

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль)/ специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса зажимного  
приспособления

Студент	<u>А.С. Подорожный</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>канд. экон. наук, Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>

## Аннотация

В работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления корпуса зажимного приспособления - тисков. В первом разделе выполнен анализ исходных данных и условий работы корпуса тисков. Проанализирована конструкция детали по технологичности, а также рассмотрены вопросы установки и базирования, обрабатываемости заготовки.

Во втором разделе - проектирование технологической части, выбран среднесерийный тип производства, метод получения исходной заготовки путем сравнения двух вариантов (разных способов литья). В результате выбран способ литья в песчаные формы. Выбраны технологические переходы на каждую поверхность, с учётом их точности и требований к шероховатости. Из переходов спроектирован технологический процесс изготовления корпуса приспособления на рекомендуемых типах станков. В серийном производстве - многоцелевых с ЧПУ. В графической части технологический процесс изготовления корпуса приспособления представлен в виде плана изготовления. Операции технологического маршрута включают в себя ряд последовательных переходов. После заготовительной операции на многоцелевом станке проводится обработка чистовых технологических баз. После получения чистовых технологических баз при одной схеме установки далее проводится обработка всех остальных поверхностей корпуса на многоцелевых и расточных станках. Спроектированы операции с расчетом режимов резания и штучного времени. В конструкторской части работы спроектировано приспособление для закрепления заготовки на операциях по ее обработке – наладочное приспособление, а также инструмент для обработки плоскости. В разделе по охране труда на основе анализа вредных факторов предлагаются меры по защите окружающей среды и здоровья работников. В экономическом разделе на основе сравнения базового и проектного вариантов получено обоснование предложенных изменений.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ служебного назначения тисков.....	5
1.2 Служебное назначение детали.....	5
1.3 Анализ технологичности корпуса.....	8
1.4 Формулировка задач.....	8
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Проектирование заготовки.....	9
2.3 Выбор технологических баз.....	13
2.4 Разработка технологического маршрута обработки корпуса.....	14
2.5 План изготовления детали – корпус.....	16
2.6 Расчет операционных размеров.....	16
2.7 Разработка технологических операций.....	21
2.8 Расчет режимов резания.....	24
2.9 Расчет норм времени.....	26
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	31
3.1 Проектирование приспособления.....	31
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы.....	46
Заключение.....	51
Приложение А. Маршрутные карты.....	55
Приложение Б. Спецификация на приспособление.....	63
Приложение В. Спецификация на инструмент.....	65

## Введение

Эффективность технологической подготовки производства при проектировании технологического процесса изготовления любой детали является обязательным элементом обеспечения конкурентоспособности машиностроительной продукции. Доля затрат на проектирование технологии для серийного производства может составлять 50% от общей трудоемкости. При этом эффективность предложенных технологических решений зависит от уровня машиностроительного производства, квалификации задействованных рабочих, уровня оснащённости современными инструментальными и зажимными приспособлениями.

Проектирование технологии усложняется для деталей, которые имеют сложную конструктивную форму, а также большое количество высокоточных поверхностей. Задача обеспечения технических условий чертежа усложняется при необходимости обеспечения точного взаимного расположения комплексов таких поверхностей. Одним из примеров таких деталей является корпус тисков.

Основная трудность при изготовлении корпусов тисков - это изготовления основных отверстий и установочных плоскостей. Из-за высоких требований по точности размеров и расположения, а также обычно высоких требований по форме отверстия, требуются особые технологические методы растачивания. Обработка стандартным инструментом в данном случае не обеспечивает необходимых технических требований чертежа.

В работе проектируется технология изготовления корпуса зажимного приспособления - тисков с разработкой оснастки в виде переналаживаемого приспособления для обработки заготовки на первой операции технологического процесса и основных отверстий с высокой точностью и производительностью.

Также на основе анализа вредных факторов предлагаются меры по защите труда. Выполнен экономический расчет изменений технологии.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Анализ служебного назначения тисков**

Тиски зажимные с пневматическим приводом зажима – предназначены для закрепления в них валов диаметром 60 – 110 мм при обработке на фрезерных станках.

Тиски устанавливают на столе фрезерного станка в нужном положении с помощью двух сухарей, а затем закрепляют четырьмя болтами.

Основные сборочные единицы и детали тисков (по сборочному чертежу): пневмоцилиндр 1, корпус 3, левая 4 и правая 5 губки, призма 7 и оси 8, 9, 10.

Тиски работают следующим образом [21].

На призму 7 укладывают вал-заготовку. В правую полость пневмоцилиндра через штуцер подается воздух, который заставляет поршень со штоком двигаться влево, а пневмоцилиндр – вправо. При этом нижние части губок 4 и 5 расходятся. Верхние части губок сходятся с пластинами 6 зажимают вал. Разжим происходит при подаче воздуха в левую полость пневмоцилиндра. В торцы осей 8 и 9 и торец штока запрессованы масленки 22, через которые эти оси смазываются.

### **1.2 Служебное назначение детали**

Деталь – корпус предназначен для базирования деталей – осей (8) и призмы (7). Базирование осей осуществляется по четырем главным отверстиям, а базирование призмы по пазу. На корпусе также есть четыре паза для крепления приспособления на столе станка и два отверстия для установки в них сухарей. В средней части корпуса находится отверстие для установки оси, по которой производится базирование других

приспособлений. Для крепления этой самой оси в двух кронштейнах корпуса сверлится отверстие с нарезанной резьбой.

С учетом сформулированного служебного назначения корпуса определяется функциональное назначение каждой отдельной поверхности детали. По этим данным назначаем требуемую точность, шероховатость, допуски на поверхности и отклонения геометрических форм.

Повышенную точность назначаем на отверстия под зажимы (7 квалитет точности). На плоскость основания, поверхности паза под призму и, отверстия в кронштейнах и отверстие под шпонку назначается 9 квалитет точности. На остальные обрабатываемые поверхности назначаем 12 квалитет точности.

Шероховатость на обрабатываемые поверхности назначаем следующие. На отверстия под зажимы Ra 1,25. На отверстия под оси, штангу, плоскость основания тисков, плоскости под призму Ra 2,5. На остальные поверхности Ra 50.

Служебное назначение позволяет классифицировать поверхности по назначению (смотри таблицу 1): С учетом большого разнообразия различных базирующих и направляющих функций, у корпуса будет много исполнительных поверхностей.

Систематизация поверхностей представлена на рисунке 1.

Таблица 1 - Классификация поверхностей по служебному назначению

Тип поверхности	Номер поверхности по рисунку 1
Исполнительные	2, 29, 32, 35, 38, 42, 43 1, 30
Основные конструкторские базы	2, 6, 8, 15, 24, 29, 32, 33, 34, 35, 38,
Вспомогательные конструкторские базы	39, 40, 42, 43, 44, 45, 46
Свободные	Неуказанные поверхности

Материал, из которого изготовлена деталь корпус - ковкий чугун КЧ 35. Химический состав и механические свойства ковкого чугуна для данных условий вполне подходят. Предел прочности при растяжении: 350 МПа [7].

Относительное удлинение: 10 %. Твердость по Бринеллю: НВ 150..170.

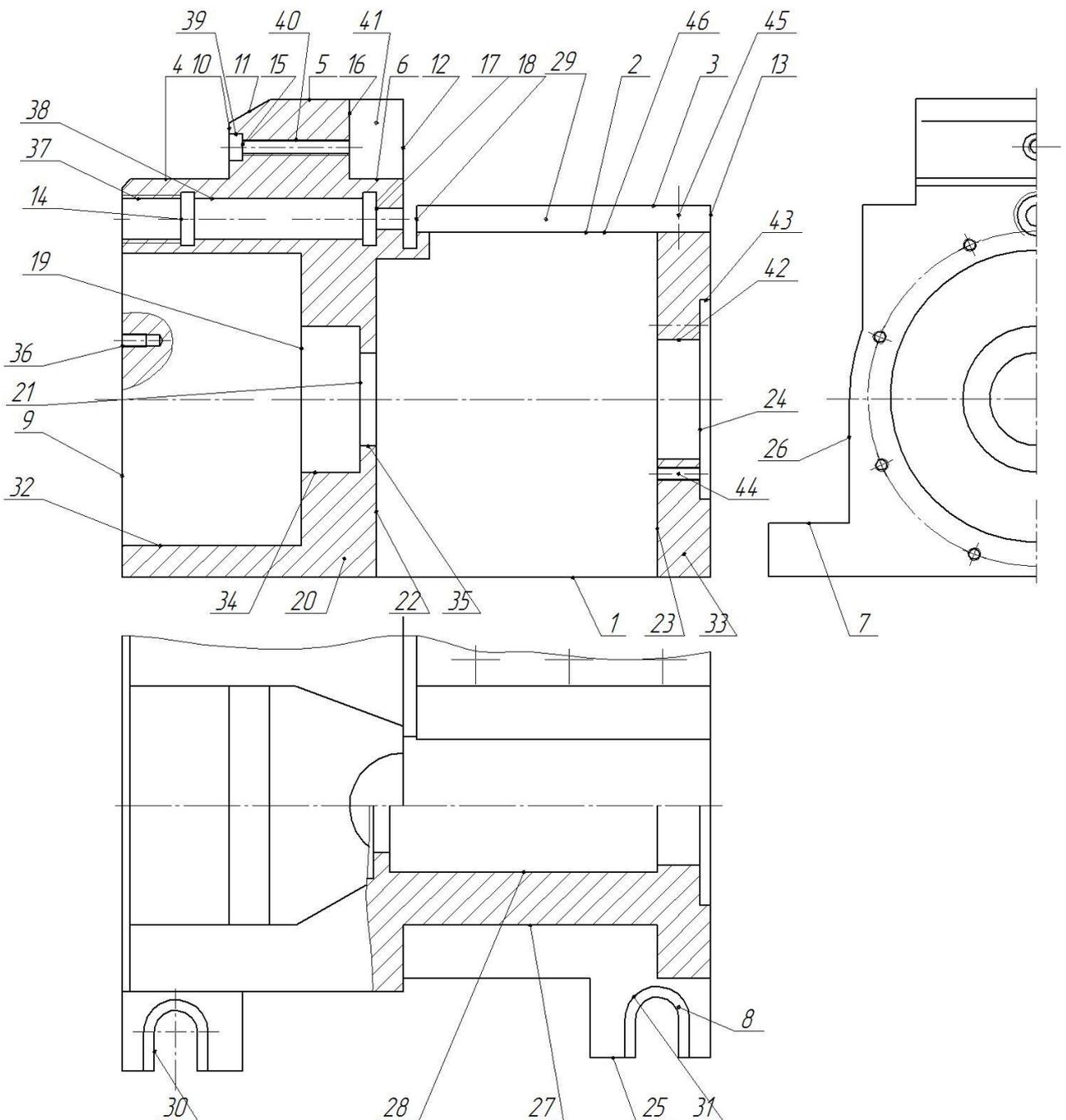


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

### **1.3 Анализ технологичности корпуса**

Корпус относится к деталям неразъемным, получается в виде отливки коробчатой формы из ковкого чугуна КЧ 35. Отливка не проста по конфигурации и требует применения стержневой формовки для образования внутренних поверхностей. При анализе функционального назначения детали, видно, что повышенные требования по качеству изготовления могут предъявляться на поверхности 1, 34, 39, 34,38. У отверстий 32,35,34 должно быть минимальное отклонение осей относительно осей отверстий 42,43 [2].

На остальные поверхности, исходя из условий их функционального назначения не назначаются больших требований по шероховатости, форме и расположению поверхностей. С точки зрения механической обработки деталь является технологичной, так как имеет хорошие базовые поверхности. Расположение обрабатываемых поверхностей не затрудняет их обработку.

### **1.4 Формулировка задач**

1. Выбрать тип производства. Выбрать метод получения заготовки и спроектировать ее. Выбрать станки и оснащение (приспособление, режущий инструмент).
2. Спроектировать операции, рассчитать режимы резания и время на обработку. Усовершенствовать лимитирующую операцию.
3. Спроектировать фрезу и спроектировать зажимное приспособление.
4. Предусмотреть меры по охране труда.
5. Обосновать экономическую эффективность изменений в технологии.

### **Выводы по разделу**

В первом разделе описываются условия работы детали, анализируются особенности конструктивной формы, материал корпуса тисков. Выполнен комплексный анализ технологичности.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Определение типа производства

Тип производства для корпуса зависит от его массы и годового объема выпуска изделия, N равно 500 штук.

По таблице [12] выбираем тип производства: среднесерийный.

