020 Токарная (чистовая)	Резец-вставка проходной. Пластина 3х гранная, Т15К6 $\varphi=93^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец-вставка расточной. Пластина ромбическая, Т15К6 $\varphi=110^\circ$ h=16 b=16 L=80 ОСТ 2И.101-83 Резец-вставка резьбовой. Пластина Sandvik Coromant R166.0G-22ММ01, материал - сплав GC4125 $\varphi=60^\circ$, h=25 b=25 L=125	Калибр-скоба Шаблон Калибр-пробка Кольцо резьбовое
025 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф-круг 3 500x35x203, 3 500x15x203 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон Калибр-скоба Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
030 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф-круг 1 450x30x205 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
035, 040 Внутришлифовальная (черновая)	Шлиф-круг 5 25x30x8, 5 100x20x20 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлиф-круг 6 30x25x12 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон Калибр-пробка Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
045, 050 Координатно-расточная	Сверло центровочное \varnothing 3,15 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5 Сверла спиральные \varnothing 2,5, \varnothing 5,4, \varnothing 6, \varnothing 6,6, \varnothing 28, \varnothing 11 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5 Сверла спиральные комбинированное \varnothing 2,5/4 Р6М5К5 Зенкеры цельные \varnothing 11,8, \varnothing 5,84 ГОСТ 12489-71 Р6М5К5	Шаблон Калибр-пробка Пробка резьбовая 2

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
	Развертки машинные цельные $\varnothing 11,92, \varnothing 5,94$ ГОСТ 1672-80 P6M5K5 Фрезы концевые $\varnothing 6, \varnothing 11$ ГОСТ 17025-71 P6M5K5 Фрезы дисковые $\varnothing 40$ ГОСТ 16127-79 P6M5K5 Метчики машинные M3, P6M5K5 ГОСТ 3266-81	
075 Круглошлифовальная (чистовая)	Шлиф-круг 3 500x35x203, 3 500x15x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон Калибр-скоба Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
080 Круглошлифовальная (чистовая)	Шлиф-круг 1 450x30x205 91A 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
085, 090 Внутришлифовальная (чистовая)	Шлиф-круг 5 25x30x8 91A F100 O 6 V A 35 м/с 2 кл. Шлиф-круг 5 100x20x20 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлиф-круг 6 30x25x12 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон Калибр-пробка Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
095 Координатно-шлифовальная	Головка шлифовальная AW 4x6 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон Калибр-пробка Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Выполним расчетно-аналитический расчет на одну из поверхностей - поверхность $\varnothing 22f7(^{-0.020}_{-0.041})$

Последовательность обработки данной поверхности:

1 заготовительный переход - штамповка

- 2 переход точения черного, установка в патроне кулачковом
 3 переход точения чистового, установка в патроне кулачковом
 4 переход шлифования предварительного, установка в патроне мембранном
 5 переход шлифования окончательного, установка в патроне мембранном
 Расчет выполним по методике, представленной в [5, с. 65] и [9, с. 67]

По таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69] назначим для переходов исходные данные - величину микронеровностей – Rz,мм, глубину дефектного слоя - h,мм.

Таблица 2.5- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Тех.переход	Элементы припуска, мм				2Z min	Допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
	Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{ср} ⁱ⁻¹			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1 Заготовительный переход	0.160	0.200	1.094	-	-	3.2 T3	166.857	163.657	-	-
2 Переход черного точения	0.025	0.025	0.066	0.420	3.064	0.630 I3	161.223	160.593	5.634	3.064
3 Переход чистового точения	0.010	0.020	0.044	0.100	0.340	0.160 h10	160.413	160.253	0.810	0.340
4 Переход предварительного шлифования	0.005	0.015	0.022	0.040	0.179	0.063 h8	160.137	160.074	0.276	0.179
5 Переход окончательного шлифования	0.002	0.005	0.011	0.020	0.099	0.025 h6	160.000	159.975	0.137	0.099

Суммарные отклонения расположения ρ_о, мм заготовки штамповки типа "втулка" определяется по формуле

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{CM}^2 + \rho_{КОР}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.17)$$

где ρ_{ом} = 0.7 мм – погрешность смещения разъема штампов

Погрешность коробления ρ_{кор}, мм, определяется по формуле

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 0.001 \cdot 62 = 0.062 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где L- расстояние от торца заготовки до сечения, в котором определяется погрешность коробления, мм;

Δ_k – величина удельного коробления, мкм/мм.

Погрешность центровки $\rho_{ц}$, мкм, для установки заготовки определяется в зависимости от точности заготовки по формуле:

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где δ_3 – допуск установочных поверхностей, $\delta_3 = 3.2$ мм

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{3.2^2 + 1} = 0.838 \text{ мм}$$

Суммарное отклонение расположения

$$\rho_o = \sqrt{0,7^2 + 0,062^2 + 0,838^2} = 1.094 \text{ мм}$$

Теперь определим погрешность установки заготовки $\varepsilon_{уст}$, мм:

2 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,42$ мм, 3 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,1$ мм, 4 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,04$ мм, 5 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,02$ мм.

Отклонения $\rho_{ост}$, мм, для последующих операций равны:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.20)$$

где K_y - коэффициент, уточняющий переход обработки. $K_{y2} = 0,06$, $K_{y3} = 0,04$, $K_{y4} = 0,02$, $K_{y5} = 0,01$

Аналогично определяется погрешность установки.

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

Минимальный припуск $2Z_{min}$, мм равен:

$$2Z_{min} = 2(Rz+h+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.21)$$

Выполним расчеты, результаты приводим в таблице 2.6

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям определяется по формулам

$$d_{min}^{i-1} = d_{min}^i + 2Z_{min} \quad (2.22)$$

$$d_{max}^i = d_{min}^i + Td^i \quad (2.23)$$

Максимальные припуски $2Z_{\max}$, мм, будут равны:

$$2Z_{\max} = d_{\max}^{i-1} - d_{\max}^i \quad (2.24)$$

Минимальные припуски $2Z_{\min}$, мм, будут равны:

$$2Z_{\min} = d_{\min}^{i-1} - d_{\min}^i \quad (2.25)$$

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.5

По результатам расчетов строим схему, на которой указываем расположение припусков, допусков, операционных размеров. Данные представлены на рисунке 2.2.

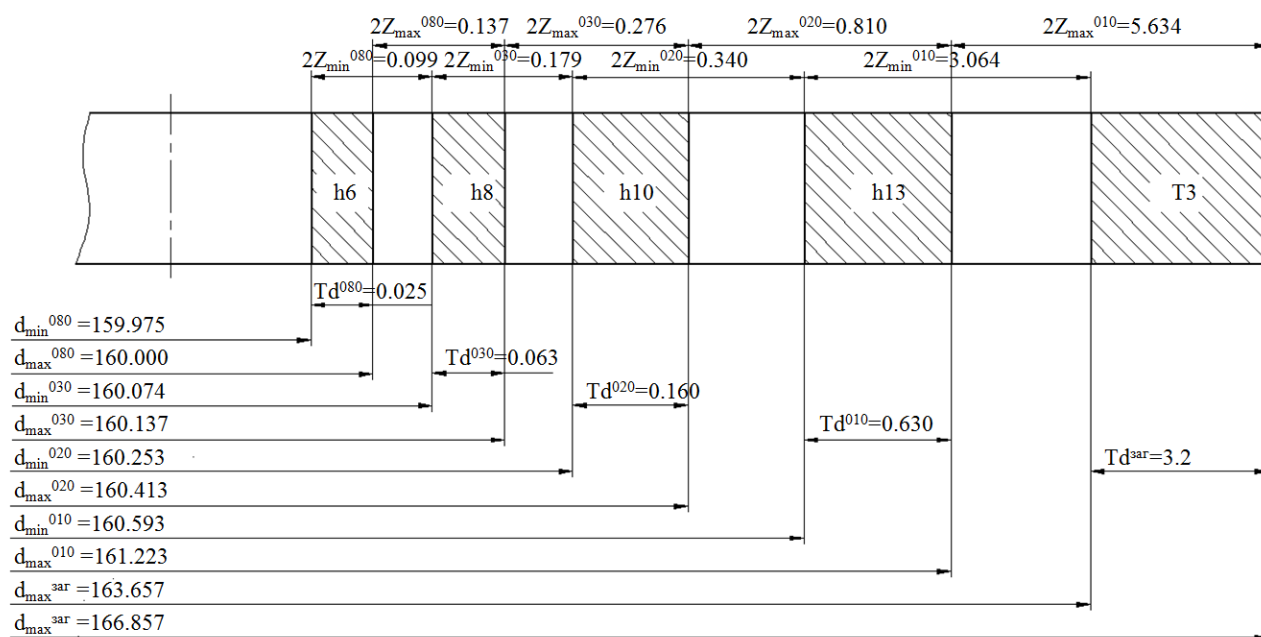


Рисунок 2.2 – Схема припусков

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Выполним расчет и определение промежуточных припусков на промежуточную обработку всех поверхностей детали табличным методом по источнику [14, с. 191]. Сведем результаты в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Припуски на обработку поверхностей корпуса патрона

