



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)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**  
**направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»**  
**профиль «Технологии, оборудование и автоматизация**  
**машиностроительных производств»**

Студент Авдошкина Ксения Олеговна гр. МСбз-1202

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса односторонних пневматических тисков

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «09» июня 2017 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертеж детали, годовой объем выпуска N=500 дет/год

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

*Титульный лист.*

*Задание. Календарный план. Аннотация. Содержание.*

*Введение*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование приспособлений*

*4) Безопасность и экологичность работы*

*5) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

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)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов  
(подпись)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН  
выполнения бакалаврской работы**

Студента Авдошкина Ксения Олеговна

По теме Технологический процесс изготовления корпуса односторонних тисков

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
<i>Описание исходных данных</i>	01.02.2017	25.01.2017	выполнено	
<i>Технологическая часть работы</i>	01.04.2017	23.04.2017	выполнено	
<i>Проектирование приспособления и режущего инструмента</i>	01.05.2017	20.04.2017	выполнено	
<i>Безопасность и экологичность работы</i>	15.05.2017	17.05.2017	выполнено	
<i>Экономическая эффективность работы</i>	15.05.2017	18.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

Д.А.Расторгуев

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (подпись)

К.О.Авдошкина

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Авдошкина Ксения Олеговна Технологический процесс изготовления корпуса односторонних тисков. ВКР. Тольятти: Тольяттинский государственный университет. 2017. - 68 с.

Ключевые слова: тиски, корпус, технология, отливка, базирование, маршрутная технология, станки, режущий инструмент, станочные приспособления.

В работе рассматривается разработка технологического процесса по изготовлению корпуса тисков. Выбран тип производства - мелко серийный, для которого спроектирована технология, операции, проведены расчеты с проектированием средств оснащения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
1. Описание исходных данных.....	7
2. Технологическая часть работы .....	15
3. Проектирование приспособления.....	33
3. Проектирование приспособления.....	33
4. Безопасность и экологичность работы.....	41
5 Экономическая эффективность работы .....	49
Заключение.....	53
Список используемой литературы .....	54
Приложение .....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Важное значение в современном машиностроении имеют корпусные детали. Они служат для относительной ориентации и направления других узлов и деталей. Работают они при больших усилиях и моментах.

Корпус тисков одностороннего действия (с одной губкой подвижной, другой – неподвижной).

Технологический процесс изготовления корпуса должен обеспечивать заданную точность, указанную на чертеже, высокую производительность и минимальную себестоимость. Для этого необходимо типовую технологию изменить, усовершенствовать.

Цель - разработать такой технологический процесс изготовления корпуса тисков, который бы обеспечил выпуск деталей в количестве 600 штук для мелкосерийного производства по заданным техническим требованиям.

Для эффективной обработки предложенной детали можно использовать агрегатные станки или многооперационные с ЧПУ. Агрегатные используются для проведения много инструментальных операций с последовательной обработкой блоками инструментов. Агрегатные головки могут быть оснащены в том числе и устройствами управления. Они позволяют организовать синхронизированные операции по поточному принципу организации. Но для переналадки на обработку других типов деталей они требуют значительного времени и затрат. Для мелко- и среднесерийного производства более эффективно применять многоцелевые и многооперационные станки. Тем более, что разнообразие обрабатываемых поверхностей по форме, размерам и положению требует большого количества инструментов и широкого диапазона изменения кинематических движений.

Более перспективно использование в техпроцессе многооперационного станка с наладочным приспособлением для изготовления корпуса тисков с современным режущим инструментом.

# 1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Анализ служебного назначения детали

Корпус тисков относится к базовым деталям, входит в конструкцию односторонних тисков у которых подвижная губка приводится в движение рычажным механизмом от диафрагменного пневматического привода.

Корпус ориентирует установленные на него детали и узлы относительно друг друга.

Снизу устанавливается диафрагменный привод. Диафрагма крепится винтами и поджимается крышкой. Изнутри она упирается в четыре пружины вставленные в четыре отверстия 20 мм. Воздух подается через отверстие сбоку с конической резьбой. Диафрагма – мембрана перемещает шток, который поворачивает рычаг, перемещающийся в пазу корпуса и поворачивающийся на оси, установленной в отверстии 14 мм. Сбоку этот паз закрыт крышкой, зафиксированной тремя винтами. На верхней площадке установлена направляющая плита, которая закрепляется на корпусе четырьмя винтами. По ней перемещается губка тисков, которая через шток связана с рычагом. Этот шток перемещается во втулке, которая запрессована в отверстие  $\varnothing 42H7$  мм. На верхнем уголке с круговым вырезом закрепляется четырьмя винтами нагубник.

Корпус испытывает при эксплуатации большие нагрузки, связанные с закреплением, а также возникающие при обработке закрепляемых заготовок.

По исполняемым функциям поверхности делятся на конструкторские базы:

- основные – плоскость установочная нижняя для установки всего изделия и четыре выреза в лапках для фиксации – закрепления;

- вспомогательные – все обрабатываемые поверхности кроме указанных выше, так как они служат для установки, и следовательно, для ориентации всех других деталей;

- исполнительные – поскольку деталь предназначена для ориентации устанавливаемых элементов, то они совпадают с группой вспомогательных конструкторских баз;

- все остальные - свободные.

Повышенную точность имеют отверстия под направляющую втулку, шток привода и отверстие под ось рычага. Повышенные требования задаются на поверхности базовые под губки: плоскость верхняя, поверхности уголка под нагубник. Здесь они связаны требованиями по расположению: параллельности и перпендикулярности.

Шероховатость должна соответствовать качествам и назначению..

На рисунках 1.1-1.4 на эскизах показаны все поверхности и обозначены. Вся информация по требованиям систематизирована в таблице 1.1.

## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Материал для изготовления корпуса тисков выбран серый чугун СЧ15 ГОСТ 1412-85. Химический состав показан в таблице 1.2.

Таблица 1.1 - Требования к поверхностям корпуса

Тип поверхности			Технические требования дополнительные			Шероховатость Ra, мкм	Размеры	
№	Вид	Форма	Вид	Допуск, мм	Ст. точн		Квалит. точн	Допуск, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ОКБ	П	п	0,02	7	2,5	13	
2	С	П				20	13	
3	ВКБ	П				6,3	13	

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	ВКБ	П				6,3	13	
5	С	П				6,3	13	
6	ВКБ	П				6,3	13	
7	ВКБ	П				6,3	13	
8	ВКБ	П				6,3	13	
9	ВКБ	П				1,25	13	
10	ВКБ	П				1,25	13	
11	ВКБ	П				20	13	
12	ВКБ	П				2,5	13	
13	ВКБ	П	пар	0,01	6	2,5	13	
14	ВКБ	ЦВ				6,3	10	
15	ВКБ	ЦВ				6,3	13	
16	С	ЦВ				6,3	13	
17	С	ЦВ				6,3	13	
18	ВКБ	ЦВ				6,3	13	
19	ВКБ	ЦВ	пер	0,016	6	1,25	7	0,021
20	ВКБ	Р				2,5	8	
21	ВКБ	Р				2,5	8	
22	ВКБ	Р				2,5	8	
23	ОКБ	ЦВ				6,3	13	
24	ОКБ	ЦВ				6,3	13	
25	ВКБ	ЦВ				6,3	13	
26	ВКБ	П	сим	0,012	6	2,5	7	0,018
27	ВКБ	Р				2,5	8	
28	ВКБ	Р				2,5	8	
29	ВКБ	ЦВ				6,3	13	
30	ВКБ	П				2,5	13	

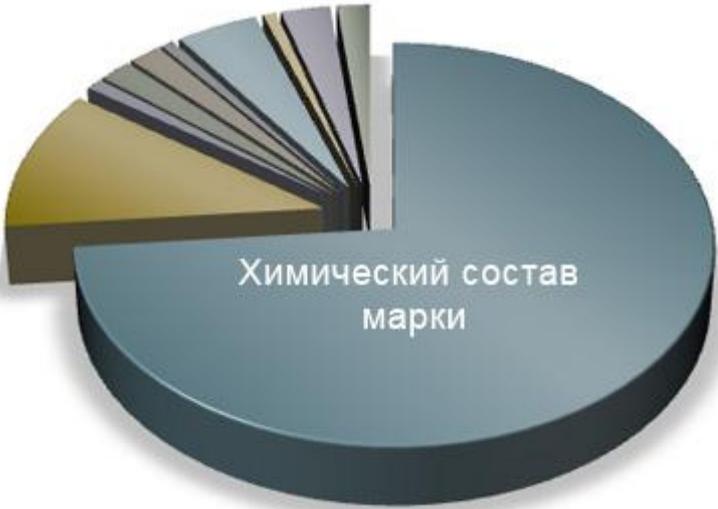
Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	ВКБ	ЦВ				2,5	7	0,018
32	ВКБ	ЦВ				1,25	7	0,025

Примечание по видам поверхностей: П – плоские; ЦВ – цилиндрические внутренние; Р – резьбовые.

В таблице 1.1 поверхности вспомогательные, они же являются также и исполнительными.

Таблица 1.2 - Химический состав в % чугуна СЧ15

Хим.элемент	Содержание, %	Диаграмма состава
<b>C</b>	3,5 - 3,7	
<b>Si</b>	2 - 2,4	
<b>Mn</b>	0,5 - 0,8	
<b>S</b>	до 0,15	
<b>P</b>	до 0,2	
<b>Fe</b>	~93	

Предел прочности:  $\sigma_{\text{сп}} = 150$  МПа.

Твёрдость по Бринеллю: НВ 163-229.

Сама деталь – корпус тисков представляет из себя отливку коробчатой формы из серого чугуна СЧ15.