Такт выпуска определяем по формуле:

$$t_e = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (1)$$

где  $F_d$  – фонд времени,  $F_d = 2015$  час. (таблица 2.1. с.22 [1]).

$$t_e = \frac{60 \cdot 2015}{500} = 241 \text{ мин/шт.}$$

### 2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки ведется на основе чертежа детали – корпуса тисков [11].

Получить заготовку корпуса тисков можно способами литья: базовый способ литье в землю; альтернативный метод - литье в оболочковые формы или литье в металлические формы (кокиль). Последний оправдан при использовании в массовом производстве. Для нашего среднесерийного типа производства более подходящим является способ литья или в землю или в оболочковые формы [20].

Характеристикой отливки является коэффициент использования материала  $K_M$ :

$$K_M = \frac{Q_d}{Q_3}, \quad (2)$$

где  $Q_d$  – масса корпуса, кг;

$Q_3$  – масса отливки, кг.

Для отливки массу определяется по табличному коэффициенту 0,75 для литья в землю, 0,82 для литья в оболочковые формы из [11]. Тогда

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_M}, \quad (3)$$

$$K_{M.3} = \frac{3.6}{0.75} = 4,8.$$

$$K_{M.0} = \frac{3.6}{0.8} = 4,5.$$

Для сравнения определим технологическую себестоимость  $C_T$  заготовки для двух способов. «Общая стоимость

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ}(Q - q) - C_{ОТХ}(Q - q), \quad (4)$$

где  $C_{ЗАГ}$  – удельная стоимость заготовки, руб./кг;

$C_{МЕХ}$  – удельная стоимость механической обработки, руб./кг;

$C_{ОТХ}$  - цена отходов, руб./кг» [12].

«Удельные затраты на обработку:

$$C_{МЕХ} = C_c + E_H \cdot C_k, \quad (5)$$

где  $C_c$  - текущие затраты, руб./кг;

$C_k$  - капитальные затраты, руб./кг;

$E_H$  - коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_H=0,15$ » [12].

Для станкостроения примем  $C_c=3,56$  и  $C_k=10,35$  руб/кг. Тогда общая стоимость механической обработки

$$C_{МЕХ} = 3,26 + 0,15 \cdot 10,35 = 1,9 \text{ руб/кг.}$$

Стоимость отливки:

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (6)$$

где  $C_{шт}$  – базовая стоимость отливок в землю заготовок, руб.;

« $h_T, h_C, h_B, h_M, h_{II}$  – коэффициенты, зависящие от класса точности, массы, группы сложности, марки материала и объема производства заготовок» [11].

Для способа литья в землю. Коэффициент точности  $h_T$  для 2-ого класса точности из справочника (соответствует 11 классу размерной точности отливки по ГОСТ 26645-85) данный коэффициент равен 1,03.

От марки материала КЧ 35 коэффициент  $h_M$  равен 1,1.

Коэффициент сложности с учетом КЧ 35, до 5 кг массы отливки коробчатой формы равен 1,2.

Коэффициент массы 0,91.

Оставшийся коэффициент серийности равен 1,0.

$$C_{заг} = 44,24 \cdot 1,03 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 0,91 \cdot 1 = 54,74 \text{ руб.}$$

Тогда общая стоимость отливки в землю

$$C_T = 54,74 \cdot 4,8 + 1,9(4,8 - 2,5) - 1,4(4,8 - 2,5) = 263,93 \text{ руб.}$$

Для литья в оболочковые формы. Коэффициента  $h_T$  принимают для 1-ого класса точности (соответствует 7 классу размерной точности отливки) - 1,06.

От марки материала КЧ 35 коэффициент  $h_M$  равен 1,18.

Коэффициент сложности с учетом КЧ 35, до 5 кг массы отливки коробчатой формы равен 1,2.

Коэффициент массы 0,91.

Оставшийся коэффициент серийности равен 1,0.

Тогда общая стоимость отливки в оболочковые формы

$$C_{заг} = 44,24 \cdot 1,06 \cdot 1,18 \cdot 1,2 \cdot 0,91 \cdot 1 = 60,42 \text{ руб.}$$

$$C_T = 60,42 \cdot 4,5 + 1,9(4,5 - 2,5) - 1,4(4,5 - 2,5) = 272,9 \text{ руб.}$$

С учетом полученных результатов имеем, что более выгодным является использование литья в землю. Это позволяет сократить стоимость на заготовку, но увеличивается расход материала и повышается доля механической обработки, что также снизит производительность изготовления данной детали.

Общие принципы на обработку поверхностей отливки назначаем в соответствии с требованиями по ГОСТ 26645-85.

Величина припусков зависит от габаритных размеров, нормируемого размера, вида окончательной обработки, общего допуска элемента поверхности и ряда припусков.

Класс точности размеров и масс – 11. Степень коробления – 7. Ряд припусков – 3 [11].

В соответствии с этими данными составляем таблицу 2 и заносим в нее значения допусков и припусков на размеры.

Таблица 2 – Размеры отливки

Размер детали, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
25..40	5	3,6
40..63	5	4
63..100	5	4,4
100..160	5	5
160..250	6	5,6

Класс точности отливки определен в зависимости от способа литья, наибольшего габаритного размера и типа производства [21].

Класс точности массы отливки нормируется по способу литья с учетом массы отливки.

Степень коробления определена в зависимости от отношения наименьшего размера элемента отливки к наибольшему.

Ряд припуска назначен в зависимости от степени точности поверхностей.

### 2.3 Выбор технологических баз

Для обеспечения максимальной точности на операциях при обработке основных отверстий и направляющих корпуса необходимо на первой операции, при обработке чистовых технологических баз, правильно выбрать черновые базы. Их выбираем с учетом рекомендаций [10]. Это будет плоскость направляющих и центральное основное отверстие. Это позволит обеспечить минимальное биение припуска на этих самых точных и ответственных поверхностях.

Так как на следующих операциях предполагается использовать одни и те же чистовые технологические базы - будет соблюдаться принцип постоянства баз.

Поскольку контроль положения обработанных поверхностей будет проводится также от этих технологических баз – соблюдается и принцип единства баз, что обеспечивает минимальное количество необходимых технологических переходов

На операции 005 черновыми технологическими базами примем поверхности: 29,32,42. На этой операции базирование будет проходить по двум плоскостям и по двум отверстиям на оправке. Две плоскости являются явными базами. По отверстиям используются скрытые («мнимые») осевые базы.

Обоснованием выбора такой схемы базирования является то, что на этой операции происходит обработка чистовых баз - поверхностей 1 и 8.

На остальных операциях в качестве чистовых технологических баз скрытая технологическая база – отверстие 8, реализуемое при контакте с цилиндрическим и ромбическим (срезанным) пальцами и установочная плоскость 1.

Обоснованием выбора такой схемы базирования (плоскость 1 и два отверстия 8 под установочные пальцы) является то, что большая часть всех размеров проставляется от них.

Такая схема базирования обеспечивает принцип единства баз и необходимую точность выполнения размеров.

## 2.4 Разработка технологического маршрута обработки корпуса

Маршрут обработки корпуса тисков представлен в таблице 3.

В данной таблице зашифрованы переходы следующими обозначениями: Л – литье, Счерн – сверление черновое, Фчерн – фрезерование черновое, Фчист – фрезерование чистовое, З – зенкерование, Р – развертывание, Нр – нарезание резьбы.

Также указывается, на какой по порядку следования операции данная поверхность будет обработана [10].

Сама последовательность операций следует типовому технологическому процессу изготовления неразборного корпуса призматической формы с типовыми техническими требованиями к плоскостям, основными отверстиями и крепежным резьбовым отверстиям в условиях серийного производства [5].

Таблица 3 – Технологические переходы

Порядковый номер поверхности	Переходы	Номер операции	Порядковый номер поверхности	Переходы	Номер операции
1	2	3	4	5	6
1	Л – С – З	015	25	Л	000
2	Л – С – З	015	26	Л – Ф	010
3	Л	000	27	Л – Ф – Фчист	010
4	Л – С	005	28	Л – Ф	010
5	Л – С	020	29	Л – Ф	010

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
6	Л – С – Нр	020	30	Л – С – Нр	015
7	Л	000	31	Л	000
8	Л – Ф	010	32	Л – Ф – Фчист	010
9	Л – Ф	010	33	Л	000
10	Л – Ф	010	34	Л	000
11	Л – С – З – Р	020	35	Л	000
12	Л – Ф – Фчист	005	36	Л – Ф	010
13	Л	000	37	Л – Ф	010
14	Л	000	38	Л	000
15	Л	000	39	Л – С – Нр	020
16	Л	000	40	Л	000
17	Л	000	41	Л – Ф	010
18	Л	000	42	Л – Ф	010
19	Л – С – З	015	43	Л – Ф	010
20	Л – С – З	015	44	Л – С – З – Р	020
21	Л – С – З	015	45	Л – Ф	010
22	Л – Ф	010	46	Л – Ф	010
24	Л	010	48	Л	000
49	Л	000	57	Л	000
50	Л – Ф	010	58	Л – Ф	010
51	Л	000	59	Л – Ф	010
53	Л	000	61	Л – Ф – Фчист	010
54	Л	000	62	Л – Ф	010
55	Л – Ф	010	63	Л – С	020
56	Л – С – Нр	015	64	Л – С – Нр	020

Выписываем номера операций по порядку и присваиваем им наименование по методу обработки или применяемого оборудования [12]:

000 Заготовительная (литье).

005 Многоцелевая вертикальная (сверлильно-фрезерная).

010 Многоцелевая горизонтальная (сверлильно-фрезерно-расточная).

015 Многоцелевая вертикальная (сверлильно-фрезерная).

020 Термическая.

025 Расточная (2636Ф1) [9].

030 Многоцелевая (фрезерная). 035 Моечная. 040 Контрольная

## 2.5 План изготовления детали – корпус

План изготовления детали – корпуса тисков представлен в графической части работы [19].

План изготовления детали выполняется в соответствии со всеми изложенными требованиями. Технические требования на операциях устанавливаются в соответствии с особенностями обработки детали.

## 2.6 Расчет операционных размеров

В подразделе описывается расчет припусков с размерами. «Параметрами расчет являются следующие значения:

$Z_{i\min}$  - минимальный припуск на обработку (мкм);

$R_{Zi}$  - шероховатость, получаемая на операции (переходе);

$T$  – глубина дефектного слоя на заготовке (мкм);

$\rho$  - суммарное значение пространственных отклонений для различных заготовок (мкм);

$\rho_{кор}$  - величина коробления (мкм);

$\rho_{см}$  - суммарное отклонение смещения оси отверстия (мкм);

$\rho_{ост}$  - величина остаточного отклонения после черновой обработки (мкм);

$\varepsilon_y$  – погрешность установки (мкм);

$\varepsilon_б$  – погрешность базирования (мкм);

$\varepsilon_з$  – погрешность закрепления (мкм)» [11].

Расчет припуска выполним для поверхности 1, которая полностью проходит на 005 операции в размер чертежа 162 мм с шероховатостью 1,25 мкм.

Переходы следующие. Заготовка с качеством грубее IT 17 (отклонения  $\pm 2,5$  мм). Фрезерование черновое h13(-0,63 мм). Окончательный переход - фрезерование чистовое h10(-0,16 мм).

Выбираются по [13] параметры на заготовительный переход соответственно: Rz 160 мкм; T равно 300 мкм. Далее только шероховатости назначаются.

Отклонения расположения плоскости

$$\rho = \rho_{кор}, \quad (7)$$

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell, \quad (8)$$

где  $\Delta k$  равно 2,5 – удельная кривизна заготовки типа плит, мкм/мм;

$\ell$  равно 200 мм - длина обработки, мм.

$$\rho = 2,5 \cdot 200 = 1250 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки  $\varepsilon_6$  равно 0 (по способу установки без зезорно, базы совпадают).  $\varepsilon_y$  равно  $\varepsilon_3$ . Принимаем по [3] равной 250 мкм.

Формула припуска на плоскость

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i. \quad (9)$$

$$\text{Фрезерование черновое: } Z_{\min} = 160 + 300 + 1250 + 250 = 1960 \text{ мкм}.$$

$$\text{Фрезерование чистовое: } Z_{\min} = 40 + 0 + 75 + 15 = 140 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{ост} = 0,06 \cdot \rho_{заг} = 0,06 \cdot 1250 = 75 \text{ мкм}.$$

Припуск на этот размер составит 1 мм, допуск – 5 мм.

На другую поверхность расчет отличается. Переходы следующие. Заготовка с качеством грубее IT 17 (отклонения  $\pm 2,0$  мм). Фрезерование черновое h13(-0,54 мм). Фрезерование чистовое h9(-0,087 мм).