Номер, наименование операции, номера обрабатываемых поверхностей	Припуск на сторону, мм
1	2
005 Токарная (черновая). - 4,5,7,8,9,11,13,14,15,17,19	3max
010 Токарная (черновая) - 1,2,21,22,24	3max
015 Токарная (чистовая) - 3-14,16-19	0,45
020 Токарная (чистовая) - 1,2,20-24	0,45
025 Круглошлифовальная (черновая) - 4,11,13,7	0,17
030 Круглошлифовальная (черновая) - 27	0,17
035 Внутришлифовальная (черновая) - 19,17	0,17
040 Внутришлифовальная (черновая) - 1,21,24	0,17
075 Круглошлифовальная (чистовая) - 7,13,4,11	0,08
080 Круглошлифовальная (чистовая) обр. - 2	0,08
085 Внутришлифовальная (чистовая) обр. - 19,17	0,08
090 Внутришлифовальная (чистовая) обр. - 1,21,24	0,17
095 Координатно-шлифовальная - 25	0,03
30	0,04

2.5.2 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на 020 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.5.2.1 Содержание операции

020 Токарная

Переход1: Чистовое точение поверхностей с выдержкой размеров $\varnothing 160,5_{-0,16}^{+0,06}$; $62,5 \pm 0,06$

Переход2: Чистовое растачивание отверстий с выдержкой размеров $\varnothing 137,5_{-0,16}^{+0,16}$; $\varnothing 138_{-0,16}^{+0,16}$; 30° ; 1,25; 0,45; 2; R0.5

2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

Пер.1: Резец-вставка контурный. h=25 b=25 L=125. Пластина ромбическая, T15K6 $\varphi=93^\circ$

Пер.2: Резец-вставка расточной. $h=16$ $b=16$ $L=80$. Пластина ромбическая, T15K6 $\phi=110^\circ$

2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34

2.5.2.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

$$t = 0,45 \text{ мм.}$$

Подача на оборот заготовки S , мм/об:

$$S = 0,25 \text{ мм/об [15, с.268].}$$

Произведем определение расчётной скорости резания V , м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.26)$$

где C_U – параметр зависимости от условий точения; $C_U = 420$ [15, с.270];

T – норматив времени работы инструментального материала между перетачиванием, мин; $T = 60$ мин;

t – припуск на обработку, мм;

m, x, y - показатели степеней зависимостей: $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.2$, [15, с.270];

K_U – параметр фактической обработки [15, с.282], определяется по формуле;

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.27)$$

где K_{MU} - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15, с.261], определяем по формуле (2.29);

$K_{ПУ}$ - коэффициент, который определяется в зависимости от состояние поверхностей обрабатываемой заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [15, с.263];

$K_{ИУ}$ - коэффициент, который определяется в зависимости от инструментального материала; $K_{ИУ} = 1,0$ [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.28)$$

где K_{Γ} - показатель характеристики материала по его обрабатываемости; $K_{\Gamma} = 1.0$ [15,с.262];

σ_B – значение предела прочности у стали;

n_U – коэффициент, $n_U = 1.0$ [15,с.262].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{735}\right)^{1.0} = 1,02.$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,02 = 1,02.$$

$$V_T = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,45^{0.15} \cdot 0,25^{0.2}} \cdot 1,02 = 281,0 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\text{раст}} = V_T \cdot 0,9 = 281 \cdot 0,9 = 252,9 \text{ м/мин.}$$

Произведем определение частоты вращения шпинделя станка, n , мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.29)$$

где V - рассчитанная скорость резания, м/мин

$$\text{Ø}160,5: n_1 = \frac{1000 \cdot 281}{3,14 \cdot 160,5} = 557 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Ø}138: n_1 = \frac{1000 \cdot 252,9}{3,14 \cdot 138} = 583 \text{ мин}^{-1}$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка.

По паспорту станка принимаем:

$$n_1 = 560 \text{ мин}^{-1}; n_2 = 560 \text{ мин}^{-1}$$

Тогда корректируем скорость резания:

$$\text{Ø}160,5: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160,5 \cdot 560}{1000} = 282,2 \text{ м/мин}$$

$$\text{Ø}138: V_2 = \frac{3,14 \cdot 138 \cdot 560}{1000} = 242,6 \text{ м/мин}$$

Расчёт сил резания

Главную составляющую силы резания, определяем по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

где C_p - коэффициент зависимости параметров обработки на силы резания; $C_p = 300$ [15,с.273];

x, y, n - коэффициенты показателей степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [15,с.273];

K_p - коэффициент зависимости от обрабатываемой стали и характеристик инструмента, рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.31)$$

K_{MP} - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15,с.264], определяем по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.32)$$

где σ_B - значение предела прочности материала;

n - коэффициент степени; $n = 0.75$ [15,с.264].

$$K_{MP} = \left(\frac{735}{750}\right)^{0.75} = 0,98$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - коэффициенты, которые определяются в зависимости от геометрических параметров режущей части инструмента.

Определим эти коэффициенты по [15, с.275]: $K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0;$

$K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,45^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 282,2^{-0,15} \cdot 0,98 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 155 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт вычисляем по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.33)$$

$$N = \frac{155 \cdot 282.2}{1020 \cdot 60} = 0,71 \text{ кВт} > N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

2.5.3 Определение режимов резания с помощью табличного метода

Произведем определение режимов резания с помощью табличного метода по источнику [1]. Расчет будем производить на 070 торцевнутришлифовальную операцию.

2.5.3.1 Содержание операции

Операция 70 Торцевнутришлифовальная

Пер.1: Чистовое шлифование отверстия с выдержкой размера: $\varnothing 31,84\text{H}8$

Пер.2,3: Чистовое шлифование торцев с выдержкой размеров: $120,33 \pm 0,035$

2.5.3.2 Применяемое оборудование

Станок- Универсальный внутришлифовальный п/а 3М227ВФ2S

2.5.3.3 Применяемый режущий инструмент

Переход1: Шлиф. круг 5 25x30x8 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

Переход2: Шлиф. круг 6 30x25x12 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.5.3.4 Определение элементов режимов обработки

Глубина резания на операции будет равна:

Пер.1: $t = 0,17 \text{ мм}$

Пер.2: $t = 0,17 \text{ мм}$

Подача минутная продольная, определяется по формуле:

$$S_{\text{м пр}} = S_{\text{м}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.34)$$

где $S_{\text{м}}$ – минутная подачи по таблице, мм/мин;

K_1 – показатель, зависящий от величины снимаемого припуска и точности обработки;

K_2 – показатель, зависящий от параметров заготовки.

Переход 1: $S_{м пр1} = 3500 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 2800$ мм/мин

Переход 2: $S_{м пр2} = 3500 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 3200$ мм/мин

Данная минутная подача принимается без корректировки, так как у станка бесступенчатое регулирование.

Определение поперечной минутной подачи:

$$S_{\text{попереч.мин}} = St \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \quad (2.35)$$

где St – подача в зависимости от условий обработки, мм/дв. ход [1, с. 62];

K_{1-7} – поправочные показатели на качество материала, припуск, диаметр круга, способа контроля размеров; жесткость заготовки и формы поверхностей; жесткость станка и точности обработки; твердость инструментального материала.

Переход1: $S_{\text{попереч.мин1}} = 0,008 \cdot 1,1 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,010$ мм/дв. ход

Переход2: $S_{\text{попереч.мин2}} = 0,008 \cdot 1,1 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,010$ мм/дв. ход

Произведем корректировку согласно паспорту оборудования:

$S_{\text{дв.ход1}} = 0,010$ мм/дв. ход

$S_{\text{дв.ход2,3}} = 0,010$ мм/дв. ход

Произведем выбор скорости вращения шлифовального круга, м/с [1, с. 218]

$V = 35$ м/с.

Произведем выбор скорости вращения детали, V_d м/мин [1, с. 171]:

$V = 35$ м/мин.

Произведем определение частоты вращения шпинделя детали n , мин⁻¹:

Пер.1: $n_{31} = 1000 v_3 / \pi d = 1000 \cdot 35 / 3.14 \cdot 31,84 = 350$ мин⁻¹

Пер.2: $n_{32} = 1000 \cdot 35 / 3.14 \cdot 36 = 310$ мин⁻¹

Произведем корректировку согласно паспорту оборудования: при бесступенчатом регулировании $n_1 = 350$ мин⁻¹; $n_2 = 310$ мин⁻¹

Расчёт режимов резания на остальные операции техпроцесса будем проводить, пользуясь [1]. Результаты расчета занесем в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Таблица режимов резания