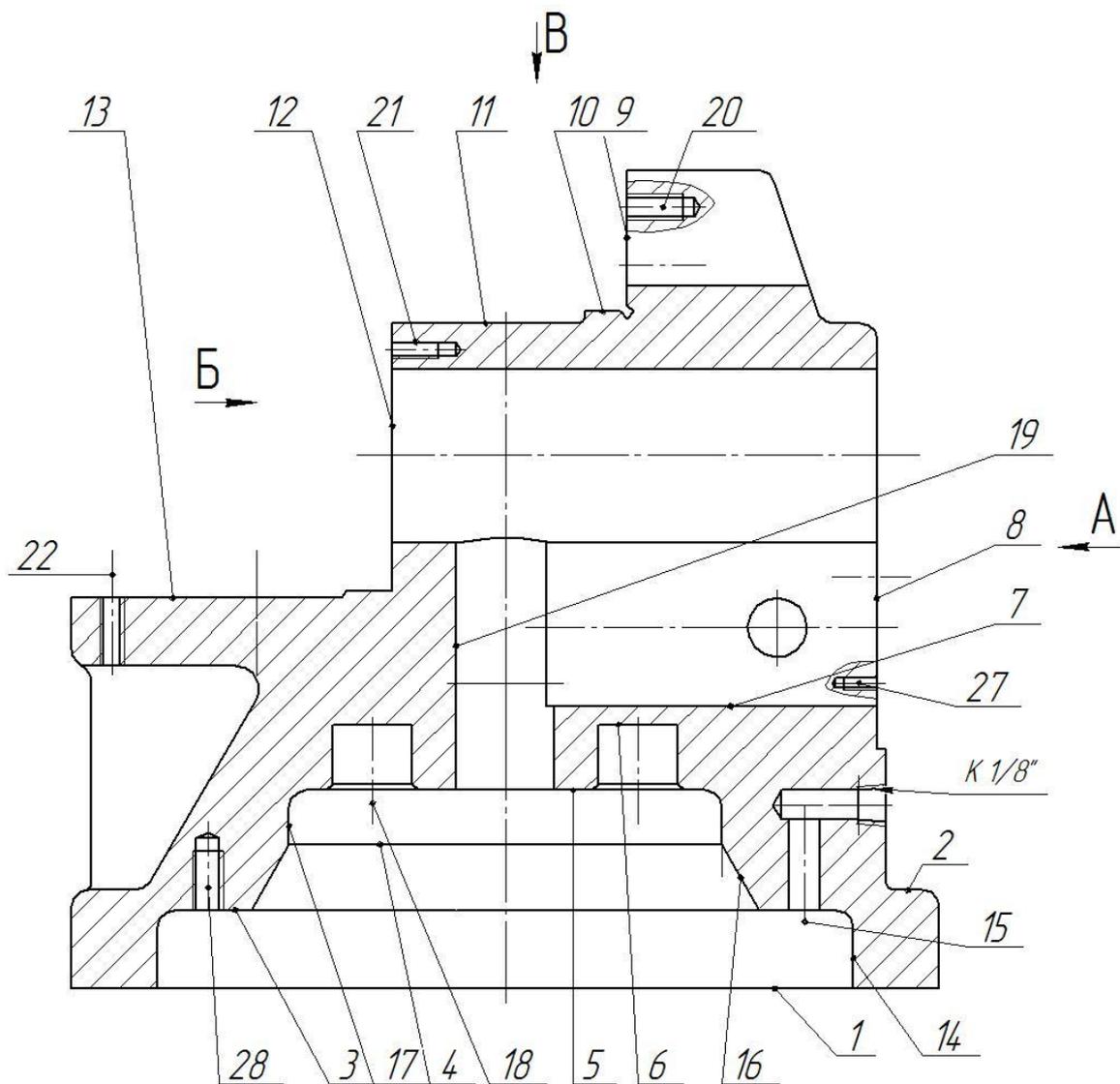


Рисунок 1.1 - Основной вид корпуса

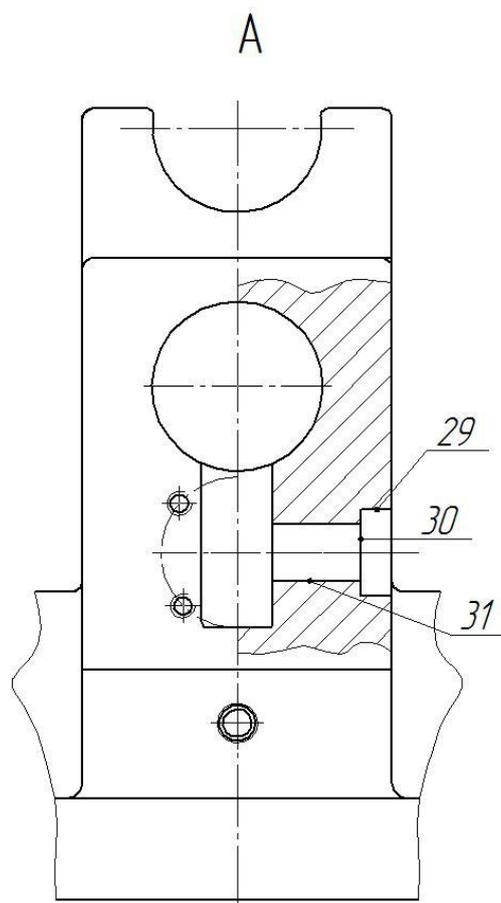


Рисунок 1.2 - Вид А на основном виде (рисунок 1.1)

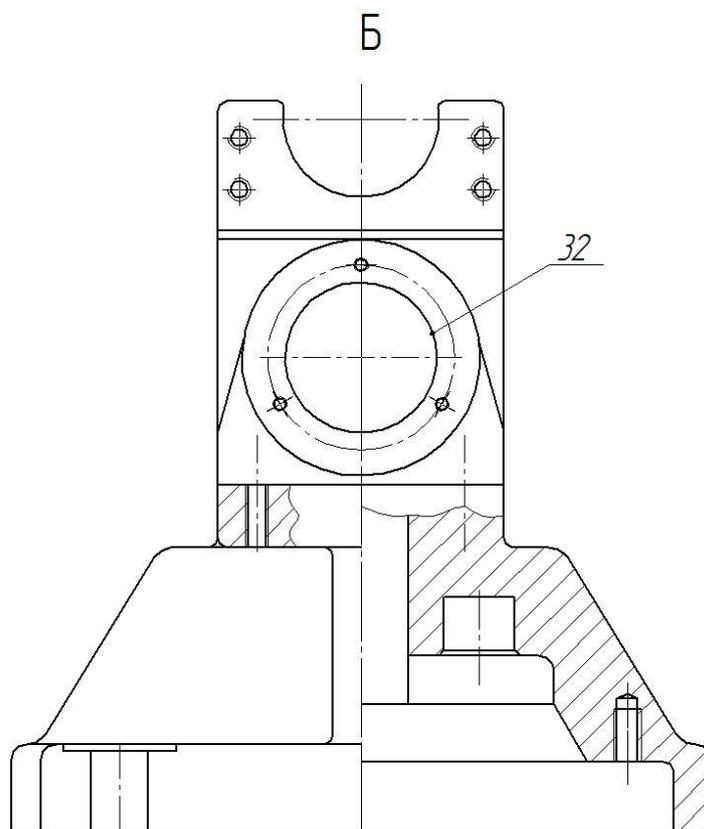


Рисунок 1.3 - Вид Б на основном виде (рисунок 1.1)

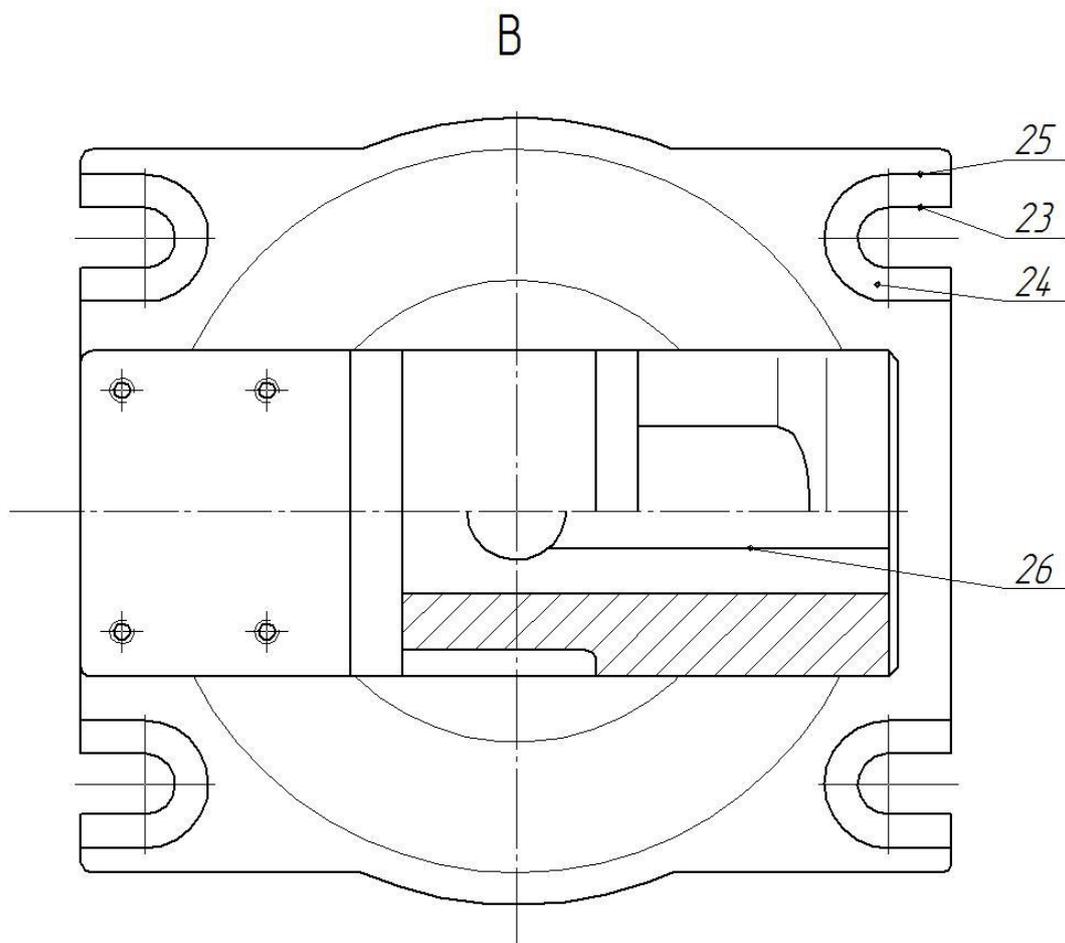


Рисунок 1.4 - Вид В на основном виде (рисунок 1.1)

Заготовка дает следующие критерии технологичности:

- обрабатываемость чугуна СЧ15 – хорошая;
- возможно получение заготовки рациональным способом.