Параметры поверхности для первого заготовительного перехода: Rz 160 мкм; T равно 300 мкм.

Отклонения расположения

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}; \quad (10)$$

где  $\rho_{см}$  – смещение заготовки, мкм;

$\rho_{кор}$  - коробление по (6).

$$\rho_{кор} = 2,5 \cdot 110 = 275 \text{ мкм}.$$

Принимаем допуск координирующего размера на фрезеровании на 005 операции. Получаем заготовку с размером  $165,4 \pm 2,5$  мм.

$$\rho_{см} = Td = \delta = 140 \text{ мкм}. \quad (11)$$

Тогда суммарное отклонение

$$\rho = \sqrt{275^2 + 140^2} = 309 \text{ мкм}.$$

Данные по припуску в таблице 4 и на рисунке 2.

Таблица 4 - Расчет припуска поверхности 1

Переходы	Элементы припуска, мкм				Допуск, мкм	Размеры, мм		Припуски, мкм	
	Rz	T	$\rho$	$\varepsilon$		$l_{\min}$	$l_{\max}$	$Z_{\min}^{np}$	$Z_{\max}^{np}$
Заготовка	160	300	1250	-	5000	163,9	168,9	-	-
Фрезерование черновое	40	-	75	250	630	161,97	162,6	1960	6330
Фрезерование чистовое	10	-	63	15	160	161,93 7	162	140	600

Погрешность установки определяется с учетом возможных смещений на опорных пальцах:

$$\varepsilon_{у.черн} = S_{\min} + \delta_1 + \delta_2, \quad (12)$$

где  $S_{\min}$  - минимальный зазор между пальцем и деталью, мкм,

$\delta_1, \delta_2$  - смещение осей пальцев, мкм.

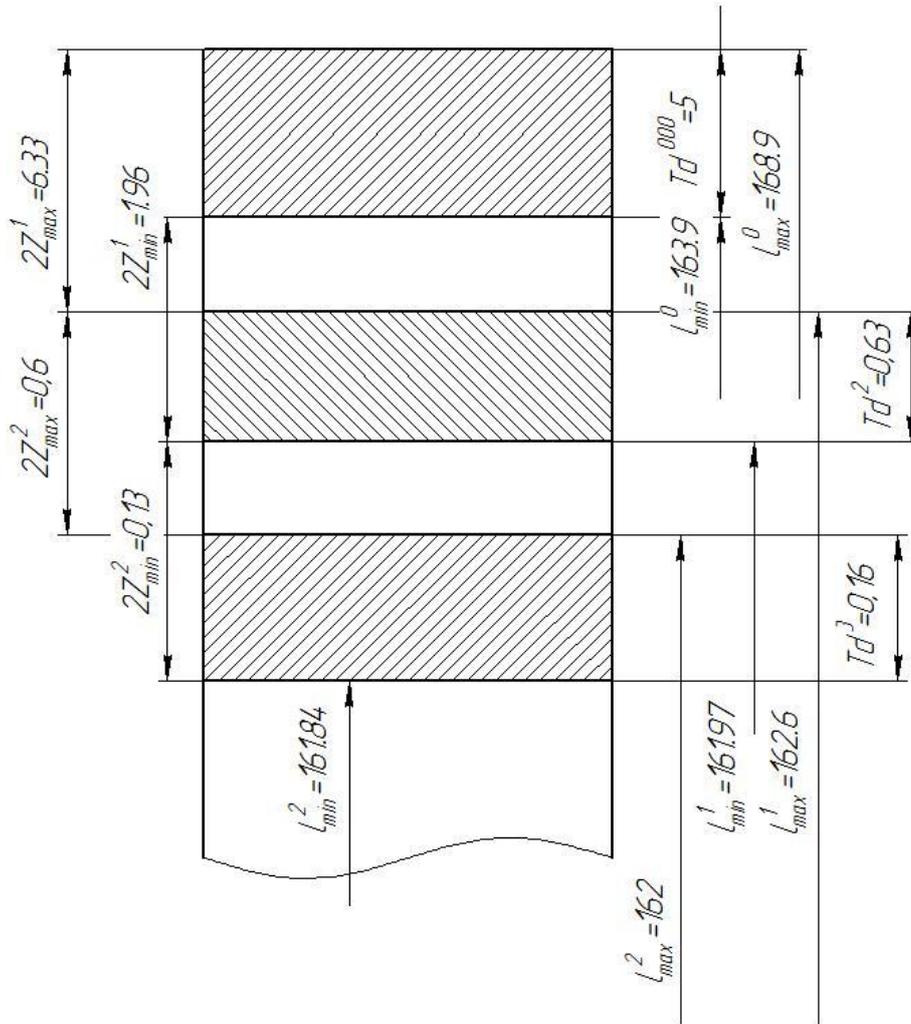


Рисунок 2- Схема припусков на обработку размера 162 мм

Принимаем  $S_{\min} = 0$  мкм,  $\delta_1, \delta_2 = 210$  мкм.

$$\varepsilon_{у.черн} = 0 + 210 + 210 = 420 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{у.чист} = 0,05 \cdot \varepsilon_{у.черн} = 0,05 \cdot 420 = 21 \text{ мкм.}$$

Фрезерование черновое:  $Z_{\min} = 160 + 300 + 306 + 420 = 1186 \text{ мкм}$

Фрезерование чистовое:  $Z_{\min} = 40 + 0 + 19 + 21 = 80 \text{ мкм}$ .

Все данные по плоскости в таблице 5 и на рисунке 3.

Таблица 5 - Расчет припуска

Переходы	Элементы припуска, мкм				Допуск, мм	Размеры, мм		Припуски, мкм	
	Rz	T	$\rho$	$\varepsilon$		$l_{\min}$	$l_{\max}$	$Z_{\min}^{np}$	$Z_{\max}^{np}$
Заготовка	160	300	306	-	4000	84,7	88,7	-	-
Фрезерование черновое	50	-	19	420	350	89,55	89,9	1186	4836
Фрезерование чистовое	10	-	-	30	87	89,917	90	100	367

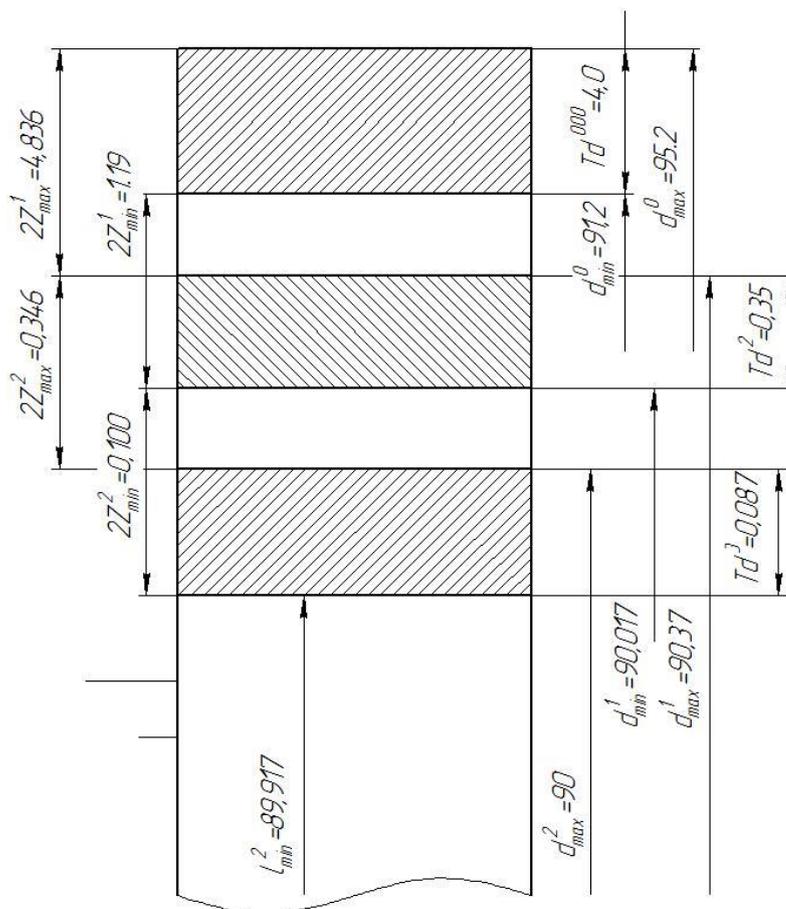


Рисунок 3 – Схема припусков

## 2.7 Разработка технологических операций

Разработка многоцелевой 005 операции сверлильно-фрезерной [9]. На данной операции применяем многоцелевой станок KVL 1000 с поворотным делительным столом. В станке также оборудован магазин инструментов и манипулятор их смены.

Переходы вспомогательные – являются загрузочно-разгрузочными. Заготовку устанавливают, базируют и закрепляют в спроектированном приспособлении [20].

Переход 1 – черновое фрезерование поверхности 1 в размер 142.8 мм. На данной операции применяем следующий инструмент: торцевая сборная фреза с пластинами из твердого сплава BK8, диаметр 160 мм. На переходе используется вертикальная компоновка.

Переход 2 – чистовое фрезерование поверхности 1 в размер 142 мм.

Переход 3 – фрезерование пазов под монтажные болты в размер 16 мм концевой фрезой P6M5K5 ГОСТ 17026-71.

Переход 4 – сверление последовательно отверстий под базы 50 в размер – диаметром 8,5 мм. Инструмент: сверло спиральное из быстрорежущей стали P6M5 комбинированное диаметром 8,5 мм с износостойким покрытием нитрида-титана с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ ОСТ 2 И 21-2-76.

Переход 5 и 6 – зенкерование и развертывание отверстий в размер 9,9 и 10 мм соответственно, зенкером и разверткой соответствующего диаметра (зенкер 035-2323-0501 ГОСТ 2М22-1-80 из P6M5K5 и развертка 2363-0094 ГОСТ 1672-82 из P6M5).

Разработка многоцелевой 010 операции с фрезерными и сверлильными переходами.

На данной операции применяем многоцелевой станок ИС 630 с поворотным делительным столом, магазином инструментов и манипулятором их смены.

Переходы вспомогательные – являются загрузочно-разгрузочными. Заготовку устанавливают, базируют и закрепляют в спроектированном приспособлении.

Переход 1 - черновое фрезерование стенок 9 и 13 в размер  $220^{+0,21}$  на длину 150 мм. Инструмент: концевая фреза с коническим хвостовиком ГОСТ 17026-71 диаметр 20 мм.

Переход 2 – черновое фрезерование пазов 8, 9, 10 в размеры  $10^{+0,15}$  и  $30^{+0,21}$  на длине 16 мм. Количество пазов – 4. Инструмент последовательно фрезы диаметром 10 и диаметром 20.

Переход 3 – черновое фрезерование пазов 32, 60, 61 в размер  $74^{+0,3}$  на длину 128 мм. Инструмент: торцевая насадная фреза из быстрорежущей стали ГОСТ 9304-69 диаметр 72 мм.

Переход 4 – чистовое фрезерование пазов 32, 60, 61 в размер  $75^{+0,074}$  на длину 128 мм. Оснастка, инструмент такого же типа, как на переходе 3.

Переход 5 – черновое фрезерование пазов (торцов бобышек) 50, 55, 58, 37, выдерживая размер  $75^{+0,3}$  на длину 55 мм. Инструмент: торцевая насадная фреза из быстрорежущей стали ГОСТ 9304-69 диаметр 72 мм.

Переход 6 – черновое фрезерование паза 59 в размер  $2^{+0,1}$  на глубину 2 мм. Инструмент: прорезная фреза ГОСТ 2679-73 диаметр 100 мм. На переходе используется наклонная силовая головка под углом  $45^{\circ}$ .

Переход 7 – черновое фрезерование паза 62 в размер  $2^{+0,1}$  на глубину 2 мм. Инструмент: прорезная фреза ГОСТ 2679-73 диаметр 100 мм.

Разработка многоцелевой 015 операции. Применяем многоцелевой станок KVL 1000 со сверлильными переходами.

Переход 1 – сверление отверстий 1, 2, 20, 19 в размер диаметр  $10,0^{+0,15}$  на глубину 40 мм. Инструмент: сверло спиральное из быстрорежущей стали P18 ГОСТ 4010-77 диаметр 10 мм.

Переход 2 - сверление отверстий 1, 2, 20, 19 в размер диаметр  $19,3^{+0,21}$  на глубину 40 мм. Инструмент: сверло спиральное из быстрорежущей стали P18 ГОСТ 4010-77 диаметр 19,3 мм.