Номер, наименование операции	Наименование перехода	t,	S _{таблич.} ,	V _{таблич.} ,	n _{таблич.} ,	n _{принят.} ,	V _{принят.} ,
		мм	мм/об	м/мин	об/мин	об/мин	м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
005 Токарная (черновая)	Точ.Ø38,9	1,6	0,5	122	995	900	109,9
	Точ.Ø51,4	1,6	0,5	122	753	710	114,6
	Подр.тор.104,1/51,4	1,6	0,5	122	372/753	355	116,0/57,3
	Подр.тор.165/104,1	1,6	0,5	122	235/372	250	129,5/81,7
	Сверл. Ø 29	14,5	0,45	27	293	250	22,7
	Расточ.Ø30,6	0,8	0,5	121	1259	1120	107,6
010 Токарная (черновая)	Точ.Ø161,4	1,6	0,5	122	240	250	126,7
	Раст.Ø136,6	1,6	0,5	110	256	250	107,2
015 Токарная (чистовая)	Точ.Ø38	0,45	0,25	281	2356	2240	267,3
	Точ.Ø50,5	0,45	0,25	281	1773	1800	285,4
	Подр.тор.105/50,5	0,45	0,25	281	853/1773	900	296,7/142,7
	Подр.тор.161,4/105	0,45	0,25	281	555/853	560	283,8/184,6
	Раст.Ø31,5	0,45	0,25	253	2557	2240	221,5
	Нарез. резьбу М38х1,5 6 проходов	0,94	1,5	140	1173	1120	133,6
020 Токарная (чистовая)	Точ.Ø160,5	0,45	0,25	281	557	560	282,2
	Раст.Ø138	0,45	0,25	253	583	560	242,6
025 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф.Ø 50,16/160,5	0,17	1,2/0,4*	45	285/90	90	14,1/45
	Шлиф.Ø 39,16/45,5	0,17	1,2/0,4*	45	365/315	90	11,0/12,8
030 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф.Ø160,16	0,17	0,010** 12	45	90	90	45
035 Внутришлифовальная (черновая)	Шлиф.Ø31,84	0,17	2800*** 0,010**	35	350	350	35
	Шлиф.Ø36	0,17	3200*** 0,010**	35	310	310	35
040 Внутришлифовальная (черновая)	Шлиф.Ø138,84	0,17	3000*** 0,010**	35	80	80	35
	Шлиф.тор.Ø160,16	0,17	2800*** 0,010**	35	70	70	35
045 Координатно-расточная	Цент.Ø2	1,0	0,1	18	2866	2500	15,7
	Свер.Ø6	3,0	0,15	32	1698	1600	30,1
	Свер.Ø6,6	3,3	0,15	33	1592	1600	33,1
	Свер.Ø2,5/4	2	0,1	26	2070	2000	25,1
	Свер.Ø11	5,5	0,25	24	694	630	21,8
	Фрез.Ø11	5	0,15	26	752	800	27,6
	Зенкер.Ø11,8	0,4	0,5	15	404	400	14,8
	Развер.Ø11,92	0,06	0,9	11	293	250	9,3
Нар. резьбу М3	0,5	0,5	7	743	630	5,9	

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8
050 Координатно-расточная	Цент.Ø2	1,0	0,1	18	2866	2500	15,7
	Свер.Ø2,5	1,25	0,1	26	3312	2500	19,6
	Свер.Ø5,4	2,5	0,15	30	1769	1600	27,1
	Свер.Ø28	14	0,45	27	307	315	27,7
	Зенкер.Ø5,84	0,22	0,4	14	763	630	11,5
	Разв.Ø5,94	0,05	0,4	10	536	500	9,3
	Фрез. фрезой Ø 40	2,2	0,5	55	437	400	50,2
	Фрез. фрезой Ø 6	2,2	0,12	26	1380	1250	23,5
075 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф. Ø 50/160,16	0,08	0,7/0,2*	45	285/90	90	14,1/45
	Шлиф.Ø39/45,5	0,08	0,7/0,2*	45	365/315	90	11,0/12,8
080 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф. Ø 160	0,08	0,006** 9	45	90	90	45
085 Внутришлифовальная (черновая)	Шлиф.Ø33	0,08	2000*** 0,004**	45	450	450	45
	Шлиф. торецØ36	0,08	2500*** 0,006**	45	400	400	45
090 Внутришлифовальная (черноая.)	Шлиф.Ø138,84	0,17	2200*** 0,006**	45	110	110	45
	Шлиф. торецØ160,16	0,17	2000*** 0,006**	45	90	90	45
095 Координатно-шлифовальная	Шлиф.Ø10	0,04	1000* 0,005**	25 м/с	-	25	25 м/с
	Шлиф.Ø6	0,03	1000* 0,005**	25 м/с	-	25	25 м/с

*-подача черновая/чистовая в мм/мин, **-подача в мм/двойной ход стола, ***-подача в мм/мин

2.5.4 Определение норм времени на все операции

Произведем определение норм штучно-калькуляционного времени

$T_{штуч-кальк}$, мин согласно формулы [5, с.101]

$$T_{штуч-кальк} = T_{под-заг}/n_{прогр.} + T_{штуч.} \quad (2.36)$$

где $T_{под-заг}$ – табличные нормативы времени подготовительно-заключительных работ, мин;

$n_{прогр.}$ – величина настроенной партии заготовок, шт., она равна:

$$n_{прогр.} = N \cdot a / D_{раб}, \quad (2.37)$$

где N - программа выпуска деталей, в год;

a - период запуска партии деталей в днях, $a=6$;

$D_{\text{раб}}$ - рабочие дни

$$n_{\text{прогр}} = 5000 \cdot 6 / 254 = 118 \text{ шт.}$$

Произведем расчет норматива штучного времени $T_{\text{шт}}$:

Для операций лезвийной обработки, кроме операций абразивной обработки $T_{\text{шт}}$, мин будет равно [5, с.101]:

$$T_{\text{штуч}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} \cdot k + T_{\text{об.от}} \quad (2.38)$$

где $T_{\text{осн}}$ – время основной обработки заготовки, мин;

$T_{\text{вспом}}$ – время вспомогательных работ, мин.;

k – серийный показатель.

$T_{\text{об.от}}$ - норматив времени, связанный с обслуживанием рабочего места, а также отдыха и личных надобностей, мин.

Для операции абразивной обработки (шлифовальной) $T_{\text{шт}}$, мин будет равно:

$$T_{\text{штуч}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} \cdot k + T_{\text{технич.}} + T_{\text{организац.}} + T_{\text{отдых.}} \quad (2.39)$$

где $T_{\text{технич.}}$ - норматив времени, связанный с техническим обслуживанием рабочего места станочника, мин, который определяется по формуле (2.38);

$T_{\text{организац.}}$ - норматив времени, связанный с организационным обслуживанием, мин;

$T_{\text{отдых}}$ - норматив времени, связанный с перерывами рабочего для отдыха и личных надобностей, мин.

$$T_{\text{технич}} = T_{\text{осн}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.40)$$

где $t_{\text{п}}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин;

T - стойкость шлифовального круга, мин.

Определим норматив времени вспомогательного $T_{\text{вспом.}}$, мин:

$$T_{\text{вспом}} = T_{\text{устан.}} + T_{\text{закреп.}} + T_{\text{управл.}} + T_{\text{измер.}}, \quad (2.41)$$

где $T_{\text{устан.}}$ – норматив времени, связанный с установкой и снятием детали, мин;
 $T_{\text{закреп.}}$ – норматив времени, связанный с закреплением и откреплением детали, мин;
 $T_{\text{управл.}}$ – норматив времени, связанный с приемами управления станком, мин;
 $T_{\text{измер.}}$ – норматив времени, связанный с измерением детали, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_o \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.42)$$

где $t_{\text{п}}$ – норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин;

T – стойкость шлифовального круга, мин.

Расчет норм времени на 020 токарную операцию.

Произведем определение основного (машинного) времени T_o , мин, по формуле:

$$T_o = \frac{L_{\text{раб.ход}} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.43)$$

где $L_{\text{раб.ход}}$ – суммарная длина хода инструмента, мм [4, с. 84], определяется как:

$$L_{\text{раб.ход}} = L_{\text{резан.}} + l_{1\text{подв}} + l_{2\text{врез}} + l_{3\text{переб}}, \quad (2.44)$$

где $L_{\text{резан}}$ – длина поверхностей обработки (резания), мм [5, с. 85];

$l_{1,2,3}$ – величины, связанные: с длиной подвода $l_{1\text{подв}}$, врезания $l_{2\text{врез}}$ и перебега $l_{3\text{переб}}$ режущего инструмента, мм [4, с.85];

i – количество ходов режущего инструмента.

$$T_o = \frac{76}{560 \cdot 0,25} + \frac{160}{560 \cdot 0,25} = 0,543 + 1,143 = 1,686 \text{ мин}$$

$$T_v = (0,4 + 0,18 + 0,08 \cdot 9 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 1,339 \text{ мин}$$

$$T_{\text{оп}} = 1,686 + 1,339 = 3,025 \text{ мин}$$

$$T_{\text{об.от}} = 0,06 \cdot 3,025 = 0,181 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п-з}} = 21 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 3,025 + 0,181 = 3,206 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 3,206 + 21/118 = 3,384 \text{ мин}$$

Аналогично рассчитаем нормы времени для остальных операций, результаты расчетов занесем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Нормы времени