Возможно как основа применение типового технологического процесса.

Инструментальная доступность не очень хорошая вследствие ограниченности доступа к внутренним поверхностям. Это требует переустановки заготовку, что усложняет оснастку, увеличивает время, снижает точность.

Поверхности, кроме установочного торца имеют небольшую протяженность

Корпус из чугуна и проходит после заготовительного этапа термическую обработку – отжиг релаксационный. По получению отливки - заготовка имеет не простую форму. Она имеет поднутрения. Это потребует дополнительных

плоскостей разъема, удорожает получение литейной формы, снижает точность отливки.

По точности требования не очень высокие – не выше 7 качества. Требования по шероховатости тоже умеренные.

### **1.3. Формулировка задач**

Задача работы: выбрать подходящую отливку, способ ее получения и спроектировать ее по стандартам, выбрать технологические методы обработки по достижению заданных требований и сформировать технологический маршрут под многооперационный станок и организацию операций по методу концентрации, под который подобрать высокопроизводительное оснащение и инструмент, контрольно-вспомогательное оснащение. Необходимо выявить наиболее трудные операции и усовершенствовать их.

Анализ типового техпроцесса показывает, что основную долю по эффективности изготовления обеспечивает черновая операция. Ее задача – получить базы технологические чистовые. Они в данной заготовке будут использоваться на все дальнейших операциях. В работе основное внимание будет уделяться разработке первой операции – обработке установочной базы – плоскости и отверстий под пальцы.

Для этого с одного установка необходимо обработать согласно определенному маршруту все главные базовые поверхности – отверстия и плоскость. По возможности – обработать все доступные с данного направления конструктивные элементы, чтобы в дальнейшем деталь не надо было кантовать.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1. Выбор стратегии проведения техпроцесса

Тип производства зависит от двух параметров: определенному по заданию объему выпуска и массы тисков.

Годовой объем выпуска  $N=500$  детали в год. Масса корпусной детали – 2,7 кг.

По [11] для таких параметров тип производства мелкосерийный.

Основная характеристика: форма организации – непоточная.

### 2.2. Выбор метода получения заготовки

Требуется выбрать исходную заготовку для корпуса тисков с материалом, серый чугун СЧ 12 ГОСТ 1412-85 при объеме выпуска 500 штук в год.

Для чугуна единственным способом получения исходной заготовки является литье. С учетом мелкосерийного типа производства можно использовать не дорогой способ литья – литье в землю или как еще его называют литье в песчано-глинистые формы.

Формирование литейной формы – опоки происходит в мелкосерийном производстве по деревянным моделям вручную, поэтому точность отливки не высокая (определим класс размерной точности отливки – 12 (по ГОСТу 26645-85)).

Другие точностные параметры: степень коробления –7; степень точности поверхности у отливки– 15. Ряд припусков - 8. Степень точности масс -13.

Литейные радиусы скруглений – 4 мм; литейные уклоны -  $5^{\circ}$ .

Масса отливки в песчаные формы будет составлять:  $m_3 = 3,2 \text{ кг}$

Тогда коэффициент использования материала будет равен:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3}, \quad (2.1)$$

где  $K_{\text{ИМ}}$  – коэффициент использования материала;

$m_0$  - масса корпуса, кг;

$m_3$  - масса отливки корпуса, кг.

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{2,7}{3,5} = 0,77 .$$

Рассчитанные аналитически припуски даны в таблице 2.1 со схемой на рисунке 2.1.

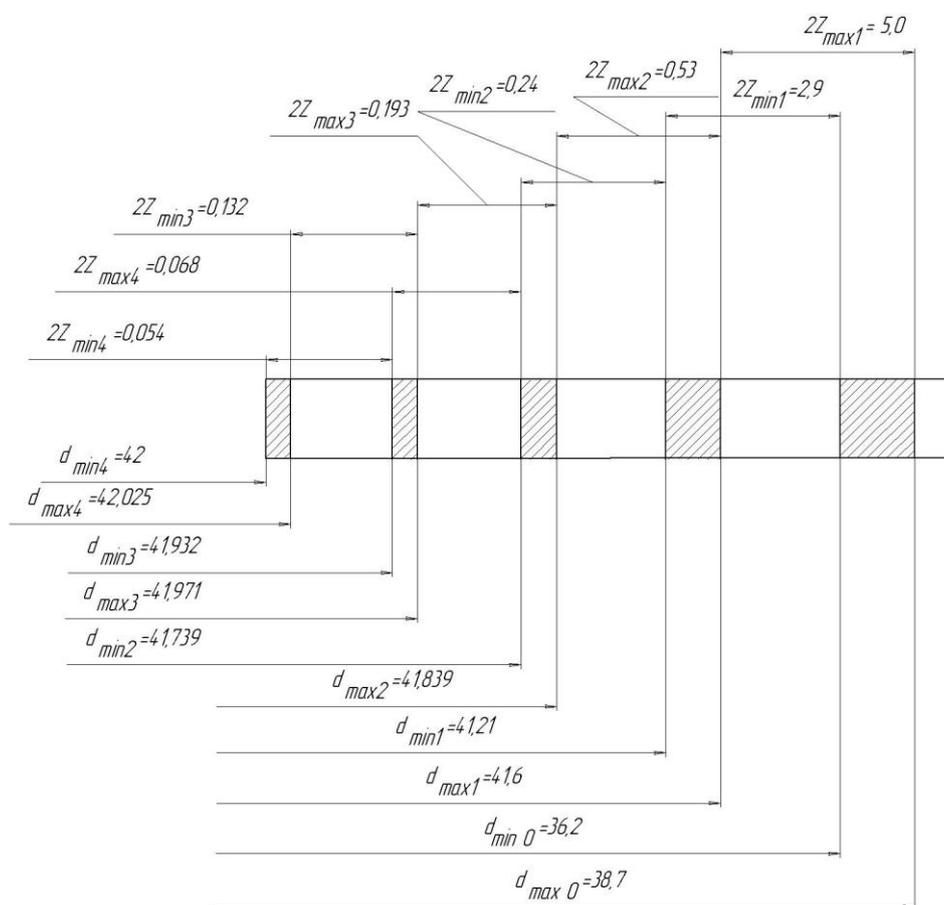


Рисунок 2.1 - Припуски с размерами для отверстия корпуса

Таблица 2.1 - Результат определения припусков по переходам для пов. тисков  $\varnothing 42H7 \begin{matrix} +0,025 \\ -0,000 \end{matrix}$

Переходы	Составляющие припуска, мкм				ТА, мм	IT	Припуски, мм		Предельные размеры	
	T	Rz	$\delta$	ey			Z <sub>min</sub>	Z <sub>max</sub>	D <sub>min</sub> , мм	D <sub>max</sub> , мм
1. Заготовка (поковка)	650		75 0		2.5	16			36.2	38.7
2. Растачивание черновое	-	60	45	250	0.39	13	2.9	5.0	41.21	41.6
3. Растачивание получистовое	-	30	30	40	0.1	10	0.24	0.53	41.739	41.839
4. Растачивание чистовое	-	10	15	20	0.039	8	0.132	0.193	41.932	41.971
5. Растачивание тонкое	-	6	8	8	0.025	7	0.054	0.068	42.00	42.025



Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
15	ЦВ	6,3	Сверл.	13
16	ЦВ	6,3	Раст. Черновое – Раст. Чистовое	13
17	ЦВ	6,3	Раст. Черновое – Раст. Чистовое	13
18	ЦВ	6,3	Сверл.	13
19	ЦВ	1,25	Сверл. – Зенкер. – Разверт.	7
20	Р	2,5	Сверл. – Нарез. рез. метчиком	8
21	Р	2,5	Сверл. – Нарез. рез. метчиком	8
22	Р	2,5	Сверл. – Нарез. рез. метчиком	8
23	ЦВ	6,3	Фр. Ч.	13
24	ЦВ	6,3	Фр. Ч.	13
25	ЦВ	6,3	Фр. Ч.	13
26	П	2,5	Фр. Ч. – Фр. Чист. (торцовое) – Шлиф. плоское	7
27	Р	2,5	Сверл. – Нарез. рез. метчиком	8
28	Р	2,5	Сверл. – Нарез. рез. метчиком	8
29	ЦВ	6,3	Раст. Черновое	13
30	П	2,5	Раст. Черновое	13
31	ЦВ	2,5	Сверл. – Зенкер. – Разверт.	7

Примечание:

где обозначение переходов Сверл.– сверление, Ф. – фрезерование черновое, Ф.ч. – фрезерование чистовое, Ф.т. – фрезерование тонкое, Р. – растачивание черновое, Р.ч. – растачивание чистовое, Р.т. – растачивание тонкое, Зенкер. – зенкерование, Разверт. – развёртывание, Нарез. рез. метчиком – нарезание резьбы метчиком.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут по изготовлению корпуса