Переход 3 – зенкерование отверстий 1, 2, 20, 19 в размер диаметр 20 на глубину 40 мм. Инструмент: зенкер цельный с коническим хвостовиком ГОСТ 12489-71 диаметр 20.

Переход 4 - сверление отверстий 30, 56 в размер диаметр  $5^{+0,12}$  на  $\ell = 64$  мм. Инструмент: сверла спиральные из быстрорежущей стали P18 ГОСТ 4010-77 диаметр 5 мм и диаметр 17,3 мм .

Переход 5 - сверление отверстия 21 в размер диаметр  $17,3^{+0,18}$  на  $\ell = 64$  мм. Инструмент: сверла спиральные из быстрорежущей стали P18 ГОСТ 4010-77 диаметр 17,3 мм.

Переход 6 - зенкерование отверстия 21 в размер диаметр  $18^{+0,043}$  на длину 128 мм. Инструмент: зенкер с коническим хвостовиком ГОСТ 12489-71 диаметр 18 мм. На позиции используется одна горизонтальная головка.

Переход 7 – нарезание резьбы M6x1 на глубину 18 мм (поверхности 30, 56). Инструмент: метчик с проходным хвостовиком для метрической резьбы M6x1 ГОСТ 3266-81.

Разработка многоцелевой 020 операции со сверлильными переходами.

Переход 1 – сверление отверстий 4,63, 6,64 и снятие фасок на отверстиях 29, 39 в размеры диаметр  $16^{+0,18}$ , диаметр  $10,2^{+0,18}$  и фаска  $2 \times 45^{\circ}$ . Инструмент: сверло специальное из быстрорежущей стали спиральное комбинированное с износостойким покрытием нитрида-титана с коническим хвостовиком диаметр 16, диаметр 10,2 P18 ГОСТ ОСТ 2И 21-2-76; зенкер конический.

Переход 2 – нарезание резьбы M12x1,75 и M10x1,5 на глубину соответственно 44 и 50 мм (6,64 и 29,39). Инструмент: гаечные метчики для метрической резьбы M12x1,75 и M10x1,5.

Переход 3 - сверление отверстий 11, 44 в размер диаметр  $9,2^{+0,15}$  на глубину 30 мм. Инструмент: сверло спиральное P18 ГОСТ 886-77 диаметр 9,2 мм.

Переход 4 – зенкерование отверстий 44, 11 в размер диаметр  $9,8^{+0,036}$  мм на глубину 30 мм. Инструмент: зенкер цельный ГОСТ 12489-71 диаметр 9,8 мм.

Переход 5 – развертывание отверстий 44, 11 в размер диаметр  $10^{+0,15}$  на глубину 30 мм. Инструмент: развертка машинная цельная с коническим хвостовиком ГОСТ 1672-80 диаметр 10 мм.

## 2.8 Расчет режимов резания

На одну технологическую операцию расчет режимов резания проводится расчетно-аналитическим способом с использованием эмпирических зависимостей. На остальные операции – табличным способом.

Расчетно-аналитическим способом рассчитываем режимы резания на 005 многоцелевую операцию, так как на ней обрабатывается самая точная базовая поверхность [13].

Рассчитываем режимы резания на переходе – сверление отверстий в размеры диаметр  $8,5^{+0,18}$  мм, зенкерование в диаметр  $9,8^{+0,08}$  мм и развертывание  $10^{+0,015}$  мм.

Определяем подачу:  $S$  равно 0,1 мм/об.

Скорость резания [8]:

$$V = \frac{C_v D^g}{T^m \cdot S^y} K_v, \quad (13)$$

где  $C_v$  – коэффициент равный  $C_v = 25,3$ ;

$g, y, m$  – показатели степени для конкретных условий обработки:  $g$  равно 0,25,

$T$  – период стойкости инструмента,  $T$  примем 20 мин;

$m$  равно 0,125,  $y$  равно 0,4;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{ev}, \quad (14)$$

где  $K_{mv}$  - коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{nv}$  - коэффициент на инструментальный инструмент,  $K_{nv}$  равен 1;

$K_{ev}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления,  $K_{ev}$  равен 1.

$$K_{mv} = \left(\frac{HB}{150}\right)^{n_v}, \quad (15)$$

где  $n_v$  равен 0,5 – показатель степени.

$$K_{mv} = \left(\frac{160}{150}\right)^{0,5} = 1,66.$$

$$K_v = 1,66 \cdot 1 \cdot 1 = 1,66.$$

Тогда

$$V = \frac{25,3 \cdot 1,66 \cdot 8,5^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,1^{0,4}} = 124 \text{ м / мин.}$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p, \quad (16)$$

где  $C_m$ ,  $g$ ,  $y$  – коэффициент и показатель степени ( $C_m$  равен 0,021;  $K_p$  равно 1,66;  $g$  равно 2;  $y$  равно 0,8).

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 8,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,66 = 4 \text{ Н.м.}$$

Определяем осевую силу:

$$P_o = 10 C_p D^g S^y K_p, \quad (17)$$

где  $C_p$  – коэффициент осевой силы,  $C_p$  равно 43,3.

$$P_o = 10 \cdot 43,3 \cdot 8,5 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,66 = 968 \text{ Н.}$$

Определяем мощность резания через обороты:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} . \quad (18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 124}{3,14 \cdot 8,5} = 4646 \text{ об / мин.}$$

$$Ne = M_{кр} \cdot \frac{n}{9750} = 4 \cdot \frac{4646}{9750} = 1,9 \text{ кВт.}$$

С учетом полученных значений можно принять выбранные режимы сверления на данном станке по условию минимальной мощности на приводе.

## 2.9 Расчет норм времени

Для расчета основного времени используем известные зависимости [11]. Для сверления, зенкерования, развертывания:

$$T_o = \frac{L_{рх}}{n \cdot S_0} , \quad (19)$$

где  $n$  – обороты, об/мин;

$S_0$  – подача, мм/об;

$$L_{рх} = L_p + L_{вр} + L_{пер} , \quad (20)$$

где  $L_{рх}$  - длина рабочего хода, мм;

$L_p$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$L_{вр}$  - величина врезания, мм;

$L_{пер}$  – величина перебега, мм

При фрезеровании

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_m} \text{ мин}, \quad (21)$$

где  $S_m$  – минутная подача, мм/мин

$$S_m = S_z Z n, \quad (22)$$

где  $S_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$Z$  – число зубьев фрезы.

Величина вспомогательного времени, мин: [11]

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

где  $T_{у.с.}$  - время на установку и снятие заготовки [11], мин;

$T_{з.о.}$  - время на закрепление и открепление детали [11], мин;

$T_{уп}$  - время на приемы управления, мин;

$T_{из}$  - время на измерение детали, мин;

$K_{ср}$  равно 1,85 - коэффициент для среднесерийного производства.

Для средне-серийного производства для операции считается штучно-калькуляционное время с учетом дополнительного времени на подготовительные и заключительные работы по партии запуска  $T_{п-з}$ :

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (24)$$

где  $T_{п-з}$  - подготовительно-заключительное время, мин;

$T_{шт}$  - штучное время, мин;

$n$  – деталей в партии, шт.

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} + T_{ом}, \quad (25)$$

где  $T_o$  - основное или машинное время, мин;

$T_e$  - время на вспомогательные переходы, мин;

$T_{об}$  - время обслуживания станка, мин;

$T_{от}$  - время отдыха, мин.

С учетом типа производства вспомогательное время уточняется

$$T_e = T_o \cdot k, \quad (26)$$

где  $k$  – коэффициент среднесерийного производства.

Для указанного типа производства последние слагаемые формулы (27)  $T_{об}$  и  $T_{от}$  таблично не определяются. Они находятся в процентах от оперативного времени, которое считается как

$$T_{оп} = T_o + T_v. \quad (28)$$

Время обслуживания

$$T_{об} = T_{оп} \cdot n_{от}/100, \quad (29)$$

где  $n_{от}$  – доля времени на обслуживание от оперативного времени,  $n_{от} = 6,5\%$ .

Время на отдых

$$T_{от} = T_{оп} \cdot n_{от}/100, \quad (30)$$

где  $n_{от}$  – доля времени на отдых от оперативного времени,  $n_{от} = 6,5\%$ .

Партия запуска

$$n = N \cdot a / 254, \quad (31)$$

где  $a$  – периодичность запуска, дни;

$N$  – годовой объем выпуска по заданию, 500 шт.

$$n = 500 \cdot \frac{6}{254} = 12,3 \text{ детали.}$$

Все переходы имеют необходимые данные для выполнения, связанные с наладкой оборудования, а также необходимые нормативы времени. Штучное время считается с учетом дополнительных элементов норм времени из-за особенностей организации серийного производства [20].

Полученные данные вносим в таблицу 6.

Таблица 6- Сводная таблица режимов обработки и норм времени

Операция	№ пере хода	t, мм	V, м/мин	So, мм/об	n, об/мин	Sм, мм/мин	To, мин	Тшт, мин
Многоцелевая фрезерно-сверлильная	1	4,1	74	1,4	58	81	2,7	11,65
	2	0,37	169	0,8	133	98	2,24	
	3	3	27,6	0,4	550	220	1,6	
	4	4,25	124	0,1	4646	465	0,05	
	5	0,7	25	1,4	630	880	0,03	
	6	0,1	25	1,4	630	880	0,03	
Многоцелевая фрезерная	1	23	32	0,25	510	127,5	0,14	15,565
	2	28	39	0,12	1240	148,8	0,227	
	3	1	99	3,8	424	1611	0,22	
	4	0,5	99	1,25	418	522,5	0,13	
	5	1,16	99	1,25	418	522,5	0,405	
	6	2	32	3,6	127	457	0,1	
	78	2	32	3,6	127	457	0,34	
Многоцелевая сверлильная	1	5	40	0,26	1273	331	0,14	3,45
	2	9,65	27	0,42	445	187	0,15	
	3	0,35	28	0,94	445	418	0,26	
	4	8,65	105	0,18	1933	348	0,12	
	5	8,65	105	0,18	1933	348	0,21	
	6	0,35	30	0,9	530	477	0,215	
	78	1	38	0,18	2016	363	0,2815	
Многоцелевая сверлильная	1	5,1	47	0,5	1450	725	0,14	2,51
	2	1,75	3,3	1,75	88	154	0,12	
	3	4,6	51	0,45	1774	798	0,33	
	4	0,3	27	0,8	887	710	0,05	
	56	0,1	6,0	2,2	193	424,6	0,052	

## **Выводы по разделу**

Во второй части работы выполнено проектирование технологии изготовления на основе типового техпроцесса изготовления детали типа корпус. Выбрана заготовка способом литья в землю и спроектирована отливка.

С учётом параметров отливки определены переходы, а также разработан технологический маршрут для выбранных многоцелевых станков. Разработка технологических операций выполнено с учетом современных тенденций машиностроения и выполняется на многоцелевых центрах различной компоновки.

Оформлен технологический маршрут и карты (приложение Б и В) в которые сведены вся информация, включая оснастку из следующего раздела.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Проектирование приспособления

##### 3.1.1 Сбор данных

Заготовка отливка из КЧ35. Обработка на операции - черновое фрезерование по корке торцовой фрезой с пластинами ВК8.

Режимы резания по расчету: глубина резания  $t$  равна 4,2 мм; подача  $S$  1,5 мм/об; скорость резания  $V$  равна 320 м/мин

Тип разрабатываемого приспособления – наладочное.

##### 3.1.2 Расчет сил резания

Расчет сил при торцовом фрезеровании приведен в [4]. Рассчитаем касательную силы фрезерования:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w}, \quad (32)$$

где  $C_p$  равно 491;  $x$  равно 1,0;  $y$  равно 0,75;  $n$  равно 1,1;  $q$  равно 1,3;  $w$  равно 0,2 -коэффициенты, условий обработки.

Произведем расчет:

$$P_z = \frac{10 \cdot 491 \cdot 4,2^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 200^{1,1} \cdot 15}{250^{1,3} \cdot 407^{0,2}} \cdot 1,1 = 1564 \text{ Н};$$

Составляющая радиальная

$$P_y = 0,5P_z \quad (33)$$

$$P_y = 0,5 \cdot 1564 = 782 \text{ Н.}$$

С учетом полученных составляющих сил резания  $P_z$  получается 1564 Н и  $P_y$  - 782 Н горизонтальная и вертикальная составляющие будут соответственно

$$P_h = 0,4 P_z = 626 \text{ Н};$$

$$P_v = 0,9 P_z = 1408 \text{ Н}.$$

### 3.1.3. Расчет усилия зажима

При закреплении заготовки корпуса тисков установка ведётся по отверстиям с упором в боковую поверхность заготовки и в поверхность направляющей. Сила закрепления направлена по направлению к боковой опоре вдоль продольной оси базовых отверстий. От поворотов вокруг вертикальной оси под действием горизонтальной и вертикальной составляющих резания заготовка фиксируется за счёт направляющих в отверстиях. Поворот под действием вертикальной составляющей силы резания вокруг оправок фиксируются боковым нижним упором в направляющую.