Операция	$T_{\text{осн.}}$	$T_{\text{вспом.}}$	$T_{\text{операт.}}$	$T_{\text{об.от.}}$	$T_{\text{под-заг.}}$	$T_{\text{штуч.}}$	$n_{\text{прогр}}$	$T_{\text{штуч-кальк.}}$
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005 Токарная (черновая)	1.430	1.362	2.792	0.168	25	2.96	118	3.171
010 Токарная (черновая)	1.480	1.162	2.642	0.159	21	2.801	118	2.978
015 Токарная (чистовая)	0.724	1.813	2.537	0.152	25	2.689	118	2.901
020 Токарная (чистовая)	1.686	1.339	3.025	0.181	21	3.206	118	3.384
025 Круглошлифовальная (черновая)	0.383	1.554	1.937	0.168	21	2.105	118	2.283
030 Круглошлифовальная (черновая)	1.056	1.243	2.299	0.23	21	2.529	118	2.707
035 Внутришлифовальная (черновая)	1.026	1.376	2.402	0.240	21	2.642	118	2.820
040 Внутришлифовальная (черновая)	0.501	1.51	2.011	0.18	21	2.191	118	2.369
045 Координатно-расточная	5.130	1.665	6.795	0.408	41	7.203	118	7.550
050 Координатно-расточная	3.216	1.606	4.822	0.289	39	5.111	118	5.442
075 Круглошлифовальная (черновая)	0.394	1.643	2.037	0.177	21	2.214	118	2.392
080 Круглошлифовальная (черновая)	1.054	1.243	2.297	0.23	21	2.527	118	2.705
085 Внутришлифовальная (черновая)	1.741	1.376	3.117	0.327	21	3.444	118	3.622
090 Внутришлифовальная (черновая)	0.540	1.598	2.138	0.192	21	2.33	118	2.508
095 Координатно-шлифовальная	0.156	1.376	1.532	0.126	23	1.658	118	1.853

3 Проектирование станочного приспособления и захватного устройства промышленного робота

3.1 Проектирование станочного приспособления

Спроектируем мембранный патрон на 035 внутришлифовальную операцию.

3.1.1 Расчет усилия резания

Мощность резания N , кВт равна:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot b^z, \quad (3.1)$$

где C_N – коэффициент условий обработки; $C_N = 0,17$ [15, с.303;

r, x, z – поправочные показатели; $r = 0,7, x = 0,5, z = 0,6$ [15, с.303];

t – глубина обработки, мм/ход;

b – ширина обработки, которая равна длине шлифуемого участка у заготовки, мм;

d – диаметр, мм.

$$N = 0,17 \cdot 35^{0,7} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 30^{0,6} = 1,57 \text{ кВт}$$

Сила резания P_z , Н, будет равна:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{v}, \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$P_z = \frac{1,57 \cdot 1020 \cdot 60}{35} = 2755 \text{ Н.}$$

3.1.2 Расчет усилий закрепления заготовки

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1

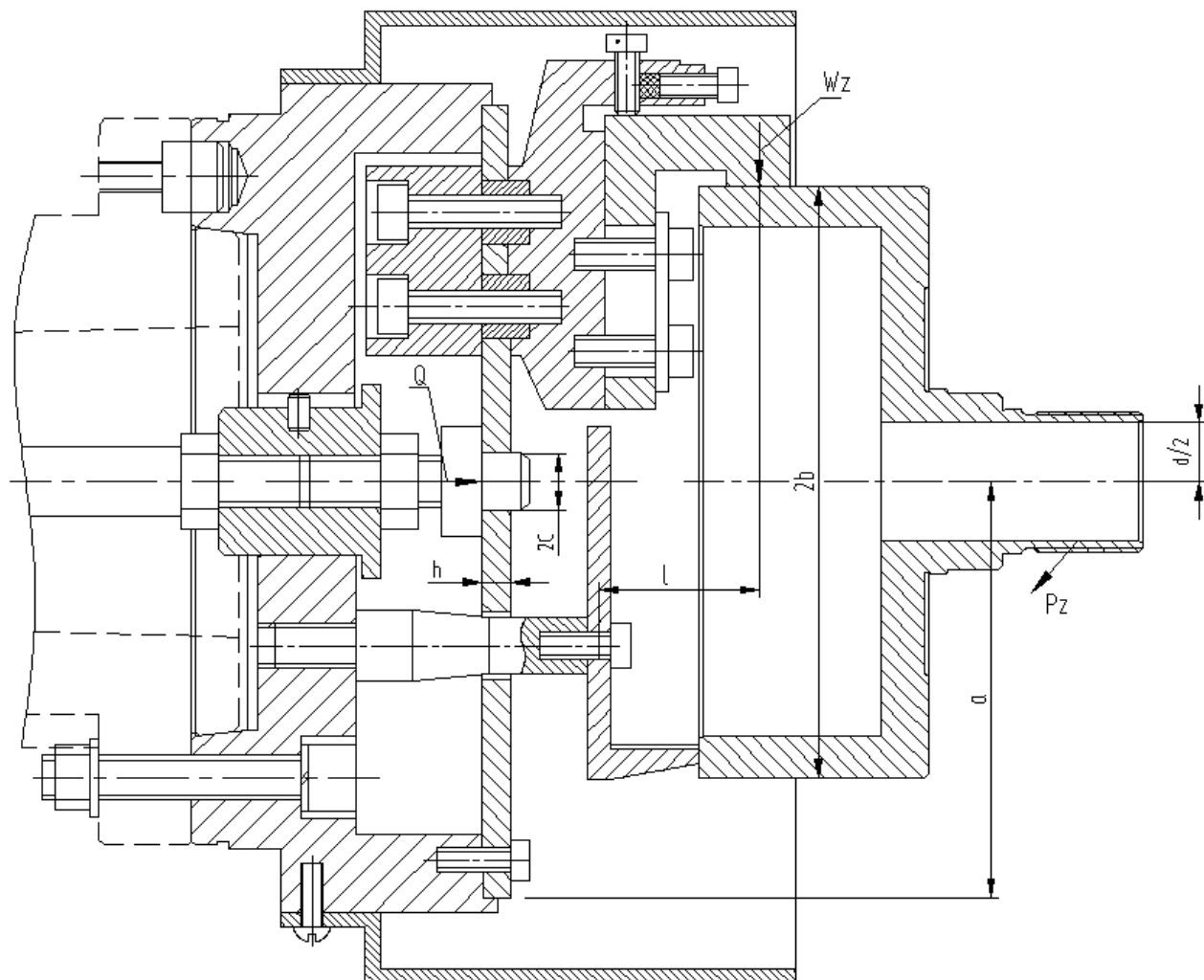


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Крутящий момент, стремящийся повернуть заготовку будет равен:

$$M_{\text{рез}} = P_z \cdot \frac{d}{2}, \quad (3.3)$$

где $\frac{d}{2}$ - плечи действия сил, мм.

$$M_{\text{рез}} = 2755 \cdot \frac{0,03184}{2} = 43,87 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Произведем определение силы W_z по формуле

$$W_z = \frac{K \cdot M_{\text{рез}}}{n \cdot f \cdot b}, \quad (3.4)$$

где K – коэффициент запаса;

$n = 3$ – число кулачков;

$2b$ – диаметр поверхностей базы заготовки $2b = 160,16 \text{ мм} = 0,16016 \text{ м}$.

$f = 0,16$ – показатель трения.

Коэффициент запаса K определяется по формуле [16, с.382]:

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

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса. $K_0 = 1,5$ [16, с.382];

K_1 – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при случайных неровностях на обрабатываемых поверхностях заготовки. $K_1 = 1,0$ [16, с.382];

K_2 – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента. $K_2 = 1,2$ [16, с.383];

K_3 – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании. $K_3 = 1,0$ [16, с.383];

K_4 – данный коэффициент характеризует постоянство сил, которые развивает зажимной механизм приспособления $K_4 = 1,0$ [16, с.383];

K_5 – данный коэффициент характеризует эргономику при немеханизированном зажиме $K_5 = 1,0$ [16, с.383].

K_6 – данный коэффициент учитывается при наличии моментов резания, которые стремящихся повернуть заготовку, которая установлена плоской поверхностью. $K_6 = 1,0$ [16, с.384].

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8$, тогда т.к. $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 43,87}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,16016 / 2} = 2854 \text{ Н}.$$

3.1.3 Расчет зажимного механизма

Силы W_z создают момент, изгибающий мембрану.