№опер.	Наименование	Оборудование	Содержание	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Литейная машина	отливка	17	25
010	Многооперационная	Многооперац ионный V- 11Н	Позиция I: фрезерование черновое пов.1 Позиция II: фрезерование чистовое пов.1 Позиция III : сверление пов. 28 Позиция IV : нарезание резьбы пов. 28 Позиция V : сверление пов. 18,19 Позиция VI: зенкерование пов.18,19 Позиция VII : Растачивание пов. 3,14,16,5,17,4 Позиция VIII : Сверление пов.18 Позиция IX : растачивание чистовое пов. 3,14 Позиция X : развертывание пов. 18	12 9 12 8 12 9 12 10 7	12,5 2,5 6,3 3,2 6,3 3,2 12,5 6,3 3,2 1,25
020	Фрезерная	Горизонтальн о-фрезерный FW-350R	Фрезеровать начерно пов.23	13	12,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
			Фрезеровать пов. 25,24	12	12,5
			Сверление пов. 5	11	6,3
030	Многоопера ционная	Многооперац ионный V- 11Н	Позиция I: фрезерование черновое пов. 13,12,10,9,8 Позиция II: фрезерование чистовое пов.13,12,10,9,8 Позиция III : фрезерование тонко пов.13 Позиция IV : расточить пов. 32 начерно Позиция V : расточить пов. 32 начисто Позиция VI: расточить пов. 32 тонко	12 9 8 12 9 7	12,5 2,5 1,25 6,3 3,2 1,25
040	Многоопера ционная	Многооперац ионный V- 11Н	Позиция I: сверлить пов. 20,21,22,27,15 Позиция II: нарезать резьбу метчиком пов. 20,21,22,27,15	11 -	6,3 3,2
050	Многоопера ционная	Многооперац ионный V- 11Н	Позиция I: сверлить пов. 31 Позиция II: зенкеровать пов.31 Позиция III : развернуть пов.31 Позиция IV : фрезеровать пов. 7 начерно Позиция V : фрезеровать	12 9 7 11 7	6,3 3,2 1,25 3,2 1,25

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
			пов. 7 начисто Позиция VI: цековать пов. 29,30	12	12,5
060	Моечная				
070	Контрольная				

Таблица 2.4 – Выбор средств технологического оснащения(СТО)

№опер.	Наименование	СТО
1	2	3
010	Многооперационная	Стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71 2214-0008 Фреза d200, z=12 Т5К10 ГОСТ 24359-80 2214-0007 Фреза d200, z=12 Т15К6 ГОСТ 24359-80 2301-0820 Сверло d8 P6M5 ГОСТ 19546-74 2301-0810 Сверло d7 P6M5 ГОСТ 19546-74 2301-0906 Сверло d18 P6M5 ГОСТ 19546-74 2301-0920 Сверло d20 P6M5 ГОСТ 19546-74 2301-0928 Сверло d22 P6M5 ГОСТ 19546-74 2320-0507 Зенкер d19 BK8 ГОСТ 21583-76 2320-0523 Зенкер d23 BK8 ГОСТ 21583-76

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
		191421045 Оправка ТУ 2-035-775-80 2363-2061 Развертка d20 ВК6 ГОСТ 28321-89 2363-2066 Развертка d24 ВК6 ГОСТ 28321-89
020	Фрезерная	Стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71 2223-1234 Фреза d14, z=3 P8M3K6C ГОСТ 23247-78 2223-5262 Фреза d30 P8M3K6C ГОСТ 23247-78
030	Многооперационная	Стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71 2309-0037 Сверло d4.5 ВК8 ГОСТ 17275-71 2301-0820 Сверло d8 P6M5 ГОСТ 19546-74 2680-0003 Метчик К 1/8 ГОСТ 6227-80 2629-0005 Метчик ГОСТ 17927-72
040	Многооперационная	Стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71 2214-0505 Фреза d100, z=8 T15K6 ГОСТ 28719-90 191421332 Оправка ТУ 2-035-775-80 191421332 Оправка ТУ 2-035-775-80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
050	Многооперационная	Стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71 2301-3797 Сверло P18 ГОСТ 10903-77 2300-1814 Сверло d12 P6M5 ГОСТ 19545-74 2300-1817 Сверло d13 P6M5 ГОСТ 19545-74 ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89 2320-0507 Зенкер d19 BK8 ГОСТ 21583-76 2363-3398 Развертка d14 BK6 ГОСТ 1672-80 2223-2552 Фреза d16, z=4 P8M3K6C ГОСТ 23248-78 2350-0799 Цековка P6M5 ГОСТ 26258-87
060	Моечная	
070	Контрольная	

Для корпуса тисков были выбраны технологические переходы на все обрабатываемые поверхности. Следующим этапом является их группирование по однородности методов обработки и характеру. Результат группирования показан в таблице 2.3. Оборудование и оснастка в таблице 2.4.

Для базирования на первой операции используется отверстие под шток и две плоскости. Все эти поверхности являются явными базами. На первой операции обрабатываются плоскость и отверстия под установочные пальцы.

## 2.4. Проектирование технологических операций

### 2.4.1. Расчёт режимов резания

На 010 многооперационную операцию расчёт режимов резания проведем аналитическим методом по формулам. На остальные переходы режимы назначаются таблично.

Операция выполняется на многооперационном вертикальном станке V-11Н со следующими переходами:

- 1 – (вспомогательный) загрузка – выгрузка заготовки;
- 2 – черновое фрезерование установочной плоскости;
- 3 – чистовое фрезерование установочной плоскости;
- 4 – сверление отверстия  $d=22$  мм;
- 5 – растачивание черновое по контуру сложной выточки;
- 6 - растачивание чистовое по контуру сложной выточки;
- 7 - сверление отверстий под резьбу М 8;
- 8 – нарезание резьбы М 8;
- 9 - зенкерование отверстия  $d=23$  мм;
- 10 – сверление  $d=18$  мм;
- 11 – зенкерование  $d=19$  мм;
- 12 - развертывание  $d=20$  мм.

Все переходы выполняются последовательно друг за другом. Они показаны на листе технологических наладок. Для установки заготовки на эту операцию спроектировано приспособление.

Расчет режимов резания на черновое фрезерование:

Подача на зуб для торцевой фрезы диаметров 63 мм и числом зубьев 12:  
 $S_z = 0,15$  мм/зуб.

Глубина резания:  $t = 1,6$  мм.

Рассчитываем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v, \quad (2.1)$$

где:

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{uV} \cdot K_{nV},$$

где:  $K_{mV}$  – табличный коэффициент, для чугуна – материала заготовки,

$$K_{mV} = 1;$$

$K_{uV}$  – коэффициент по инструментальному материалу инструмента,  $K_{uV} =$

$$1;$$

$K_{nV}$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки,

$$K_{nV} = 0,83;$$

$B$  – параметр по ширине фрезерования, мм;

$Z=6$  - количество зубьев у фрезы;

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

Коэффициенты, входящие в формулу (2.1) имеют следующие числовые значения:

$$C_v = 445, q = 0,2, x = 0,15, y = 0,35, u = 0,2, p = 0, m = 0,32.$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V_1 = \frac{445 \cdot 63^{0,2}}{90^{0,32} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,15^{0,35} \cdot 35^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,83 = 177 \text{ м/мин};$$

Рассчитаем частоту вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.2)$$

$$n_1 = 1000 \cdot 177 / 3,14 \cdot 63 = 893 \text{ об/мин.}$$

Принимаем  $n_1 = 893$  об/мин.

При выбранной подаче на зуб  $S_z$ , мм/зуб и принятой частоте вращения шпинделя  $n$ , об/мин подача на оборот:

$$S_{o1} = S_{z1} \cdot z = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ мм/об.}$$

Минутная подача

$$S_{\text{мин1}} = S_{z1} \cdot z \cdot n_1 = 0,15 \cdot 6 \cdot 893 = 804 \text{ мм/мин.}$$

Рассчитаем составляющие силы резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w}; \quad (2.3)$$

где: коэффициенты, входящие в формулу (2.3) имеют числовые значения:

$$C_p=54,5, x=0,9, y=0,74, u=1,0, q=1,0; w=0.$$

Произведем расчет:

$$P_{z1} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,6^{0,9} \cdot 0,15^{0,74} \cdot 30^{1,0} \cdot 6}{63^{1,0} \cdot 893^0} = 710 \text{ Н.}$$

По наибольшим значениям сил резания и значению скорости резания рассчитывается мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (2.4)$$

Мощность резания:

$$N_2 = \frac{710 \cdot 177}{1020 \cdot 60} = 2,1 \text{ кВт} < 16 = 0,8 \cdot 20 \text{ кВт}.$$

Полученная мощность меньше мощности по паспорту станка, следовательно, выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания.

Расчет режима резания аналогично на чистовое фрезерование.

Глубина резания на этом переходе равна  $t = 0,4$  мм. Подача табличная на зуб у фрезы  $Sz.t = 0,05$  мм/зуб.

Тогда расчетная скорость резания:  $V = 332$  м/мин.

И частота вращения инструментального шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 332}{3,14 \cdot 63} = 1677 \text{ об/мин}.$$

Силовые режимы заведомо слабее, чем на черновом переходе, поэтому силовую проверку не проводим.

Рассчитываем режимы резания при сверлении в размер  $\varnothing 22$  мм на глубину 59 мм.

Глубина сверления:  $t = 11$  мм.

Подача:  $S = 0,35$  мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot S^y} K_v \text{ (м/мин)}, \quad (2.5)$$

где  $C_v = 17,1$ ;  $q = 0,25$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,4$  – коэффициент и показатели степени, учитывающие условия обработки;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{ev}, \quad (2.6)$$

где

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv};$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1.3},$$

$nv = 1,3$  – показатель степени.

$$K_{mv} = 1; K_{nv} = 1; K_{ev} = 1.$$

$$K_v = 1.$$

При стойкости сверла  $T = 30$  мин,

$$V = \frac{17,1 \cdot 22^{0,25}}{30^{0,125} \cdot 0,35^{0,4}} = 37 \text{ м / мин}.$$

Частота вращения сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot 37}{3,14 \cdot 22} = 536 \text{ об / мин}.$$

Его и принимаем.