Схема на рисунке 4.

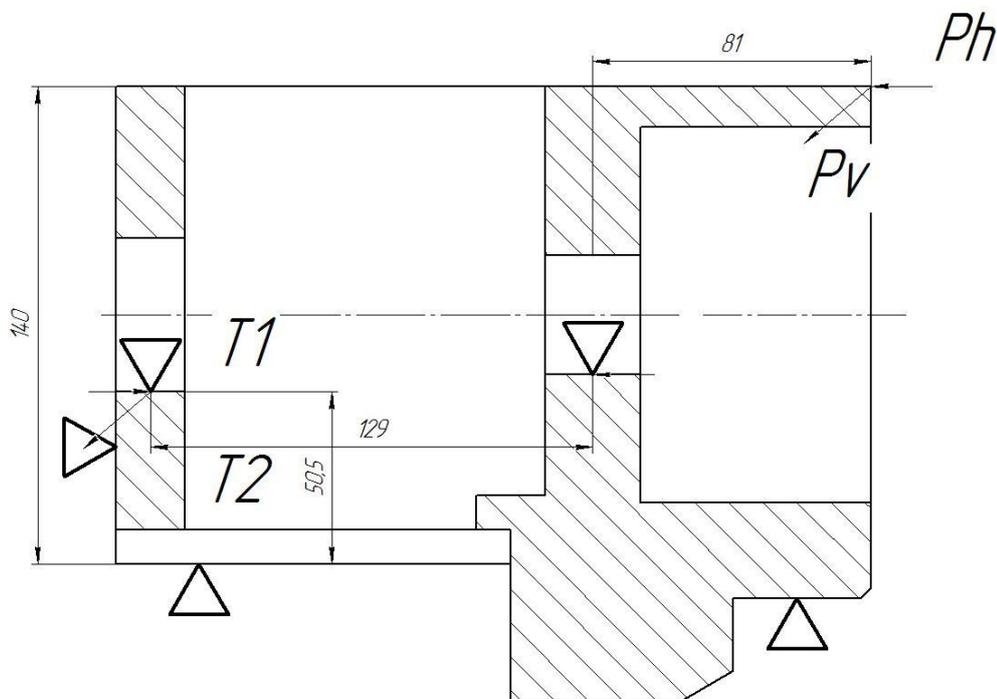


Рисунок 4 - Схема сил резания и зажима

Для однозначного и надёжного определения положения заготовки рассчитаем момент резания, который возникает относительно точки поворота в правом отверстии на оправке. Этот момент будет определяться двумя составляющими, каждая действующая на своём плече. Для вертикальной составляющей - расстояние вдоль заготовки корпуса, а горизонтальной - расстояние от боковой кромки корпуса до центральной оси заготовки.

Момент закрепления будет определяться силами трения на опорах, которые создаются в левой оправке. Один момент, который определяется расстоянием между базовыми отверстиями, а также моментом, который определяется высотой положения контактной поверхности отверстия над установочной плоскостью направляющей.

Момент резания:

$$M_{Pz} = P_h \cdot L0 + P_v \cdot L1; \quad (34)$$

где  $P_h, P_v$  — горизонтальная и вертикальная силы фрезерования, Н;

$L0, L1$  – плечи этих сил, м.

Момент сил закрепления:

$$M_3 = T \cdot (l1 + l2) = W \cdot (l1 + l2) \cdot f; \quad (35)$$

где  $W$  – усилие зажима, Н.

$f$  – коэффициент трения на контактных поверхностях;

$T$  – сила трения, Н.

Из условия уравнивания моментов [1]:

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot (P_h \cdot L0 + P_v \cdot L1)}{f \cdot (l1 + l2)}, \quad (36)$$

где  $k$  – коэффициент запаса.

Его величина определяется от условий:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (37)$$

где  $k_0$  – минимальный коэффициент запаса  $k_0 = 1,5$ ;

« $k_1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке  $k_1 = 1,2$ ;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента: при черновом фрезеровании для чугуна  $k_2 = 1,2$ ;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом точении  $k_3 = 1,2$ ;

$k_4$  – коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированного привода  $k_4 = 1$ ;

$k_5$  – коэффициент, учитывающий эргономику немеханизированного зажимного механизма: для механизированного привода  $k_5 = 1$ ;

$k_6$  – коэффициент, вводится в расчет только при наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской технологической базой на опоры-штыри» [18].

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

Коэффициент трения  $f$  для поверхности опоры при черновой обработке примем  $f = 0,3$ .

В результате:

$$W = \frac{2,5 \cdot (626 \cdot 0,081 + 1408 \cdot 0,14)}{0,3 \cdot (0,129 + 0,05)} = 12986 \text{ Н}.$$

Принимаем  $W = 12986 \text{ Н}$ .

Сила зажима  $W_1$  на прихвате с учетом потерь на трение:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (38)$$

где  $l_l$  – вылет кулачка, м;

$H_k$  – длина направляющей у прихвата, м;

$f_l$  - коэффициент трения в направляющих прихвата.

Принимается  $f_l=0,1$  для условий полусухого трения.

Конструктивно примем параметры  $H_K = 20$  мм,  $l_K = 90$  мм.

Окончательно:

$$W_1 = \frac{12986}{1 - \left( \frac{90}{20} \cdot 0.1 \right)} = 23610 \text{ Н}.$$

### 3.1.4 Расчет силового привода

С учётом найденного значения необходимого усилия зажима принимаем в качестве механизированного привода гидравлический. Для него необходимо определить диаметр:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (39)$$

где  $P$  – давление масла,  $P = 7,5$  МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{23610}{7,5}} = 63,4 \text{ мм}.$$

Принимаем  $D=80$  мм.

Для окончательного принятия предложенного варианта также назначаем ход штока гидроцилиндра с учетом беспрепятственной установки и снятия заготовки - 25 мм.

### 3.1.5 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

С учётом установки по жёстким пальцам заготовки корпуса на оправки необходимо предусмотреть возможные смещения из-за возникающих зазоров между поверхностью оправок и базовыми отверстиями, а также возможного из-за этого общего поворота заготовки:

$$\varepsilon_y = S_{MAX} = S_{MIN} + D_{OTB} + d_{II}, \quad (40)$$

где  $S_{MAX}$ ,  $S_{MIN}$  – зазор, соответственно, максимальный и минимальный, мм;

$D_{OTB}$  – допуск на базовое отверстие, мм;

$d_{II}$  – допуск на оправку, мм.

$$\varepsilon_y = 0,01 + 0,025 + 0,012 = 0,047 \text{ мм.}$$

### 3.1.6 Описание конструкции приспособления

Приспособление используется на первой многоцелевой операции, на которой проводится последовательная обработка плоскости, а затем обработка чистовых баз - отверстий под установочные пальцы.

Заготовка тисков устанавливается на опорную плиту 6 своими направляющими, а свешивающаяся часть опирается на регулируемый опорный палец, который фиксируется в промежуточной плите гайкой 16. В продольном направлении заготовка тисков упирается в плиту 5, которая винтами 12 зафиксирована на опорной плите, которая точно установлена по штифтам 14 и закреплена винтами 8 в промежуточной плите 6. Установка промежуточной плиты на базовую плиту 2 и закрепляется на ней при помощи винтов. Базовая плита 2 при помощи стопорных винтов 9 устанавливается в пазах рабочего стола станка. Гидроприводы 1 при помощи Т-образных винтов закрепляются в пазах плиты 2. На штоках прихватов

гидропривода сделаны винтовые пазы, за счет которых прихваты 3, 4 (один длинный, другой короткий) при закреплении - откреплении имеют дополнительные круговое вращение. Это позволяет при раскреплении отводить их из рабочей области не препятствуя установке-снятию заготовки.

Приспособление состоит из базовой плиты 2, на которой установлена промежуточная плита 7. Опорная плита 6 крепится на промежуточную плиту 7. В плиту 7 вкручивается регулируемая опора 15 с контргайкой 16. К торцу базовой плиты 6 прикручена винтами 12 опорная плита 12. Установлены гидравлические приводы 1, которые имеют прихваты 3 и 4 различной длины. Шпонки в пазу базовой плиты 2 внизу зафиксированы винтами 10.

### **3.2 Проектирование режущего инструмента**

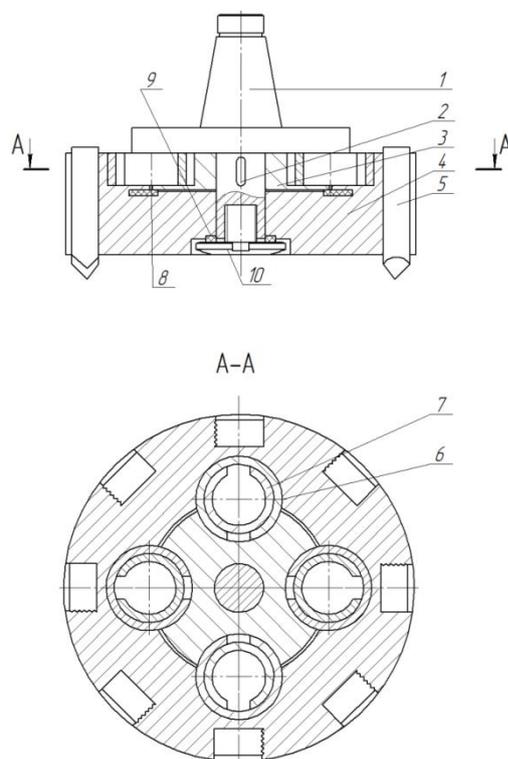
Спроектируем торцевую фрезу для 005 операции, предназначенную для тяжелых технологических переходов. На операции 005 многоцелевой обрабатывается плоскость шириной  $B=200$  мм и длиной  $H=220$  мм на заготовке из чугуна КЧ35 ГОСТ 1412-85, твердостью 170...220 НВ [13].

Описание конструкций фрез, представленных на рисунках 5 и 6.

Цель - повышение стойкости, увеличение производительности, улучшение качества обработки и обеспечение простоты технического исполнения (рисунок 6).

Испытания фрезы показали, что ее стойкость при обработке чугунных заготовок с коркой по сравнению с прототипом в среднем возрастает в 1,5 раза. При этом глубина резания в среднем может быть увеличена на 2-3 мм, а частота вращения шпинделя повышена на 1-2 ступени, что повышает производительность. Шероховатость обработанной поверхности улучшается в среднем на 2-3 класса.

Для обработки плоскости рассчитаем торцевую фрезу с твердосплавными пластинами с механическим креплением.



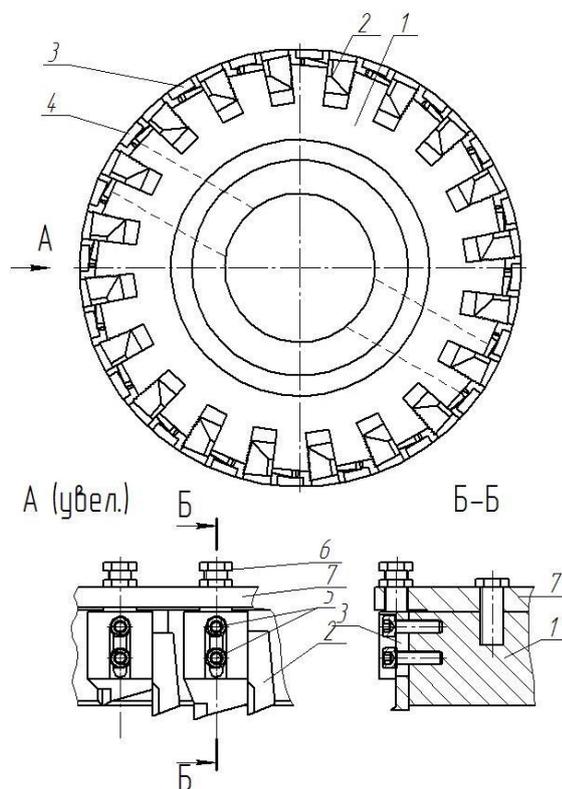
1 – оправка; 2 –шпонка; 3 - промежуточный диск; 4 – корпус; 5 - резцы. 6 – гнезда; 7 - металлические упругие втулки; 8 – шайба; 9 – подшипник; 10 - винт

Рисунок 5 - Эскиз к авторскому свидетельству. №1780942

Определяем наружный диаметр и диаметр посадочного отверстия фрезы. Фреза предназначена для обработки плоскости на черновой операции при снятии литейной корки. Данный процесс обработки характеризуется значительным ударным воздействием. Это приводит к повышенному износу режущих пластин фрезы, а также возможно появление сколов, что делает невозможным дальнейшую обработку.