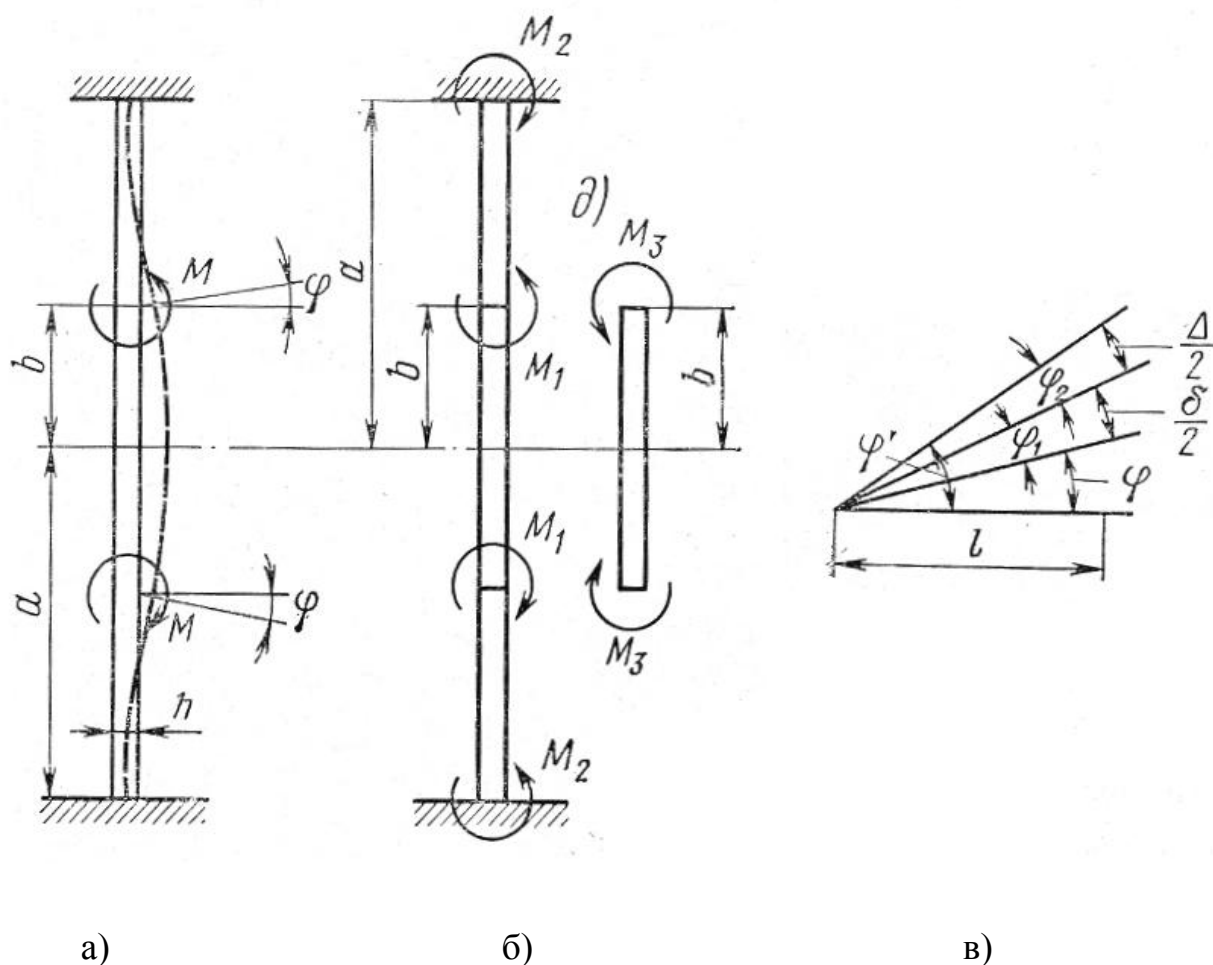


Рисунок 3.2 – Действие сил на мембране.

Момент будет равен:

$$M = \frac{W_z \cdot n \cdot l}{2\pi b}, \quad (3.6)$$

где l – длина от кулачка до мембраны, мм

$$l = 43 \text{ мм} = 0,043 \text{ м.}$$

$$M = \frac{2854 \cdot 3 \cdot 0,043}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,16016/2} = 731,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Моменты M_1 и M_3 зависят от отношения:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (3.7)$$

где a - радиус мембраны, мм. $a = 112$ мм

Для $m = \frac{112}{160,16/2} \approx 1,40$, тогда M_3 по [2, с.161]:

$$M_3 = 0,52 \cdot M \quad (3.8)$$

$$M_3 = 0,3 \cdot 731,9 = 219,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_1 = M - M_3 = 731,9 - 219,6 = 512,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Угол φ разжима кулачков в радианах будет равен:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D(1 + \mu)}, \quad (3.9)$$

где D - жесткость мембраны, она равна:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (3.10)$$

где E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па [2, с.161];

h - толщина, мм $h = 8$ мм;

μ - коэффициент Пуассона = 0,3.

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,008^3}{12(1 - 0,3^2)} = 9846 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\varphi = \frac{219,6 \cdot 0,16016/2}{9846(1 + 0,3)} = 0,0013 \text{ рад}.$$

В мембране сделано отверстия диаметром $2C = 20$ мм, тогда значение угла

φ умножаем на показатель K_1 , который равен в зависимости от отношения $\frac{a}{c}$.

$$\frac{a}{c} = \frac{112}{7,5} = 14,9 \Rightarrow K_1 = 1,16 [2, \text{с.161}];$$

$$\varphi = 0,0013 \cdot 1,16 = 0,0015 \text{ рад.}$$

Наибольший угол разжима кулачков равен:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2, \quad (3.11)$$

где φ_1 - угол разжимания кулачков;

φ_2 - угол разжима.

$$\varphi' = \varphi + \frac{\sigma}{2l} + \frac{\Delta}{2l}, \quad (3.12)$$

Величина Δ определяется по формуле [2, с.162]:

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot b + 0,02 \quad (3.13)$$

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot 160,16 / 2 + 0,02 = 0,084 \text{ мм}$$

$$\sigma = 0,05 \text{ мм}$$

$$\varphi' = 0,0013 + \frac{0,05}{2 \cdot 43} + \frac{0,084}{2 \cdot 43} = 0,0029 \text{ рад.}$$

Силу на штоке для разжима мембраны на угол φ' будем определять как:

$$Q = \frac{4\pi D \varphi'}{2,31g(a/b)} \quad (3.14)$$

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 9846 \cdot 0,0029}{2,31g(112/(160,16/2))} = 1070 \text{ Н.}$$

Так как в мембране имеется отверстие, то полученное значение силы Q умножают на поправочный показатель K_2 , $K_2 = 0,83$.

$$\text{Тогда: } Q = 1070 \cdot 0,83 = 888 \text{ Н}$$

3.1.4 Расчет силового привода

Диаметр поршня цилиндра равен:

$$D=1.13 \cdot \sqrt{\frac{P}{p \cdot \eta}}, \quad (3.15)$$

где p - давление сжатого воздуха в цилиндре, МПа;;

η - КПД привода

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{888}{0,4 \cdot 0,9}} = 56,2 \text{ мм.}$$

Принимаем $D=100$ мм.

Ход поршня $S_Q = 3$ мм.

Запас хода при отжиге мембраны примем $\Delta S_Q = 2$ мм.

3.1.5 Расчет погрешности базирования

Так как при установке обрабатываемой заготовки в мембран. патроне база измерительная будет совпадать с базой с технологической, в этом случае принимается, что погрешность базирования будет равна нулю. ($\epsilon_B = 0$).

Для погрешности установки обрабатываемой заготовки в данном патроне $\epsilon_y = 0$, т.к. поверхности кулачков данного патрона обрабатываются на станке в сборе.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

На основе расчета начертим чертеж приспособления, который представлен в графической части данной бакалаврской работе.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится винтами, позиция 32 с гайками, позиция 34 и шайбами, позиция 43 и 46. Патрон состоит из корпуса, позиция 2, к которому с помощью винтов, позиция 28 крепится

мембрана, позиция 3, к которой с помощью шпонок, позиция 10 и винтов, позиция 31 крепятся с противовесам, позиция 4 кулачки постоянные, позиция 5. К кулачкам постоянным, позиция 5 с помощью винтов, позиция 30 с пластинами, позиция 13 крепятся кулачки, позиция 6. Чтобы их отрегулировать при их установке служит винт, позиция 27, он упирается в торец кулачка, позиция 6. Чтобы зафиксировать этот винт через втулку, позиция 15 служат винты, позиция 27, они расположены с торца. Втулка, позиция 15, сделана из пластика, она служит для того, чтобы резьбу винта, позиция 27 не деформировало.

Крепление заготовки осуществляется кулачками сменными, позиция 6. Торцем ступица упирается в опору, позиция 7, которая через стойку, позиция 11 с помощью винтов, позиция 29 жестко крепится к корпусу, позиция 2.

В центральном отверстии мембраны, позиция 3 устанавливается толкатель, позиция 12, который с помощью гайки, позиция 35 крепится ко втулке, позиция 8.

Втулка, позиция 8 устанавливается в отверстии корпуса, позиция 2 на штифте, позиция 14, который служит для предотвращения проворачивания втулки, позиция 8 в корпусе.

Втулка, позиция 8 с помощью гайки, позиция 35 соединяется с тягой, позиция 16, которая, в свою очередь соединена со штоком, позиция 19 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус, позиция 17, в котором с помощью болтов, позиция 26 с шайбами, позиция 45 установлена крышка, позиция 18. В пневмоцилиндре установлен поршень, позиция 20, который с помощью гайки, позиция 36 с шайбой, позиция 42 крепится к штоку, позиция 19. В штоке установлена втулка, позиция 21 с кольцом, позиция 22. В отверстие втулки, позиция 21 входит трубка муфты, позиция 1 для подвода воздуха.

Муфта, позиция 1 установлена в корпусе, позиция 17 с помощью болтов, позиция 25 с шайбами, позиция 44.

Уплотнительные кольца, позиция 37, 38, 39, 40, 41, 23 служат для уплотнения.

Патрон работает таким образом:

Заготовка крепится в кулачках, позиция 6 с упором в опору, позиция 7.