В сводную таблицу 2.5 занесем все режимы по переходам на 010 операции, рассчитанные по [2, 19].

#### 2.4.2. Расчёт норм времени

Для нормирования операции определяется штучное время [20]:

$$T_{шт} = T_o + T_s + T_{обс} + T_{отд} + T_{орг}, \text{ мин.} \quad (2.7)$$

где  $T_o$  - операционное время на обработку, мин;

$T_{обс}$  - время на различное техническое обслуживание оборудования, мин;

$T_{отд}$  - время для персонала на отдых, мин;

$T_g$  - вспомогательное время, мин.

Таблица 2.5 - Сводная таблица режимов обработки на 010 операции

№ п/п	Содержание переходов	t, мм	Vм/мин.	n об/мин	S мм/мин	N, кВт	S мм/об
1	Фрезерование черновое	1,6	177	893	804	2,1	0,9
2	Фрезерование плоскости (чистовое)	0,4	332	1677	503	0,5	0,3
3	Сверление	11	37	536	188	2,4	0,35
4	Растачивание по контуру черновое	1,8	107	205	88	1,5	0,43
5	Растачивание тоже чистовое	0,3	173	333	60	0,2	0,18
6	Сверление под резьбу	3,5	34	1800	450	0,46	0,25
7	Нарезание резьбы	1	29	1171	293	0,5	0,25
8	Зенкерование	0,5	26	344	310	0,02	0,9
9	Сверление	9	45	624	156	2,3	0,25
10	Зенкерование	0,5	26	344	310	0,02	0,9
11	Развертывание	0,5	26	326	65	-	0,2

$$T_g = T_{yc} + T_{yn} + T_{из} \quad (2.8)$$

где  $T_{yc}$  - время для установки заготовки в приспособление, мин.;

$T_{yn}$  - время выделяемое на управление оборудованием, мин.;

$T_{из}$  - время отведенное на измерения, мин.

В данном случае время на управление станком: необходимо включить, после выключить вращение и перемещения  $T_{yn} = 0,04 \text{ мин.}$ ; время для установки и последующего зажима заготовки:  $T_{yc} = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ мин.}$ ; время для операционных измерений:  $T_{из} = 0,2 \text{ мин.}$  Общее время с учетом коэффициента серийного производства 1,85

$$T_g = (0,04 + 0,25 + 0,2)1,85 = 0,9 \text{ мин.}$$

Время для отдыха по [15]

$$T_{отд} = 0,05\% (T_o) \quad (2.9)$$

и время, выделяемое на обслуживание рабочим своего места

$$T_{обсл} = 0,06\% (T_o) \quad (2.10)$$

Основное-машинное время для сверления, зенкерования, развёртывания:

$$T_o = \frac{L_{px}}{n \cdot S_o}, \quad (2.11)$$

где  $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача на оборот шпинделя, мм/об;

$$L_{px} = L_p + L_{вр} + L_{пер}, \quad (2.12)$$

Где:  $L_p$  – длина у обрабатываемой поверхности заготовки, мм;

$L_{px}$  - длина рабочего хода инструмента, мм;

$L_{вр}$  – величина на врезание инструмента, мм;

$L_{пер}$  – величина для перебега у инструмента, мм

Для фрезерования:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_m} \text{ мин.}, \quad (2.13)$$

где  $S_m$  – минутная подача, мм/мин;

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n \text{ мм/мин,}$$

где:  $S_z$  – подача (справочная) на зуб у фрезы, мм/зуб;

$z$  – количество зубьев у фрезы.

Штучное время находим по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{п-з}/n + T_o + T_{всп.} + T_{отд} + T_{обсл.} \text{ мин,} \quad (2.14)$$

где  $T_{всп.}$  – вспомогательное время, мин. Для серийного производства определяем штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт}, \quad (2.15)$$

Где:  $T_{п.з.}$  – время подготовительно - заключительное, мин.;

$n_3$  – партия запуска деталей, шт.

$$n = \frac{Na}{254}, \quad (2.16)$$

где  $N$  – годовой объем выпуска, шт.;

$a$  – периодичность запуска, дней.

$$n = \frac{500 \cdot 24}{254} = 47 \text{ дет.}$$

$$T_{шт-к} = \frac{30}{47} + 6,9 + 0,9 + 0,76 = 9,2 \text{ мин.}$$

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Сбор данных для проектирования

Вид заготовки и материал: отливка песчано-глинистые формы, серый чугун СЧ15, предел прочности на растяжение:  $\sigma_B=150$  МПа.

Вид обработки – черновое фрезерование.

Материал и геометрия инструмента: 2214-0008 фреза торцовая  $d=200$ ,  $z=12$  Т5К10 ГОСТ 24359-80.

Режимы резания (расчет - раздел 2):

Подача  $S = 0,9$  мм/об;

Снимаемый припуск  $t = 1,6$  мм;

Скорость фрезерования  $V = 177$  м/мин.

Тип приспособления – одноместное специализированное наладочное со сменными опорами и прихватами.

#### 3.2 Расчет сил резания

Расчет сил резания выполнялся в разделе 2. Тангенциальная составляющая силы резания:  $P_z = 710$  Н;

Составляющая радиальная [19]

$$P_y = 0,3P_z \quad (3.1)$$

$$P_y = 0,3 \cdot 710 = 213 \text{ Н.}$$

Из расчетов силы резания равны  $P_z = 710$  Н,  $P_y=213$  Н.

Составляющие силы резания:

$$P_h = 0,4 \cdot P_z = 284 \text{ Н;}$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_z = 639 \text{ Н.}$$

### 3.3. Расчет силы для зажима заготовки

В процессе обработки на заготовку действуют составляющие силы резания и силы зажима (рисунок 3.1) [3]. Силы резания стремятся вырвать заготовку из зажимных элементов. Силы зажима препятствуют этому. Условие для уравнивания моментов от сил зажима и от сил резания определяет необходимое исходную силу закрепления (с учетом справочного коэффициента запаса). Корпус тисков устанавливается консольно по отверстию, от поворота упирается в торец.