Для снижения вредных последствий ударного резания предлагается использовать элементы оснастки, снижающие вибрации в зоне обработки. Использование конструкции фрез, рассмотренных ранее характеризуется значительным расходом на изготовление сложного по конструкции инструмента, снижением надежности его работы из-за наличия большого количества элементов, сложности настройки инструмента перед обработкой. Для упрощения подготовки фрезерных переходов и снижения времени

обработки предлагается использовать стандартную фрезу с твердосплавными пластинами.



1 – корпус; 2 - вставные рифленые ножи; 3 - дополнительные подрезные и обдирочные ножи; 4 - основные ножи; 5 – винт; 6 - регулировочные винты; 7 - упорный диск

Рисунок 6 - Конструкция фрезы по а.с. №1808517

Фреза установлена на оправке, которая выполнена по технологии вибрационного гашения колебаний. Это создается за счет включения в конструкцию демпфирующей вставки и нескольких в цилиндрических втулок вложенных друг в друга. За счет относительного трения этих втулок и рассеивания энергии колебаний в материале с большим коэффициентом демпфирования происходит значительное снижение ударных и динамических нагрузок в зоне резания, повышение стойкости режущего инструмента.

Это позволяет также за счет повышения режимов резания снизить основное время на переходе без потери точности и снижения стойкости фрезы.

Для торцовых фрез необходимо найти диаметр [13]

$$d_{a\max} = \sqrt{S_z^2 \sin^2 \varphi B^2 / (S_z^2 \sin^2 \varphi - \rho^2)}, \quad (41)$$

где  $S_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$\varphi$  - угол фрезы в плане, °;

$B$  – ширина фрезерования, мм.  $d_a=242$  мм.

Рассчитанный по формуле (38) диаметр округляем до ближайшего стандартного значения, (260).

Диаметр посадочного отверстия принимаем стандартным (60).

Определяем число зубьев фрезы  $z$  из условия равномерности фрезерования по формуле:

$$z = \frac{360\xi}{\psi}, \quad (42)$$

где  $\xi \geq 2$  - коэффициент равномерности фрезерования;

$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2B}{d_a}\right)$  - угол контакта фрезы.

$$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot 200}{260}\right) = 126^\circ.$$

$$z = \frac{360 \cdot 2}{126} = 5,7 \approx 6 \text{ зубьев.}$$

Определяем окружной шаг зубьев по формуле

$$t_{окр} = \frac{\pi d_a}{z}. \quad (43)$$

$$t_{окр} = \frac{3,14 \cdot 250}{15} = 52,3 \text{ мм.}$$

Определяем высоту зуба по формуле

$$h = (0,5 \dots 0,65) t_{\text{окр}}, \quad (44)$$

$$h = (0,5 \dots 0,65) \cdot 52,3 = (26,2)_{\text{мм}}.$$

Принимаем  $h=26$  мм. Задний угол

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,13}{a^{0,3}}\right), \quad (45)$$

где  $a = S_z \cdot \sin \varphi = 0,3 \cdot \sin 54^\circ = 0,24_{\text{мм}}$ .

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,13}{0,24^{0,3}}\right) = \arcsin 0,199 = 12^\circ.$$

Фрезу проектируем в соответствии с указаниями [19]. Геометрия главный угол в плане;  $\varphi = 54^\circ$ . Вспомогательный угол в плане:  $\varphi_1 = 16^\circ$ . Передний угол:  $\gamma = +11^\circ$  - для чугуна. Угол наклона пластинок:  $\omega = 8^\circ$ . Наличие фаски: для обработки чугунов с пределом прочности менее 750 МПа фаска  $f=0,2$  мм.

### **Выводы по разделу**

В третьей части работы спроектированы станочное приспособление для закрепления заготовки на первой операции механической обработки, а также инструмент для обработки плоскости, который позволяет значительно сократить время обработки. Оформлены спецификации в приложении Б и В.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Необходимо с учетом выявленных вредных факторов технологического процесса изготовления корпуса зажимного приспособления разработать меры защиты от них.

Работа: «Технологический процесс изготовления корпуса зажимного приспособления». Последовательность этапов разработки мер защиты выполнена по [3].

### 4.1 Планировка производственного участка

Спроектирована технология изготовления корпуса зажимного приспособления в среднесерийном производстве.

Для условий среднесерийного производства изготовление деталей аналогичного класса (корпус неразборный призматический) на данном участке будут проводить загрузку оборудования до необходимого уровня. Планировка участка изготовления корпуса приведена на рисунке 7.

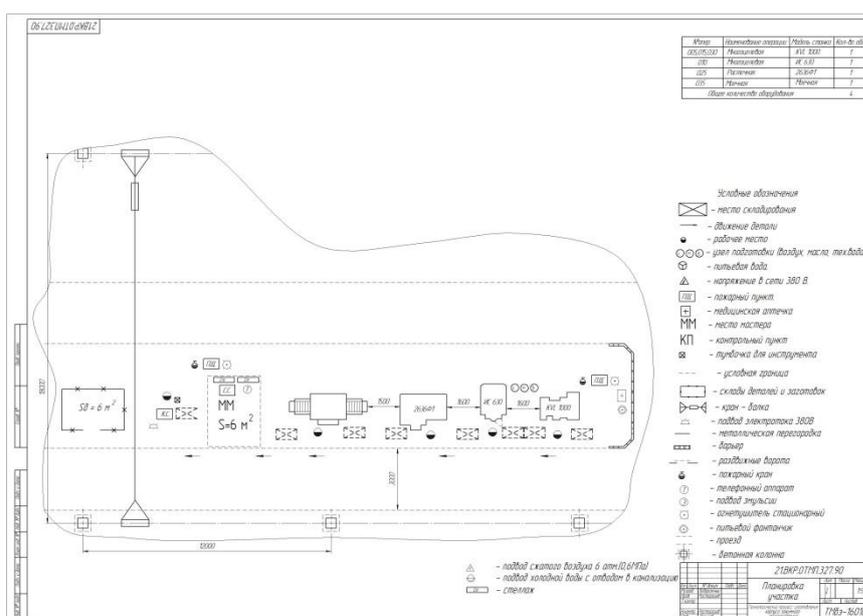


Рисунок 7 – Участок обработки корпуса

## 4.2 Оборудование производственного участка

По разработанной технологии в соответствии с операциями изготовления корпуса на участке есть следующее оборудование:

- 005 многоцелевая на вертикальном центре KVL 1000;
- 010 многоцелевая на горизонтальном центре ИС 630;
- 015 многоцелевая на вертикальном центре KVL 1000;
- 020 термическая (отдельный цех);
- 025 расточная на расточном 2706П;
- 030 многоцелевая на вертикальном центре KVL 1000;
- 035 моечная в камере и 040 контрольная на стенде.

Выбранные станки и их количество представлено в таблице 7.

Таблица 7 –Список обрабатывающих станков

Оборудование	Количество, шт
Вертикальный центр KVL 1000	1
Многоцелевой горизонтальный центр ИС 630	1
Горизонтально-расточной 2706П	1
Моечная машина	1
Итого:	4

В таблице 8 для каждой операции указано их место выполнения и содержание переходов.

## 4.3 Анализ вредных производственных факторов

Перечисление выполнено в сокращенном виде, так как некоторые переходы дублируются из-за различных типоразмеров отверстий (для сверления, растачивания). Необходимо также учесть поворот заготовки при

ее обработке из-за необходимости инструментальной доступности с различных сторон.

Таблица 8 – Маршрут по обработке корпуса

Цех	Операция	Наименование	Оборудование	Содержание
Литейный	000	Заготовительная	Литейная машина	Получение отливки
Механический	005	Многоцелевая	Вертикальный центр KVL 1000	Фрезерование черновое и чистовое Сверление Зенкерование развертывание
Механический	010	Многоцелевая	Многоцелевой горизонтальный центр ИС 630	Фрезерование черновое и чистовое Сверление Растачивание отверстия Растачивание канавки Нарезание резьбы
Механический	015	Многоцелевая	Вертикальный центр KVL 1000	Фрезерование черновое и чистовое Сверление Нарезание резьбы
Термический	020	Термообработка	Печь	Отпуск
Механический	025	Расточная	Горизонтально-расточной 2706П	Растачивание отверстия
Механический	030	Многоцелевая	Вертикальный центр KVL 1000	Фрезерование чистовое
Механический	035	Моечная	Моечная машина	Мойка с сушкой
Механический	040	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль

В работе особое внимание было уделено многоцелевой первой операции, как одной из ответственных (подготовка чистовых технологических баз) в технологии изготовления корпуса. Для нее спроектировано станочное приспособление – наладочное приспособление и сборная фреза с эффектом гашения вибраций при резании.

С учетом этого общий перечень вредных факторов приведен в таблице 9.

Таблица 9 – «Опасные и вредные производственные факторы» [4]

Операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, для снижения вредных воздействий
Многоцелевые	Испарение СОЖ Стружечная пыль Шум Острые кромки Подвижные части механизмов Электрическое напряжение Высокая температура	Использование: ограждения рабочей зоны станка; общей и местной вентиляция; беруши с перчатками; виброгасящих устройств; заземления; использование СОЖ
Расточная	Испарение СОЖ Стружечная пыль Шум Подвижные части механизмов Электрическое напряжение Высокая температура	Использование: ограждения рабочей зоны станка; общей и местной вентиляция; беруши с перчатками; виброгасящих устройств; заземления; использование СОЖ

Предложенные меры обеспечат необходимый уровень защиты здоровья рабочих.

### **Выводы по разделу**

В данном разделе на основе анализа спроектированной технологии и задействованного оборудования, а также переходов для определенных вредных производственных факторов предложены меры по снижению их вредного влияния.

## 5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения поставленной цели данного раздела, необходимо подвести итог проделанной работе по данной теме. При написании бакалаврской работы было предложено изменение инструмента на расточной операции. До совершенствования операции технологического процесса изготовления детали «Корпус зажимного приспособления» – фрезерование торцевой сборной фрезой, после – фрезерование торцевой сборной фрезой с демпфером колебаний. С технологической стороны было достигнуто сокращение основного времени выполнения этих процессов, что соответственно привело к уменьшению штучно-калькуляционное время выполнения операции на 14,16 % (с 11,65 до 10 минут). Далее предстоит проверить эффективность с точки зрения экономической целесообразности применения данных изменений.

Все необходимые технические параметры выполнения операции, такие как: машинное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета, а именно: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;

- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [6, с. 15-23].

Далее, представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 8, показаны значения, из которых складываются капитальные вложения, их величина составит 43 807,65 рублей.

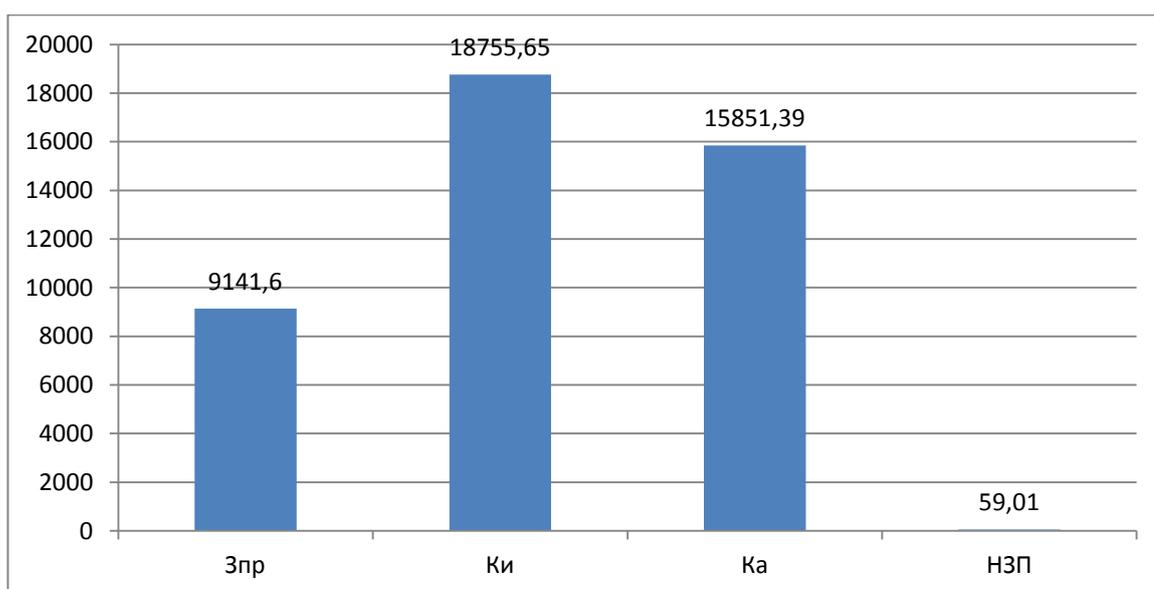


Рисунок 8 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 8, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются:

- затраты на инструмент ( $K_{II}$ ), величина которых составила 42,81 %;
- прямые капитальные вложения в перепрограммирование оборудования под изменения на операции ( $K_A$ ), величина которых составляет 36,18 % от общей суммы капитальных вложений;
- затраты на проектирование ( $Z_{IP}$ ), с величиной 20,87 % от всей величины капитальных вложений.