Когда воздух подают в поршневую полость пневмоцилиндра, то поршень, позиция 20 через шток, позиция 19, далее тягу, позиция 16, втулку, позиция 8 толкателем, позиция 12 прогибает мембрану, позиция 3, кулачки 6 отходят вверх, раскрепляя заготовку.

Когда воздух подают в штоковую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 20 отходит влево, мембрана за счет упругих сил распрямляется и кулачками зажимает заготовку.

3.2 Проектирование захватного устройства промышленного робота

3.2.1 Описание робото-технического комплекса механической обработки

Для загрузки и выгрузки деталей на токарных операциях будем использовать робото-технический комплекс.

Эскиз робото-технического комплекса приведен на рисунке 3.2

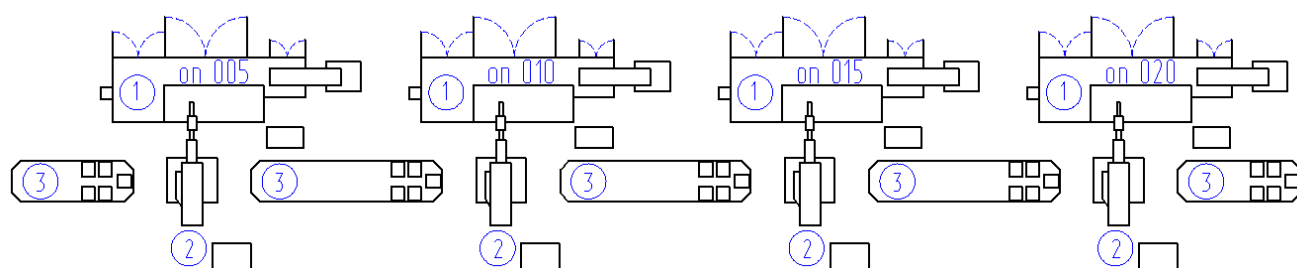


Рисунок 3.3 – Эскиз робото-технического комплекса

1 - Токарный станок с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34, 2 - Промышленный робот М20П.40.01, 3 - Тактовый стол СТ-220

3.2.2 Анализ конструкции базового захватного устройства.

Цели проектирования

Целью проектирования является разработка нового захватного устройства (ЗУ), отличающегося простотой конструкции, небольшими габаритами, надежностью конструкции.

3.2.3 Расчет нагрузок и реакций в губках

Определим точки действия сил, реакции в губках для наихудшего случая положения детали в случае ее вертикального перемещения. Схема крепления - на рисунке 3.3

Силы зажима, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения определим как:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (3.16)$$

где K_1 - показатель безопасности; принимаем $K_1=3$;

K_2 - показатель передачи, определяется по формуле:

$$K_2 = \sin(\alpha) / (2 \cdot \mu), \quad (3.17)$$

где μ - показатель трения в месте контакта губок с заготовкой, $\mu = 0,2$;

m - масса заготовки, кг; $m = 4,8$ кг (на этапе токарной черновой операции)

$G = 9,8 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения.

$$W = 3 \cdot \sin 30 \cdot 4,8 \cdot 9,8 / (2 \cdot 0,16) = 188 \text{ Н}$$

3.2.4 Расчет усилия привода

Произведем определение моментов и сил привода ЗУ, схема расчета захватного устройства выполнена на рисунке 3.4

Из условия статического равновесия отношение между силой привода Q и силами на губках будет равно:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (3.18)$$

где Q - усилие на приводе;
 η - КПД реечной передачи;
 m_c - модуль зубьев сектора;
 r_c - полное число зубьев сектора;
 M - наибольший момент.

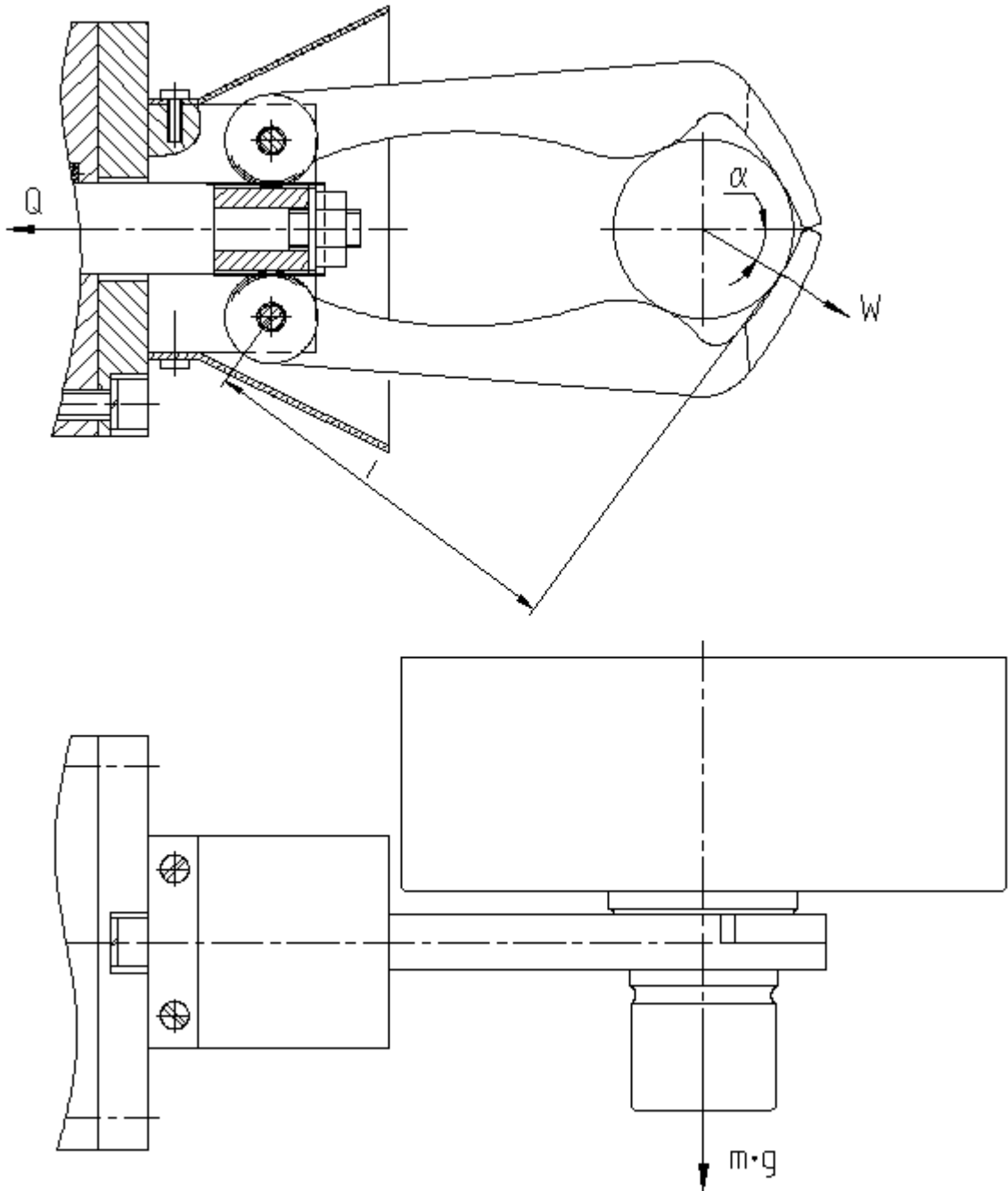


Рисунок 3.4 - Схема захватного устройства

Сила на штоке пневмоцилиндра с учетом КПД механизма:

$$Q = \frac{1}{m_c \cdot r_c \cdot \eta} \cdot 2 \cdot W \cdot l \quad (3.19)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 188 \cdot 102}{0.75 \cdot 25 \cdot 0.9} = 2272 \text{ Н}$$

3.2.5 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением $p=0,63$ МПа.

Определим диаметр поршня цилиндра как:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{2272}{0,63 \cdot 0.9}} = 71,5 \text{ мм}$$

Принимаем $D = 80$ мм.

Ход губок: 27 мм.

Ход штока цилиндра: 4 мм.

3.2.6 Описание конструкции и принципа работы ЗУ

Описание ЗУ: ЗУ губки, позиция 3, служащие для зажима заготовки. Губки, позиция 3 установлены во фланце, позиция 11 с помощью осей, позиция 8, зафиксированных кольцами, позиция 6. Губки, позиция 3 своим зубчатым сектором входят в зацепление с зубчатой рейкой, позиция 10. Рейка, позиция 10 установлена на конце штока, позиция 13 и зафиксирована гайкой, позиция 16 с шайбой, позиция 24. Фланец, позиция 11 крепится к корпусу, позиция 5 с помощью винтов, позиция 16 с шайбами, позиция 24 и штифтов, позиция 25. Для защиты зубчатого механизма от грязи к фланцу, позиция 11 винтами, позиция 15 крепится кожух, позиция 1.

Пневмоцилиндр состоит из корпуса, позиция 5, к которому с помощью винтов, позиция 14 с шайбами, позиция 23 крепится крышка, позиция 7. Через отверстие корпуса, позиция 5 проходит шток, позиция 13, на конце которого с

помощью гайки, позиция 17 со стопорной шайбой, позиция 22 крепится поршень, позиция 9. Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены резиновые кольца, позиция 18,19,20,21. Для предотвращения ударов поршня, позиция 9 о стенки цилиндра, на поршне установлены демпферы, позиция 4. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резьбой R1/4''.