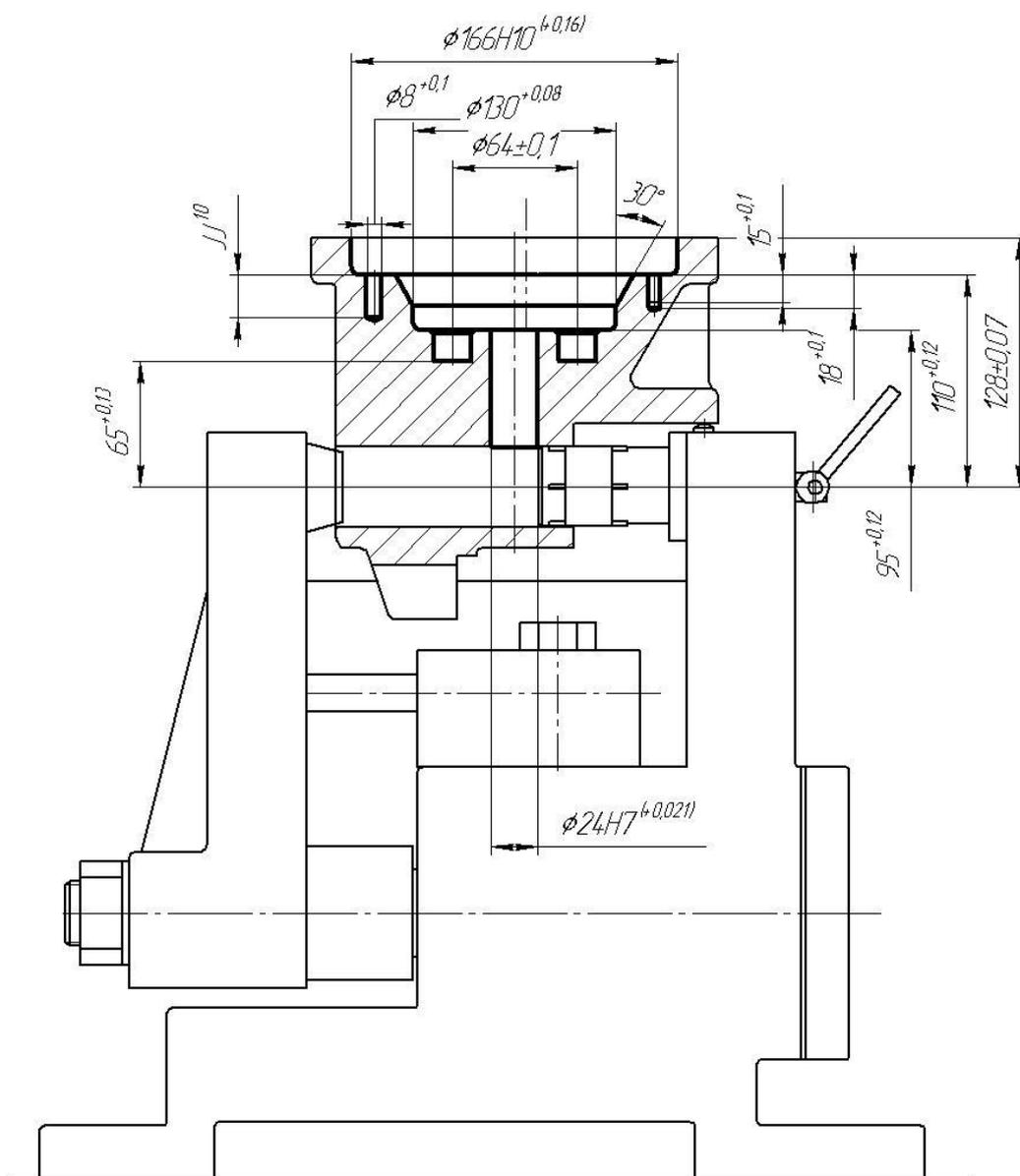


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз

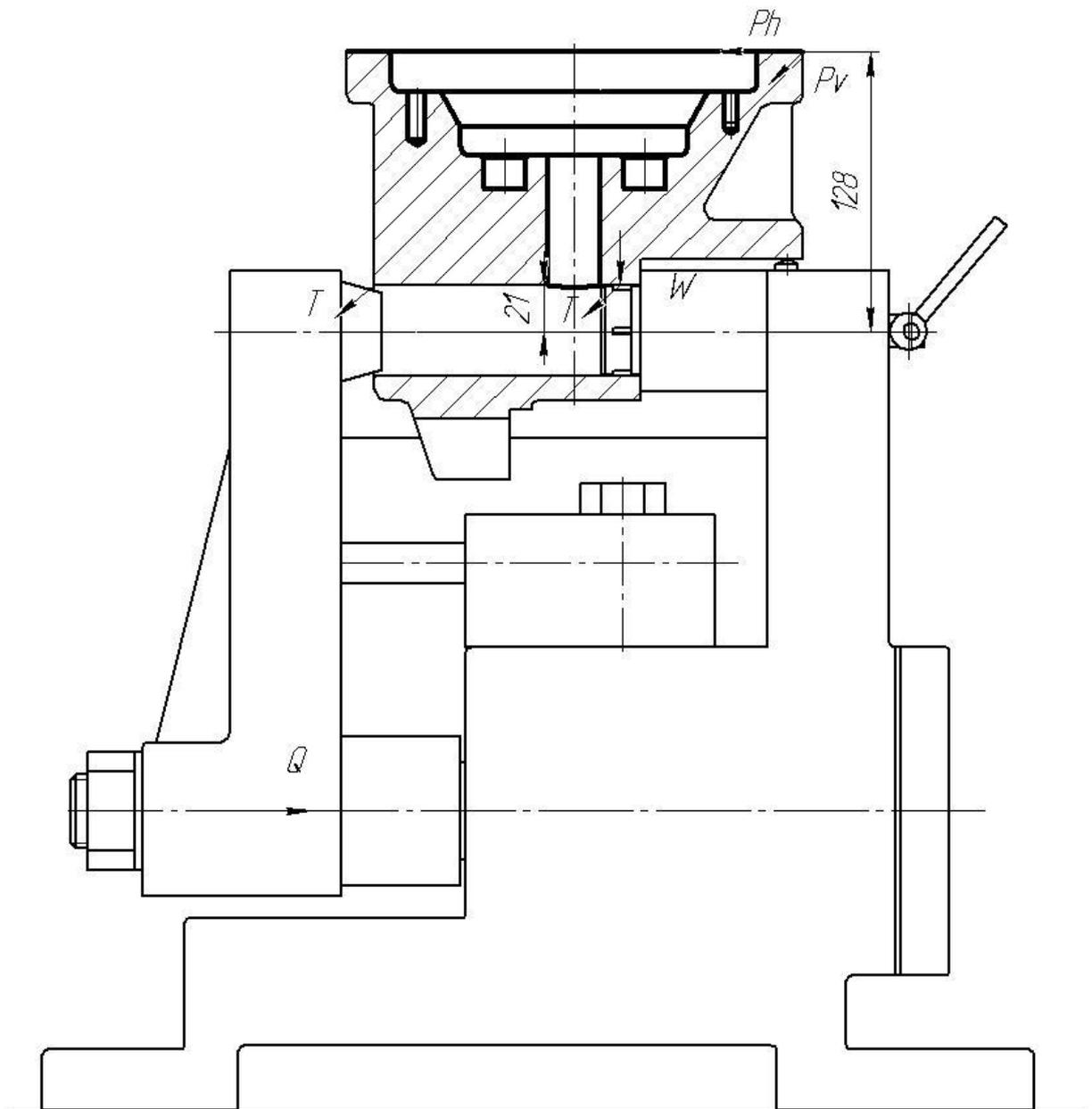


Рисунок 3.2 - Схема сил резания и зажима

Крутящий момент резания, возникающий под действием касательной составляющей у силы фрезерования поворачивает корпус на опорном пальце относительно нее [7]:

$$M_{PPz} = P_h \cdot L_0 + P_v \cdot L_1; \quad (3.3)$$

где  $P_h, P_v$  — составляющие силы резания, Н;  
 $L_0, L_1$  — плечи действия сил, м (0,128 м).

От опрокидывания заготовки корпуса предохраняет момент от силы закрепления:

$$M_3 = 2T \cdot d = 2W \cdot d \cdot f ; \quad (3.4)$$

где  $W$  – суммарная сила зажима, Н.

$f$  – рабочий коэффициент трения между рабочей поверхностью прижима и заготовкой;

$T$  – сила трения, Н.

Выразим из равенства моментов резания  $M_p$  и закрепления  $M_3$  необходимую силу зажима:

$$W_{pz} = \frac{k \cdot (P_h \cdot L_0 + P_v \cdot L_1)}{f \cdot d} ; \quad (3.5)$$

где  $k$  – коэффициент запаса.

Его значение находится с учетом конкретных условий технологической операции и определяется из формулы [19]:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 ; \quad (3.6)$$

Где:  $k_0$  – минимально гарантированный коэффициент запаса,  $k_0=1,5$ ;

$k_1$  – для черновой обработки учитывается рост силы резания из-за неравномерного припуска,  $k_1 = 1,2$ ;

$k_2$  – рост силы зажима из-за износа режущего инструмента,  $k_2 = 1.2$ ;

$k_3$  – для фрезерования учитывается рост силы резания при прерывистой обработке,  $k_3 = 1,2$ ;

$k_4$  – для постоянной силы зажима механизированного зажимного механизма,  $k_4 = 1$ ;

$k_5$  – эргономический коэффициент: для механизированного приспособления,  $k_5 = 1$ ;

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 2,6.$$

Коэффициент трения  $f$  между заготовкой и прихватом определяется материалами и состоянием рабочей поверхности. Для рифленой рабочей поверхности прижима  $f = 0,3$ .

После подстановки в формулу исходных данных:

$$W = \frac{2,5 \cdot (284 \cdot 0,128 + 639 \cdot 0,128)}{2 \cdot 0,3 \cdot 0,021} = 23441 \text{ Н}$$

Для дальнейших расчетов примем  $w = 23441 \text{ Н}$ .

Величина силы зажима  $W_1$ , которая приложена к зажиму, определяется из формулы:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)} \quad (3.7)$$

Где:  $l_1$  – вылет зажима, м;

$H_k$  – длина направляющей прихвата, м;

$f_1$  – коэффициент трения прихвата в направляющих корпуса приспособления. Для полусухого трения материалов контактирующей пары (сталь по стали) примем  $f_1 = 0,1$ .

Значения вылетов и длин направляющих  $l_1$  и  $H_1$  примем для расчетов конструктивно по чертежу. Принимаем длину  $H_K = 100$  мм с вылетом  $l_{\hat{E}} = 50$  мм.

Подставим все данные в формулу (3.7):

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)} = 23441 / 0,95 = 26647H .$$

### 3.4. Расчет для силового привода

Для создания в данном случае, с учетом выбранной схемы закрепления, исходного усилия ( $W=Q$ ) в конструкции приспособлении задействован силовой привод. Он встроен в корпус приспособления. Для компактности применим гидравлический привод. Его диаметр находится из формулы:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.8)$$

где  $P$  – давление рабочей среды, МПа. Принимаем  $P= 5$  МПа.

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{26647}{5}} = 79 \text{ мм.}$$

Округляем до стандартного  $D = 100$  мм.

Ход поршня у гидроцилиндра определяем конструктивно для свободного извлечения заготовки с установочного пальца.

### 3.5. Расчет погрешности установки заготовки корпуса в приспособлении

Для определения погрешности установки заготовки корпуса в спроектированном приспособлении найдем погрешности у кулачка  $e1$ , и погрешности его установки относительно основания корпуса приспособления  $e2$ . Конструктивно принимаем его равным:

$$\varepsilon_y = e1 + e2 = 0,025 + 0,025 = 0,05 \text{ мм.} \quad (3.9)$$

### **3.7. Описание конструкции приспособления**

Приспособление служит для: первое – базирования, ориентации на станке и, второе - фиксации заготовки корпуса на многоцелевой первой операции.

Разработанное и представленное на листе приспособление для первой операции содержит корпус 1 в которой в отверстии перемещается поршень 2 на котором гайкой 31 крепится шток 3. На корпусе 1 установлена плита 11, закрепленная винтами 23 к корпусу. В ней проходят направляющие 10, которые с двух сторон зафиксированы гайками 33 на прихвате 4. Он закреплен на штоке 3 гайкой 21. В верхнем отверстии базовый палец 5 подпружинен пружиной 35, упирающейся в винт 32. В кронштейне корпуса 1 в отверстии запрессован палец установочный 6. Внутри него проходит шток – клин 15, на который опираются кулачки 13, сжатые кольцом 12. Шток – клин 15 опирается через эксцентрик 17 с ручкой и ось 16 на корпус 1. Отверстие гидроцилиндра в корпусе закрыто крышкой 7 зафиксированной винтами 28. Для герметизации используются уплотнения и манжеты 19,20.

Приспособление работает следующим образом. Заготовка устанавливается на установочный палец 6, упирается в палец опорный 14, эксцентриком 17 затягивается шток-клин 15, центрируя заготовку. Подается давление в левую полость цилиндра, шток 3 с поршнем 2 перемещаются вправо, фиксируя заготовку базовым пальцем 5. Этот палец проводит и осевое замыкание и фиксацию от поворота. Разжим происходит в обратном порядке.

### **3.8. Проектирование контрольного приспособления**

В разделе проектируется приспособление для контроля отклонения от параллельности отверстия под шток относительно установочной плоскости.