Что касается величины незавершенного производства, то она составляет 0,13 % от всех капитальных вложений.

На рисунке 9 представлены показатели, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Корпус зажимного приспособления», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. В состав технологической себестоимости не включена величина основных материалов за вычетом отходов, это связано с тем, что в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не метался, поэтому расходы на материал остаются без изменения.

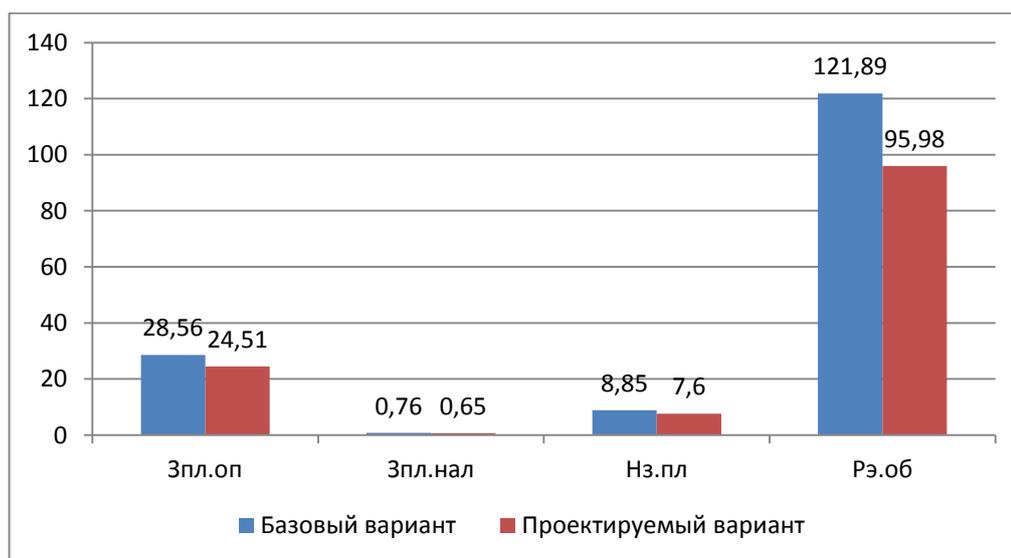


Рисунок 9 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Корпус зажимного приспособления», по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 9, видно, что максимальное влияние на технологическую себестоимость оказывает величина расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{Э.ОБ}$ ), применяемого на этой операции. В базовом варианте доля этого показателя составила 76,15 %, а в проектируемом варианте – 74,55 %.

Кроме расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, есть еще два показателя, которые оказывают существенное влияние на величину технологической себестоимости, это:

- заработная плата рабочего оператора ( $Z_{ПЛ.ОП}$ ), с объемом величины в базовом варианте 17,84 %, а в проектируемом – 19,04 % от всего значения технологической себестоимости;

- начисления на заработную плату ( $H_{З.ПЛ}$ ), которые напрямую зависят от величины основной заработной платы, доля это показателя для базового варианта составила 5,53 %, а в проектируемом – 5,9 %, от размера технологической себестоимости.

Величина заработной платы наладчика ( $Z_{ПЛ.НАЛ}$ ) существенного влияния на величину технологической себестоимости не оказывает, т. к. в обоих варианта ее доля составляет около 0,5 %, а именно, в базовом варианте – 0,48 %, а в проектируемом – 0,51 %.

Данные показатели позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Корпус зажимного приспособления» по анализируемой операции технологического процесса, представлены на рисунке 10.

Согласно рисунку 10, значение полной себестоимости ( $C_{ПОЛН}$ ) для базового варианта составило 267,58 рубля, а для проектируемого варианта – 221,01 рубля. Значения по вариантам отличаются, а это значит, что появляются условия для получения ожидаемой прибыли от снижения себестоимости.

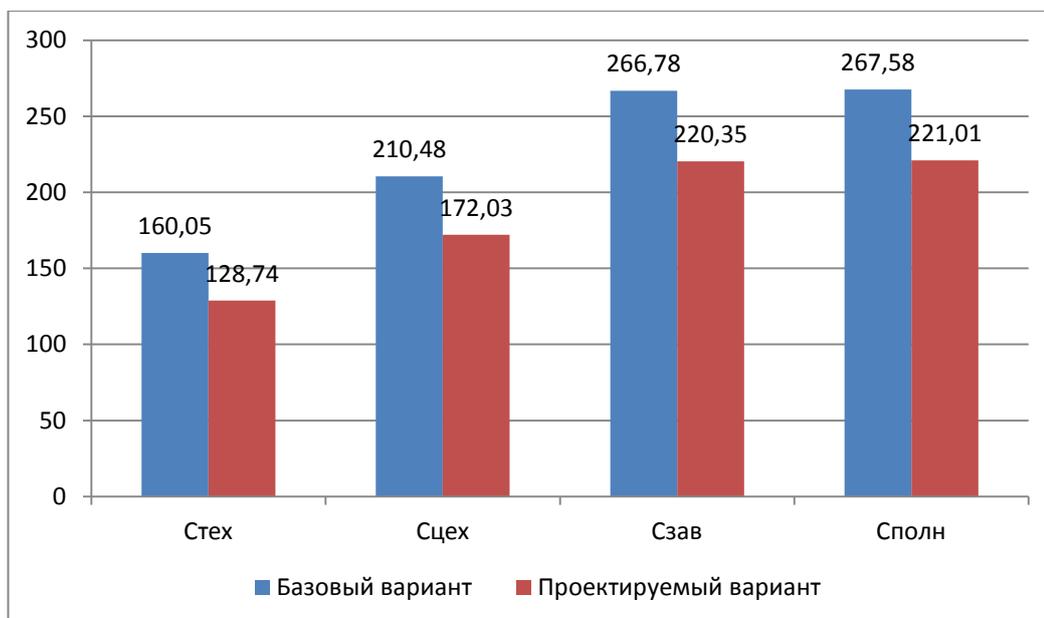


Рисунок 10 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 43 807,65 рублей, окупятся в течение 4-х лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствований технологического характера. Однако прежде чем говорить об эффективности этих совершенствований, необходимо проанализировать такой экономический показатель как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного значения, по результатам расчетов, составляет 6 921,02 рублей со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенного мероприятия. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,16 рублей.

### **Выводы по разделу**

В экономическом разделе на основе сравнения базового и проектного вариантов получено обоснование предложенных изменений.

## Заключение

В работе выполнено проектирование технологии изготовления корпуса зажимного приспособления тисков для условий серийного производства. В работе рассмотрены вопросы изменения базового технологического процесса изготовления корпуса.

В первом разделе выполнен анализ исходных данных и условий работы корпуса тисков. Проанализирована конструкция детали по технологичности, а также рассмотрены вопросы установки и базирования, обрабатываемости заготовки. Во втором разделе - проектирование технологической части, выбран среднесерийный тип производства, метод получения исходной заготовки путем сравнения двух вариантов (разных способов литья). В результате выбран способ литья в песчаные формы. Выбраны технологические переходы на каждую поверхность, с учётом их точности и требований к шероховатости. Из переходов спроектирован технологический процесс изготовления корпуса приспособления на рекомендуемых типах станков. В серийном производстве - многоцелевых с ЧПУ. Операции технологического маршрута включают в себя ряд последовательных переходов. После заготовительной операции на многоцелевом станке проводится обработка чистовых технологических баз. После получения чистовых технологических баз при одной схеме установки далее проводится обработка всех остальных поверхностей корпуса на многоцелевых и расточных станках. Спроектированы операции с расчетом режимов резания и штучного времени. В конструкторской части работы спроектировано приспособление для закрепления заготовки на операциях по ее обработке – наладочное приспособление, а также инструмент для обработки плоскости. В разделе по охране труда на основе анализа вредных факторов предлагаются меры по защите окружающей среды и здоровья работников. В экономическом разделе на основе сравнения базового и проектного вариантов получено обоснование предложенных изменений.

## Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с.
9. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва

: Машиностроение, 2004. - 784 с.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

13. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с.

14. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с.

15. Станочные приспособления / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

16. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

17. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

18. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

19. Heinz, Tschätsch Applied Machining Technology / Tschätsch Heinz – Springer-Verlag : Berlin, Heidelberg, 2009. – p. 396
20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.
21. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

## Приложение А

### Маршрутные карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3 1118-82 Форма 1																		
Шифр																		
Взам.																		
Подл.																		
											-	2	1					
Разработ	Подарожный А.С.																	
Проверил	Расторгуев Д.А.																	
Этвердил	Лагина Ю.Ю.																	
Н. контр.	Расторгуев Д.А.																	
М 01	С 445 ГОСТ № 12-85																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	К/М	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ				
М 02		кг	3,6	1	1	0,7	22	220x200x162					1	5				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.				Код наименования операции				Обозначение документа						
Б	Код наименования оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОНД	ЕН	ОП	Кшт.	Тлз.	Тшт.
А03	000 1060 Заготовительная																	
Б04												1	1	1				
А05	005 4237 Многоцелевая																	
А06																		
Б07	Вертикальный центр KVL 10000											1	1	1				
А08	010 4237 Многоцелевая																	
А09																		
Б10	Горизонтальный центр ИС 630											1	1	1				
А11	015 4237 Многоцелевая																	
А12																		
Б13	Вертикальный центр KVL 10000											1	1	1				
А14	020 Термическая																	
А15																		
Б16	Печь											1	1	1				
МК	Маршрутная карта															2		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Школ.																										
Взам.																										
Подл.																										
																			-	2						
																			Карпус тисков							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименование операции								Обозначение документа													
Б	Код наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.											
К/М	Наименование детали, сд. единицы или материала				Обозначение код								ОПП	ЕВ	ЕН	КМ	Н. расх.									
A01	025 4.224 Алмазно-расточная																									
B02	Горизонтальный отделочно-расточной полуавтомат с подвижным столом									1		1		1												
B03	2706П																									
A04	030 0125 Промывка																									
B05										1		1		1												
A06	035 0200 Контроль																									
B07										1		1		1												
08																										
09																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
МК	Маршрутная карта																			3						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.1404-86 Форма 3		
Испол.												
Взам.												
Подп.												
										6	1	
Разработ	Лобарожный А.С.											
Проверил	Расторгуев Д.А.											
Эксперт	Логинов Н.Ю.											
Н. контр.	Расторгуев Д.А.											010
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			M3	КОИД	
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ		СЧУ ГОСТ 14.12-85		HВ-150	к2						1	
Оборудование устройства ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	T пз	T шт.	ЛОЖ				
Обрабатывающий центр KVL 1000				6,5	4,5	15	11,65					
P		ПМ	D или B	L	f	i	s	p	v			
T01												
T02	СНП											
O03	1. Установить и закрепить											
O04	2. Фрезеровать заготовку предварительно											
											2,16	
T05	01.2.0234.000-03 Фреза Ø160, z=6 Т15К6 ТУ 2-035-910-83											
P06		-	180	185	4,1	1	14	58	74			
O07	3. Фрезеровать заготовку окончательно											
											3,52	
T08	01.2.0200.000-03 Фреза Ø160, z=6 Т15К6 ТУ 2-035-874-82											
P09		-	180	185	0,37	1	0,8	133	169			
O10	4. Фрезеровать пазы											
											0,52	
T11	2.223-0003 Фреза Ø16, z=4 P6M5 ГОСТ 17026-71											
P12		-	16	15	16	3	0,4	550	27,6			
O13	5. Сверлить отверстия											
											0,09	
OK	Операционная карта										3	