Устройство работает следующим образом:

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 9 тянет шток, позиция 13, губки, позиция 3, входящие в зацепление с зубьями рейки, позиция 10 поворачиваются на осях, позиция 8 и закрепляют заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость шток с рейкой отходит вправо и разжимает заготовку.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Произведем описание технологического объекта данной бакалаврской работе. Оно характеризуется паспортом объекта, в котором описываются этапы техпроцесса, виды работ, применяемое технологическое оборудование и перечень различных расходных материалов и веществ, которые участвуют в данном этапе техпроцесса. Внесем данные в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Результаты заполнения технологического паспорта объекта

Наименование перехода технологического процесса, выполняемые работы, должность работника	Модель технологического оборудования	Применяемые материалы и вещества
1) Пер.: Штамповка, Оп: Заготовительная, Рабочий: Кузнец-штамповщик	КГШП	Металл
2) Пер: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	ВСТ-625-21 CNC34	Металл, СОЖ
3) Пер: Координатное растачивание, Оп: Координатно-расточная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	2627ПМФ4	Металл, СОЖ
4) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3Т153F1 SHU-321	Металл, СОЖ
5) Пер: Внутреннее шлифование, Оп: Внутришлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3М227ВФ2S	Металл, СОЖ
6) Пер: Координатное шлифование, Оп: Координатно-шлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	КШ-320	Металл, СОЖ

4.2 Определение производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Произведем определение основных производственных, технологических, эксплуатационных профессиональных рисков, которые согласно ГОСТ 12.0.003-74, именуются как опасные и вредные производственные факторы.

Опишем эти факторы для основных технологических операций с наименованием операций и переходов, перечнем произв. факторов и источником этих факторов. Результаты приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Определение профессиональных рисков

Переход техпроцесса, операция, Источник возникновения произв. фактора	Перечень опасных и вредных произв. фактор
Оп: Заготовительная Источник: КГШП	Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов, большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке
Оп: Токарная Источник: ВСТ-625-21 CNC34 Оп: Координатно-расточная, Источник: 2627ПМФ4	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Круглошлифовальная, Источник: 3Т153F1 SHU-321 Оп: Внутришлифовальная, Источник: 3М227ВФ2S Оп: Координатно-шлифовальная, Источник: КШ-320	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Анализируя действующие опасные и вредные произв. факторы, опишем организационно-технические методы, а также технические средства для защиты от них. Результаты приводим в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Перечень средства и методов устранения воздействия опасных и вредных произв. факторов

Опасный, вредный произв. фактор	Организационные методы, технические средства, средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты, снижения и устранения опасного, вредного произв. фактора
1) Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов	Орг.методы: Ограждение оборудования СИЗ: Краги для металлурга
2) Перемещающиеся машины и части механизмов	Орг.методы: Необходимо соблюдать правила безопасности выполняемых работ СИЗ: Каска защитная, очки защитные
3) Перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки	Орг.методы: Защитное огораживание технологического оборудования СИЗ: Каска защитная, очки защитные
4) Воздействие пыли, загазованности, стружки приводит к фиброгенному воздействию	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной СИЗ: Респиратор
5) При применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной, огораживать технологическое оборудование, на станках применять защитные экраны СИЗ: Респиратор, перчатки
6) Большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке;	Орг.методы: Подналадка технологического оборудования для исключения его шума, при увеличении жесткости технологических систем уменьшаются резонансные колебания, применение специальных материалов, которые поглощают шум, колебания и вибрации СИЗ: беруши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

4.4.1 Определение опасных факторов пожара

Произведем выявление возможных опасных факторов, которые могут привести к пожару. Определим класс пожара (А...F) в зависимости от горения различных веществ, материалов и газов.

А также, наряду с опасными факторами пожара, непосредственно воздействующими на людей и материальное имущество опишем также сопутствующие проявления опасных факторов пожара.

Все полученные данные заносим в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Определение классов и опасных факторов пожара

Технологический участок, применяемое оборудование	Наименование класса пожара	Возникающие факторы пожара: опасные и сопутствующие
Участок: Кузнечный. Оборудование: КГШП	Класс D – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно металлов	Опасные: Пламя и искры; тепловой поток Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: Лезвийная обработка Оборудование: ВСТ-625-21 СНС34, 2627ПМФ4	Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасные: Пламя и искры Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: абразивная шлифовальная обработка Оборудование: 3Т153F1 SHU-321, 3М227ВФ2S, КШ-320	Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасные: Пламя и искры Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.

4.4.2 Определение организационных мероприятий и подбор технических средств для обеспечения пожарной безопасности разрабатываемого технического объекта

Подберем организационно-технические методы и технические средства, необходимые для защиты от пожаров.

1) Первичные средства пожаротушения. К ним относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком

2) Мобильные средства пожаротушения. К ним относятся пожарные автомобили, пожарные лестницы.

3) Автоматические пожарные средства. К ним относятся различные приемно-контрольные пожарные приборы, а также технологические средства, применяемые для оповещения и управления эвакуацией.

4) Пожарное оборудование. К нему относятся различные напорные пожарные рукава, а также рукавные разветвления.

5) Средства для индивидуальной защиты, а также спасения людей при пожарах. К ним относятся пожарные веревки, различные карабины, а также респираторы и противогазы.

6) Пожарный инструмент. К нему относится как механизированный, так и немеханизированный инструмент: пожарные багры, ломы, лопаты и т.д.

7) Пожарные сигнализация. К ним относятся автоматизированные извещатели для связи и оповещения.

4.4.3 Определение организационных и организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение пожара

Произведем разработку организационных и организационно-технических мероприятия, необходимых для предотвращения возникновения пожара, а также опасных факторов, которые способствуют возникновению пожара на одну из операций.

Операция: Координатно-расточная, оборудование: 2627ПМФ4

Произведем описание видов реализуемых организационных и

организационно-технических мероприятий:

- необходимо контролировать правильную эксплуатацию производственного оборудования, содержать его в технически исправном состоянии;

- своевременно проводить пожарный инструктаж по пожарной безопасности;

- повсеместно применять различные автоматические устройства, предназначенные для тушения пожаров, устройства обнаружения возгораний и устройства оповещения при пожаре.

Произведем описание требования, которые необходимо предъявить для обеспечения пожарной безопасности:

- своевременно проводить противопожарное инструктирование работников,

- запрещать курение в не отведенных для этого местах, запрещать применение открытых очагов огня вне производственных мест,

- при проведении работ, связанных с возгоранием необходимо строго соблюдать меры пожарной безопасности,

- необходимо применять средства для тушения пожаров,

- необходимо применять средства сигнализации и извещения о возгорании.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Произведем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, которые возникают при технологическом процессе.

4.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

В зависимости от вида предлагаемого технологического процесса проведем идентификацию негативных экологических факторов применимо к одной из операций.

Операция: Координатно-расточная, оборудование: 2627ПМФ4

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: 2627ПМФ4

2) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;
- различные нефтяные продукты;
- применяемая в производстве СОЖ

4) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу:

- получаемые в процессе производства отходы, основная их часть хранится в металлических контейнерах в 1,0 м³

4.5.2 Определение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение негативных антропогенных воздействий разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Произведем описание разработанных организационно-технических мероприятий, которые направлены на уменьшение вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду, применимо к одной из операций.

Результат занесем в таблицу 4.3

Таблица 4.8 - Организационно-технические мероприятия уменьшения вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Операция, оборудование	Наименование технического объекта. Мероприятия, направленные на снижение вредного антропогенного воздействия на:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Операция: Координатно-расточная, оборудование: 2627ПМФ4	Применение «сухих» механических пылеуловителей	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу

В результате выполнения данного раздела были получены следующие результаты:

- произведено описание техпроцесса изготовления детали, выбранного оборудования, должностей работников, применяемых в техпроцессе веществ и материалов;

- определены профессиональные риски по операциям техпроцесса, описаны возникающие опасные и вредные производственные факторы. Для защиты от воздействия этих факторов определены организационные методы, технические средства и средства индивидуальной защиты;

- рассмотрено обеспечение пожарной и техногенной безопасности, разработаны технические средства и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

- рассмотрены экологические факторы с разработкой мероприятий по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Операции 030 – Токарная (тонкая)</u> Производится тонкое точение наружной поверхности. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон мембранный. <u>Инструмент</u> – резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-хгранная, Т30К4</p> <p>То=2,640 мин Тшт=4,372 мин</p>	<p><u>Операция 030 – Круглошлифовальная (черновая)</u> Производится предварительное шлифование наружной поверхности. <u>Оборудование</u> – круглошлифовальный п/а, модель SHU-321. <u>Оснастка</u> – патрон мембранный <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный Круг шлифовальный 1 450x30x205 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>То=1,056 мин Тшт=2,707 мин</p>

Описанные, в таблице 5.1., условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для

правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 5000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом ТП не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [10], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 5.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по затратам, входящим в технологическую себестоимость, что дает право сделать предварительное заключение об эффективности предложений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