Для конструирования принимается схема с перемещением ножки цифрового индикатора, закрепленного на стойке 1 по оправке, которая установлена в отверстии корпуса, который поворачивается на столе на опоре 3,

опирающейся на сферический упор 8 в подшипниках 7. Это позволяет не переставлять деталь, а поворачивать плиту.

Приспособление состоит из поворотной плиты 2. На нее устанавливается корпус. Плита 2 центрируется на опоре 3, которая опирается на сферический упор 8 и центрируется во втулке 7. Последняя запрессована в корпусе 9. На нем установлена индикаторная стойка 1 с индикатором.

Измерение проводят следующим образом. Корпус устанавливается на плиту 2. В отверстие помещается оправка. На нее устанавливается ножка цифрового индикатора, обнуляется. Далее плита поворачивается с аналогичной фиксацией ножки индикатора на оправке. Разница показаний и есть величина не параллельности. Разница между максимальным //1 и минимальным //2 значениями равна отклонению от параллельности на измеренном участке  $L$ . Для всей поверхности это будет равно

$$\Delta_{//} = \frac{//1 - //2}{L} L_{\text{изм}}, \quad (3.10)$$

Где  $L_{\text{изм}}$  – длина нормируемой поверхности, мм.

Погрешность приспособления складывается из зазора в подшипнике и возможном его повороте, погрешности датчика и отклонению от параллельности верхней и нижней опорной поверхностей установочной плиты. В сумме (метод неполной взаимозаменяемости) это составит 3 мкм.

## 4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Объект – техпроцесс изготовления корпуса из серого чугуна.

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Фрезерование. Сверление, нарезание резьбы, расточивание	Многооперационная	Оператор станка с ЧПУ	Многооперационный V-11Н	Чугун СЧ15, СОЖ
2.	Заготовительный	Литье	Литейщик	Литейная машина	Чугун СЧ15

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

№ п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Многооперационная	Подвижные элементы, пыль и испарения; шума с вибрацией	Многооперационный V-11Н
2	Заготовительная операция (литье)	Высокая температура	Литейная машина

## 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного	СИЗ работающего
1	2	3	4

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		фактора и/или опасного производственного фактора	
1.	Высокая температура	Соблюдать температурный режим при обработке, использовать защитные и предохранительные устройства	Спец.одежда
2.	Подвижные элементы	Соблюдать правила безопасности/ Оградить опасную зону	
3.	Пыль и испарения	Применить приточно-вытяжную вентиляцию	
4.	Шум с вибрацией	Отладка станка/гашение колебаний	

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

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
	подразделе ние				
1	Литейный участок; Механичес кая обработка	Литейная машина; Многоопера ционный V- 11Н; Горизонталь но- фрезерный FW-350R	Пожары, связанные с воспламени ем и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправнос ть электропров одки; пламя и искры; возгорание промасленно й ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрическ ого напряжения на токопровода щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

С редства первич ного пожаро тушени я	Средств а мобиль ного пожаро тушени я	Установ ки стацион арного пожаро тушени я и/или	Средств а автомат ики для пожаро тушени я	Оборуд ование для пожаро тушени я	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротуше ния (механизиров анный и	Сигнализ ация, связь и оповещен ие при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
		пожаро тушащи е систем ы				немеханизир ованный)	
Огнет ушите ли, ящики с песко м, пожар ные краны	Пожар ные автомо били и пожар ные лестни цы	Систе мы пенног о пожар отуше ния	Техни ческие средст ва опове щения и управл ения эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные	Напор ные пожар ные рукава и рукавн ые развет вления	Веревки пожарные карабины пожарные противога зы, респирато ры	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автомат ические извещат ели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Операции механической обработки Многооперационный V-11Н Горизонтально-фрезерный FW-350R	Хранение ветоши в негорючих ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	производственног о здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	(опасные и вредные выбросы в воздух)	водяного снабжения, сточные воды)	почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Комплексн ая механичес кая обработка	Многооперацио нный V-11Н Горизонтально- фрезерный FW- 350R	Пыль стальная, окалина	Взвешенные вещества, нефтепродукт ы, СОЖ	Складирование в металлических контейнерах

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Комплексная обработка
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«Сухие» механические пылеуловители
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Замкнутый цикл водоснабжения

Продолжение таблицы 4.7

1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Захоронение отходов Металл на переработку

4.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В данном разделе приведены характеристики технологического процесса изготовления корпуса тисков, меры по безопасности и обеспечению экологичности.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

В предыдущих разделах был описан технологический процесс изготовления корпуса, который имеет ряд недостатков и которые можно устранить путем его совершенствования. Чтобы иметь четкое представление об обоснованности этого совершенствования необходимо провести экономическое сравнение рассматриваемых вариантов технологического процесса.

Для этого представим краткое описание существующего и предлагаемого технологического процесса в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Описание изменений технологического процесса по сравниваемым операциям

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p style="text-align: center;"><u>Операция 010 – Вертикально-фрезерная</u></p> <p><u>Оборудование</u> – Вертикально-фрезерный станок, модель 2777В.  <u>Оснастка</u> – СНП.  <u>Инструмент</u> – фреза торцевая</p> <p><math>T_O = 3 \text{ мин.}; T_{шт-к} = 5,1 \text{ мин}</math></p>	<p style="text-align: center;"><u>Операция 010 – Многооперационная</u></p> <p><u>Оборудование</u> – Многооперационный станок, модель V-11Н.  <u>Оснастка</u> – СНП.  <u>Инструменты</u>: оправка – ТВК6 – <math>T_O = 2,4 \text{ мин.}</math>; сверло – Р6М5 – <math>T_O = 1,6 \text{ мин.}</math>; зенкер – Р6М5 – <math>T_O = 0,3 \text{ мин.}</math>; развертка – Р6М5 – <math>T_O = 0,2 \text{ мин.}</math>; метчик – Р6М5 – <math>T_O = 0,3 \text{ мин.}</math></p> <p><math>T_{шт-к} = 2,8 \text{ мин.}</math></p> <p><u>Инструменты</u>: фреза торцевая – <math>T_O = 2,7 \text{ мин.}</math>; оправка расточная – <math>T_O = 6,9 \text{ мин.}</math></p> <p><math>T_{шт-к} = 9,2 \text{ мин.}</math></p>
<p style="text-align: center;"><u>Операция 015 – Вертикально-сверлильная</u></p> <p><u>Оборудование</u> – Вертикально-сверлильный станок, модель 2705П.  <u>Оснастка</u> – СНП.  <u>Инструменты</u>: оправка – ТВК6 – <math>T_O = 2,6 \text{ мин.}</math>; сверло – Р6М5 – <math>T_O = 1,8 \text{ мин.}</math>; зенкер – Р6М5 – <math>T_O = 0,5 \text{ мин.}</math>; развертка – Р6М5 – <math>T_O = 0,5 \text{ мин.}</math>; метчик – Р6М5 – <math>T_O = 0,3 \text{ мин.}</math></p> <p><math>T_{шт-к} = 7,8 \text{ мин.}</math></p>	

Кроме описанных условий нам понадобится знания о заготовке и ее материалу. Изделия выполнено из серого чугуна СЧ 15 с массой детали 2,7 кг и массой заготовки 3,9 кг, поэтому методом получения заготовки является литье.

Также, важное значение, для экономического обоснования, имеет программа выпуска, которая составляет 500 штук.

Используя исходные данные и применяя методику расчета капитальных вложений [11], определим величину инвестиций в проектируемый вариант, необходимых для описанного совершенствования, которые составят 51908,74 руб. Указанная сумма будет потрачена на приобретение оборудования, с учетом его коэффициента загрузки данной деталью – 0,021, инструмента и объемов незавершенного производства, образующего в результате использования оборудования с системой управления.

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [11] были получены значения полной себестоимости изделия до и после внедрения совершенствований, которые составили 127,62 руб. и 90,17 руб., соответственно.

Для более наглядного представления изменений по структуре полной себестоимости, представим ее диаграмму по статьям для рассматриваемых вариантов (рисунок 5.1).

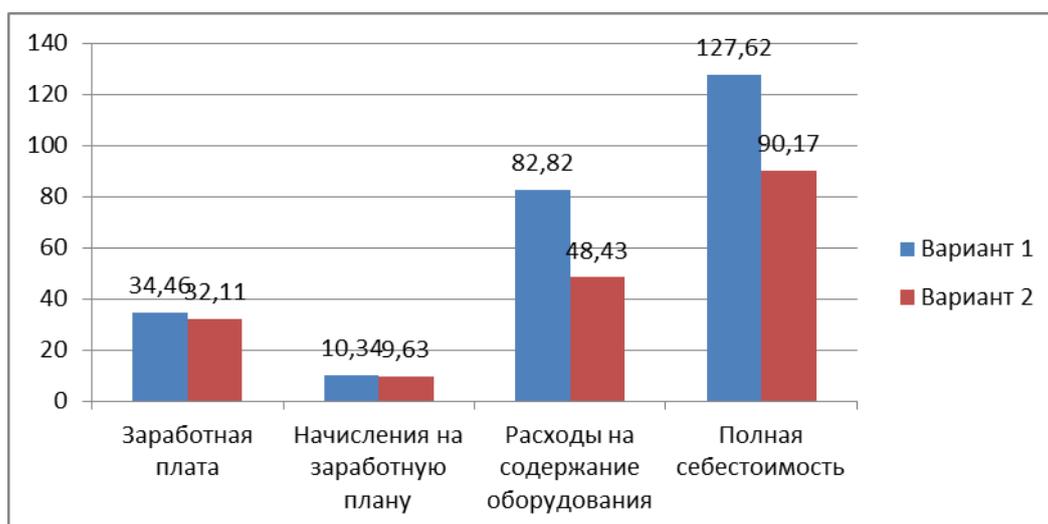


Рисунок 5.1 – Структура и величина полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о снижении величины полной себестоимости, что является положительным моментом для внедрения предложенного технологического процесса. Однако, чтобы окончательно убедиться в целесообразности его внедрения, необходимо провести расчеты, связанные с экономическим обоснованием данного внедрения.