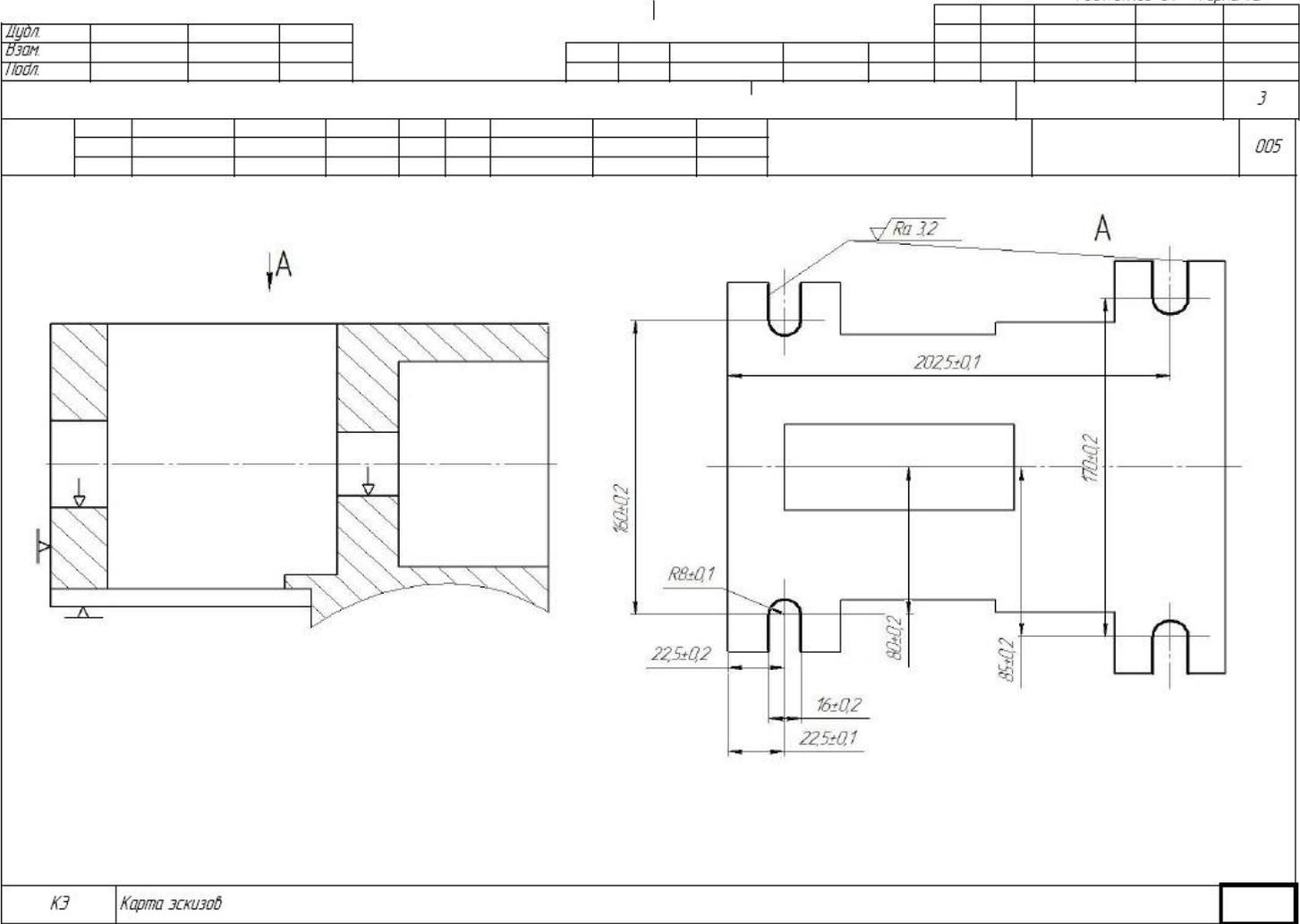
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а											
Школ.											
Взам.											
Лист											2
										Карпус	010
Р		ПМ	D или B	L	f	i	s	n	v		
T01	2301-1010 Сверла №6 Р6М5 ГОСТ 19547-74										
P02		-	7	22	3	1	0,1	4646	124		
O03	6. Зенкеровать отверстия 0,03										
T04	035-2323-0501 Зенкер №9 Р6М5 ГОСТ 2М22-1-80										
P05		-	19	23	0,7	1	1353	630	25		
O06	7. Развернуть отверстия окончательно 0,03										
T07	2363-0094 Развертка №10 Р6М5 ГОСТ 1672-82										
P08		-	20	23	0,5	1	1494	630	25		
O9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK	Операционная карта										4

Продолжение таблицы А.1

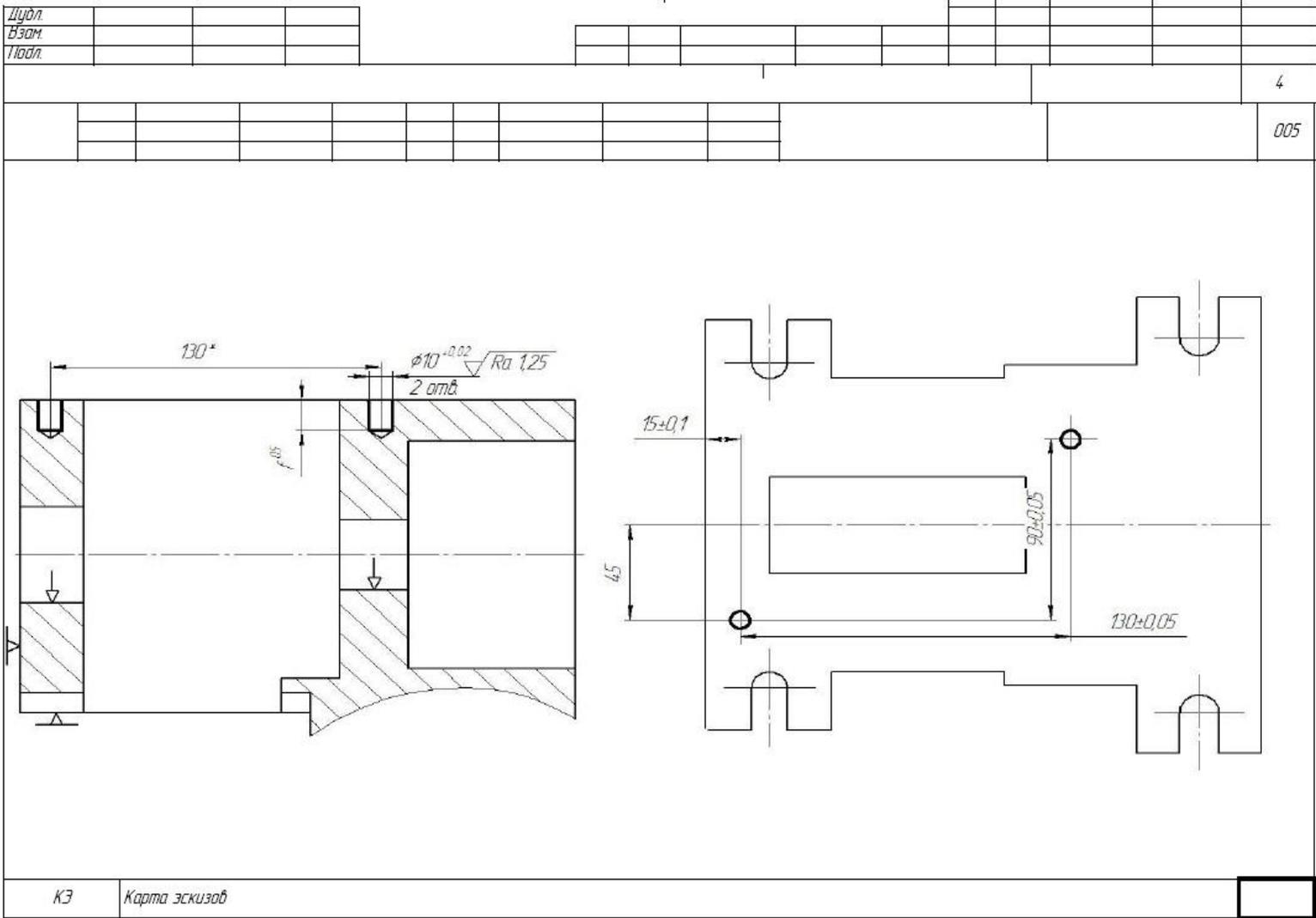
ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а



### Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а



## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а											
Деталь											
Взам.											
Писал.											
											3
											005

Ra 3.2

220\*

67.37±0.32

Ra 1.25

220\*

67.4±0.08

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--



Приложение Б

Спецификация на приспособление

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист	Лист	Листов																										
										Лит.	Лист	Листов																							
Перв. примен.				<i>Документация</i>																															
										A1	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1																						
										Справ. №				<i>Сборочные единицы</i>																					
																				1	21.ВКР.ОТМП.327.65.01.000.	Гидроцилиндр	2												
																				Подл. и дата				<i>Детали</i>											
																														2	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.002.	Плита базовая	1		
																														3	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.003.	Прихват длинный	4		
																														4	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.004.	Прихват короткий	1		
																														5	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.005.	Плита доковая	1		
																														6	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.006.	Плита опорная	1		
7	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.007.	Плита промежуточная	1																																
8	21.ВКР.ОТМП.327.65.00.008.	Винт опорный	1																																
Взам. инв. № / инв. № дробл.				<i>Стандартные изделия</i>																															
										9		Винт М6 х 0,25-6д х 10.35Х.01 ГОСТ 17475-80	2																						
										10		Винт М6 х 0,25-6д х 16.35Х.01 ГОСТ 17475-80	4																						
										Подл. и дата																									
																				21.ВКР.ОТМП.327.65.000.СП							Лит.	Лист	Листов						
																				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Станочное приспособление	ТГУ ТМбз-1601б									
																				Разраб.	Подорожный А.С.														
																				Пров.	Расторгуев Д.А.														
																				Исконтр.	Расторгуев Д.А.														
																				Чтв.	Логинев Н.Ю.														
Копировал							Формат А4																												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

		<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Паз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
				11		Вчнт М10 х 1,25-6г х 30.35Х.01 ГОСТ 17475-80	2	
				6		Вчнт М10 х 1,25-6г х 52.35Х.01 ГОСТ 17475-80	7	
				13		Гайка А М12 х 6.7Н.35.3019.3 ГОСТ 9064-75	1	
				7		Штифт 26.69 х 18.20Х88. Хим.Окс.пром ГОСТ 10774-80	2	
				15		Шпонка 2-12 х 6 х 20 ГОСТ 23360-78	2	
					<i>21.ВКР.ОТМП.327.65.000.СП</i>			<i>Лист</i>
	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>2</i>		
					<i>Копировал</i>		<i>Формат А4</i>	

## Приложение В

### Спецификация на инструмент

Таблица В.1 – Спецификация приспособления

Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание																																															
														A4																																																					
																			<i>Документация</i>																																																
															A4			21.ВКР.ОТМП.327.70.000.СБ	Сборочный чертеж	1																																															
																			<i>Детали</i>																																																
																		21.ВКР.ОТМП.327.70.001.	Корпус	1																																															
																		21.ВКР.ОТМП.327.70.002.	Режущая пластина	6																																															
																		21.ВКР.ОТМП.327.70.003.	Винт крепежный	6																																															
21.ВКР.ОТМП.327.70.000.СП																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Фреза</td> <td style="width: 10%;">Лит.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 10%;">Листов</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Подорожний А.С.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" rowspan="2"></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Расторгуев Д.А.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td>Расторгуев Д.А.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" rowspan="2"></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ТГУ, ИМ, гр. ТМБЗ-1601Б</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td>Логинов Н.Ю.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Копировал</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Формат А4</td> </tr> </table>															Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фреза			Лит.	Лист	Листов	Разраб.		Подорожний А.С.								1	Проб.		Расторгуев Д.А.							Н.контр.		Расторгуев Д.А.						ТГУ, ИМ, гр. ТМБЗ-1601Б			Утв.		Логинов Н.Ю.			Копировал			Формат А4		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фреза			Лит.	Лист	Листов																																																									
Разраб.		Подорожний А.С.								1																																																									
Проб.		Расторгуев Д.А.																																																																	
Н.контр.		Расторгуев Д.А.						ТГУ, ИМ, гр. ТМБЗ-1601Б																																																											
Утв.		Логинов Н.Ю.						Копировал			Формат А4																																																								