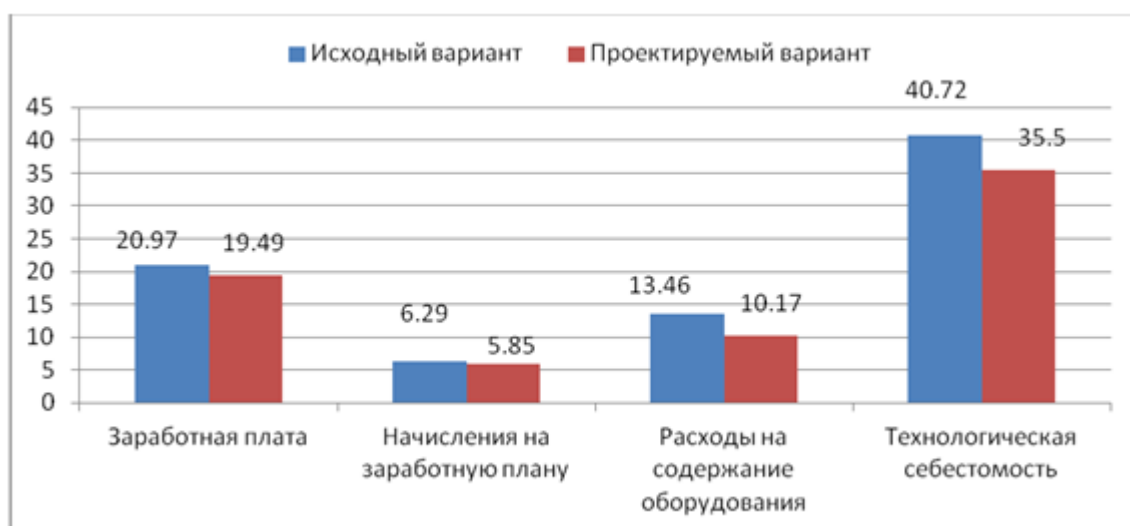


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 72651,77 руб., в состав которой входят затраты на приобретение нового оборудования, инструмента, проектирование технологического процесса, разработку программы для станков с ЧПУ и т.д.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [10], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Срок окупаемости инвестиций	T_{OK} , лет	3
2	Общий дисконтированный доход	$D_{OBSL.DISK}$, руб.	89968,32
3	Интегральный экономический эффект	$E_{INT} = ЧДД$, руб.	17316,55
4	Индекс доходности	ID , руб.	1,24

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно:

- получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 17316,55 руб.;

- рассчитано значение срока окупаемости – 3 года, который можно считать оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;

- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,24 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы были решены задачи сформулированные в начале работы и достигнуты цели поставленные во введении данной работы:

- разработан новый технологический процесс изготовления корпуса патрона для условий среднесерийного типа производства;
- снизилась себестоимость готовой детали;
- повысилось качество обработки;
- обеспечен заданный объем выпуска $N_T=5000$ шт.

Также в процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

- выбрана заготовка, полученная из штамповки с минимальными припусками на обработку;
- применено высокопроизводительное современное оборудование, например, станки ВСТ-625-21 CNC34, 3Т153F1, 3М227ВФ2S;
- применена современная технологическая оснастка;
- применен современный режущий инструмент;
- спроектирован патрон мембранный с пневмоприводом для внутришлифовальной операции;
- спроектировано захватное устройство промышленного робота.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 17316,55 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.
- 2 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
- 3 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
- 4 Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / А.А. Гусев, И.А. Гусева. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 416 с.
- 5 Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с.
- 6 Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учебное пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введение 1990-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. – 364 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..
- 11 Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

12 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

13 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 1/ А.Г. Косилова [и другие]; под редакцией А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

15 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 2/ А.Г. Косилова [и другие]; под ред. А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

16 Станочные приспособления: Справочник. В двух книгах. Книга 1./ Б.Н. Вардашкин; под редакцией Б.Н. Вардашкина [и других]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва : Машиностроение, 2012. - 352 с.

18 Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. [Электронный ресурс] / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.

19 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

20 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

21 Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник. / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 м., ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта представленного технологического процесса.

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1														
Добы.														
Взем.														
Подп.														
Введ.	Ульянов												01101.25225	1
Объём	Гулеев													XXXXXXX 10141.00001
Н. Конт. р.	Вит. Калогов													
M01 Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
M02	-	166	3,8			0,60	41211XXX	Ø165x125	1	6,4				
А	Цех	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	В.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт	Изм.
Б	Код, наименование оборудования				Обозначение документа									
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТИ 37.10.1.7034-93									
02Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	118	1	25	2,960
03														
04А	XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТИ 37.10.1.7034-93									
05Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	118	1	21	2,801
06														
07А	XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТИ 37.10.1.7034-93									
08Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	118	1	25	2,689
09														
10А	XXXXXX	020	4110	Токарная	ИОТИ 37.10.1.7034-93									
11Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	118	1	21	3,206
12														
13А	XXXXXX	025	4131	Ковалопил. фрезальная	ИОТИ 37.10.1.7419-85									
14Б	38132XXX		3Т153F1		2	18873	411	1Р	1	1	118	1	21	2,105
МК														

										ГОСТ 3.1118-82 Форма 1										
Дубль																				
Взам.																				
Годп.																				
																			2	4
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	Обозначение документа													
Б					СМ	Проф.	Е.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт	Инв.	Лит.					
01А	XXXXXX	030	4131	Корвалопилфрезальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
02Б	38132XXX			SHU-321	2	18873	411	1P	1	1	118	1	21	2,529						
03																				
04А	XXXXXX	035	4132	Внутришлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
05Б	38132XXX			3М227ВФ2S	2	18873	411	1P	1	1	118	1	21	2,642						
06																				
07А	XXXXXX	040	4132	Внутришлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
08Б	38132XXX			3М227ВФ2S	2	18873	411	1P	1	1	118	1	21	2,191						
09																				
10А	XXXXXX	045	4223	Координатно-расточная	ИОТ И 37.101.7026-89															
11Б	3816XXX			2627МПФ4	2	18632	411	1P	1	1	118	1	41	7,203						
12																				
13А	XXXXXX	050	4223	Координатно-расточная	ИОТ И 37.101.7026-89															
14Б	3816XXX			2627МПФ4	2	18632	411	1P	1	1	118	1	39	5,111						
15																				
16А	XXXXXX	055	0190	Слесарная																
17Б	XXXXXX			4407																
18																				
МК																				

ГОСТ 3.1404-86 Формы 3											
Дибл.											
Взам.											
Лодп.											
Р.кв.р.б.	Ульянов										
Д.р.р.а.	Гуляев										
Н. Кон. тр.	В.И.М.Р.О.В.										
Наименование операции		Материал		твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры	
4132 Внутршлифовальная		Сталь 38Х2МЮА		200 НВ		166		3,8		Ø165x125	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение проaramы		То		Тв.		Тшт.		СОЖ	
3М227ВФ2S		XXXXXX		1,026		1,376		21		Укринол-1	
P											
01	1. Установить и снять заготовку										
002	396111XXX- патрон мембранный										
T03	2. Шлифовать оте, выдерж. разм. 1										
O04	391810XXX-шлифовальный круг 5 25x30x8 91A F46 L 9 VA 35 м/с 2 шт. ГОСТ Р 52781-200739; 3120XXX- микроинтерферометр МИИ-6										
T05	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69; 393120XXX- приспособление мерительное с индикатором										
P07											
O08	3. Шлифовать торец, выдерж. разм. 2										
T09	391810XXX-шлифовальный круг 6 30x25x12 9 1A F46 L 9 VA 35 м/с 2 шт. ГОСТ Р 52781-2007; 3120XXX- микроинтерферометр МИИ-6										
T10	393120XXX- шаблон ГОСТ 2534-79; 393120XXX- приспособление мерительное с индикатором										
P11											
12											
ОКП											

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционные карты технологических эскизов.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.

Форм.	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
Аз.			17.07.ТМ.092.60.000.СБ.	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	17.07.ТМ.092.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	17.07.ТМ.092.60.002	Корпус патрона	1	
		3	17.07.ТМ.092.60.003	Мембрана	1	
		4	17.07.ТМ.092.60.004	Противовес	3	
		5	17.07.ТМ.092.60.005	Кулачок постоянный	3	
		6	17.07.ТМ.092.60.006	Кулачок сменный	3	
		7	17.07.ТМ.092.60.007	Опора	1	
		8	17.07.ТМ.092.60.008	Втулка	1	
		9	17.07.ТМ.092.60.009	Кожух	1	
		10	17.07.ТМ.092.60.010	Шпонка	3	
		11	17.07.ТМ.092.60.011	Стойка	3	
		12	17.07.ТМ.092.60.012	Толкатель	1	
		13	17.07.ТМ.092.60.013	Пластина	1	
		14	17.07.ТМ.092.60.014	Штифт	1	
		15	17.07.ТМ.092.60.015	Втулка	1	
				17.07.ТМ.092.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Вальд.	Ульянов				Патрон мембранный	Листов 1 3
Павл.	Гулеев					
И. Кочетов	Витковский				ТГУ, вр. ТМБз-1233	
Ульян.	Ложин					

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация, применительно к чертежу захватного устройства
промышленного робота.