Чтобы провести экономическое обоснование нам понадобятся все полученные значения и представленные ранее, а также методика расчета экономической эффективности внедряемого проекта [11]. Согласно этой методике и описанным данным мы можем рассчитать целый ряд значений, которые помогут нам сделать соответствующий вывод о необходимости внедрения нового технологического процесса. Все значения, которые получены, при использовании описанной методике, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты расчетов показателей эффективности

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Вариант 1	Вариант 2
1	Капитальные вложения	$K_{ВВ.ПР}$ , руб.	–	309970,6
2	Себестоимость единицы изделия	$C_{Полн}$ , руб.	127,62	90,17
3	Чистая прибыль	$П_{Чист}$ , руб.	48357,5	
4	Срок окупаемости инвестиций	$T_{Ок}$ , лет	4	
5	Общий дисконтированный доход	$Д_{Общ.диск}$ , руб.	644848,42	
6	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$Э_{инт} = ЧДД$ , руб.	12939,68	
7	Индекс доходности	$ИД$ , руб. / руб.	1,25	

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2., можно сделать заключение о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Об этом свидетельствуют значения, которые показывают положительный интегральный экономический эффект в размере 12939,68 руб. Кроме того, проект окупиться в течение 4 лет, что для инвестиций в машиностроительное производства является хорошим показателем. И наконец, индекс доходности (ИД) составляет 1,25 руб./руб., это говорит о том, что каждый вложенный рубль в этот проект принесет возврат вложенных средств и дополнительную прибыль в размере 0,25 руб. Все вышеперечисленные значения дают нам право сделать заключение об эффективности предложенных изменений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработанном проекте представлен технологический процесс изготовления корпуса тисков для условий среднесерийного производства.

На основе анализа исходных данных был проведен анализ технологичности конструкции детали.

Для определенного среднесерийного производства определены характеристики, в соответствии с которыми спроектирован далее технологический процесс, включая выбор способа получения заготовки, назначение и расчет припусков, выбор технологических переходов по обработке отдельных поверхностей и группирование из них технологического маршрута.

Проектирование технологических операций включало расчет режима обработки и нормирование операций.

В конструкторской части спроектировано приспособление для установки заготовки на первой операции механической обработки. На этой же операции применяется усовершенствованная торцовая фреза, которая позволяет повысить точность обработки.

Для контроля параметров тисков спроектировано контрольное приспособление.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация/М. А. Босинзон - М. : Академия, 2006. - 192 с.
2. Баранчиков, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В.П. Баранчиков [и др.] – М.: Машиностроение, 1990. – 400с.
3. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 656с.
4. Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании/С. А. Васин [и др.]. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 447 с.
5. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
6. Технологическая оснастка/В. В. Клепиков. - Москва:ИНФРА - М, 2017. - 345 с.
7. Проектирование технологической оснастки/В. Ю. Блюменштейн. - Санкт-Петербург:Лань, 2014. - 224 с.
8. Старков В. К. Физика и оптимизация резания материалов /В. К. Старков. - Москва:Машиностроение, 2009. - 640 с.
9. Магомедов, Ш. Ш. Управление качеством продукции /Ш. Ш. Магомедов - Москва : Дашков и К°, 2013. - 334 с.
10. Кирсанов, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов/Г.Н. Кирсанов. – М.: Машиностроение, 1986. – 288с.
11. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
12. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ/В. И. Аверченков [и др.]. - Брянск: БГТУ, 2012. - 148 с.

13. Суслов, А.Г. Научно-технические технологии в машиностроении /А.Г. Суслов [и др.]. -М.:Машиностроение, 2012. - 528 с.
- 14.Панов, А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога/Панов А. А. [и др.]. – М., Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 15.Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учебно - методическое пособие/Д. А. Расторгуев; ТГУ; кафедра "ОиТМП".- ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2013. - 51 с.
- 16.Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электронное учебно - методическое пособие /Д. А. Расторгуев; ТГУ; ; кафедра "ОиТМП".- Тольятти: ТГУ, 2015. -140 с.
- 17.Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
- 18.Технология машиностроения: в 2 т. Кн.1. Основы технологии машиностроения/Э. Л. Жуков [и др.] - М.: Высш. шк., 2005. - 278 с.
- 19.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 20.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 21.Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие/М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск: Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
- 22.Технология машиностроения: учеб. пособие/И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A1			17.БР.ОТМП.96.65.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
<u>Детали</u>							
	1		17.БР.ОТМП.96.65.001	Корпус	1		
	2		17.БР.ОТМП.96.65.002	Поршень	1		
	3		17.БР.ОТМП.96.65.003	Шток	1		
	4		17.БР.ОТМП.96.65.004	Кронштейн	1		
	5		17.БР.ОТМП.96.65.005	Опора	1		
	6		17.БР.ОТМП.96.65.006	Оправка	1		
	7		17.БР.ОТМП.96.65.007	Крышка	1		
	8		17.БР.ОТМП.96.65.008	Уголок	1		
	9		17.БР.ОТМП.96.65.009	Опора	1		
	10		17.БР.ОТМП.96.65.010	Направляющая	1		
	11		17.БР.ОТМП.96.65.011	Плита	1		
	12		17.БР.ОТМП.96.65.012	Кулачок	4		
	13		17.БР.ОТМП.96.65.013	Клин	1		
	14		17.БР.ОТМП.96.65.014	Кольцо	1		
	15		17.БР.ОТМП.96.65.015	Шток-клин	1		
	16		17.БР.ОТМП.96.65.016	Эксцентрик	1		
	17		17.БР.ОТМП.96.65.017	Рычаг	1		
	18		17.БР.ОТМП.96.65.018	Винт-опора	1		
			17.БР.ОТМП.96.65.000.СП				
			17.БР.ОТМП.96.65.000.СП				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Авдошкина				Лит.	Лист	
Проб.	Расторгуев				1	2	
Н.контр.	Виткалов	<b>Приспособление</b>				<b>МСБЗ1202</b>	
Утв.	Логинов						

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		4		Манжета 11-40 х 26-1 / 1 ГОСТ 8752-79	1	
		20		Манжета 11-40 х 26-1 / 1 ГОСТ 8752-79	2	
		21		Гайка 1 М30 х 1,25-6Н12.40х16 ГОСТ 5915-70	1	
		22		Шайба 30 / 1 65Г 029 ГОСТ 6402-70	1	
		23		Винт М16 х 1,25-6Н12.40х16 ГОСТ 5915-70	2	
		24		Винт М12 х 1,25-6Н12.40х35 ГОСТ 5915-70	1	
		25		Винт 2 М10 х 1,25-6г х 255835х01 ГОСТ Р 11738-84	1	
		26		Винт 2 М6 х 1,25-6г х 255835х01 ГОСТ Р 11738-84	2	
		27		Шпонка 2-3 х 3 х 6 ГОСТ 23360-78	2	
		28		Винт 2 М10 х 1,25-6г х 255835х01 ГОСТ Р 11738-84	4	
		29		Шайба 10.20.III.4.029 ОСТ 26-204096	4	
		30		Прокладка 100 х 26-1 / 1 ГОСТ 8752-79	1	
		31		Гайка 1 М30 х 1,25-6Н12.40х16 ГОСТ 5915-70	1	
		32		Шайба 30 / 1 65Г 029 ГОСТ 6402-70	1	
		33		Манжета 11-90 х 26-1 / 1 ГОСТ 8752-79	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докум.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>17.БР.ОТМП.96.65.000.СП</b>	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			17.БР.ОТМП.96.75.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<u>Сборочные единицы</u>						
	1		17.БР.ОТМП.96.75.100.СБ	Индикатор цифровой	1	
<u>Детали</u>						
	2		17.БР.ОТМП.96.75.002.	Стол	1	
	3		17.БР.ОТМП.96.75.003.	Вал опорный	1	
	4		17.БР.ОТМП.96.75.004.	Втулка	1	
	5		17.БР.ОТМП.96.75.005.	Винт	2	
	6		17.БР.ОТМП.96.75.006.	Винт	1	
	7		17.БР.ОТМП.96.75.007.	Втулка	1	
	8		17.БР.ОТМП.96.75.008.	Шарик	1	
	9		17.БР.ОТМП.96.75.009.	Корпус	1	
	10		17.БР.ОТМП.96.75.010.	Опора верхняя	1	
	11		17.БР.ОТМП.96.75.011.	Опора нижняя	1	
	12		17.БР.ОТМП.96.75.012.	Винт	1	
	13		17.БР.ОТМП.96.75.013.	Оправка	1	
	14		17.БР.ОТМП.96.75.014.	Винт	3	
	15		17.БР.ОТМП.96.75.015.	Винт	3	
<b>17.БР.ОТМП.96.75.000.СП</b>						
Изм. Лист			№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб. Авдошкина						
Проб. Расторгуев						
Н.контр. Виткалов						
Утв. Логинов						
<b>Контрольное приспособление</b>				Лист	Лист	Листов
				1	1	2
<b>ТГУ МСБЗ-1202</b>						

Копировал

Формат А4





Дубл.																		
Взам.																		
Людл.																		
																	2	
																	Корпус тисков	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
А01	ЧПУ																	
Б02	ИС630												1	1	1			
А03	060 0125 Моечная																	
Б04													1	1	1			
А05	070 0200 Контроль																	
Б06													1	1	1			
Т07	Нутромер НИ 100 -60 - 2 ГОСТ 868—82																	
Т08	Стойка С-IV-8-160*100 ГОСТ 10197-70																	
Т09	Штангенциркуль ШЦЦ-I-200-0,01 ГОСТ 166-89																	
Т10	8221-3030 Пробка ГОСТ 17758-72																	
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
МК	Маршрутная карта																	3











