



## Аннотация

Технологический процесс изготовления ступицы автоматической транспортной тележки. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ, Тольятти, 2021 г.

Данная выпускная квалификационная работа имеет целью разработку такого технологического процесса изготовления ступицы автоматической транспортной тележки, который позволит обеспечить минимальные затраты на изготовление при условии обеспечения необходимых параметров качества изготовления и обеспечении производства всей производственной программы. Работа состоит из пяти разделов. В первом разделе выполнен анализ функционального назначения детали, условий ее эксплуатации, технологических показателей детали и анализ типа производства. По результатам чего сформулированы задачи работы. Второй раздел содержит решение комплекса задач связанных с технологией изготовления детали. Для этого в работе спроектирована заготовка, разработан плана изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, проведено проектирование операций технологического процесса. В третьем разделе решены конструкторские задачи, направленные на улучшение показателей технологии изготовления. Для этого проведено проектирование цанговой оправки для базирования и закрепления заготовок на фрезерной операции и расточного резца для выполнения токарной операции. В четвертом разделе рассмотрены задачи направленные на обеспечение безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса. В пятом разделе решена задача определения экономических показателей спроектированной технологии, с учетом внесенных в нее технических решений третьего раздела.

Пояснительная записка данной выпускной квалификационной работы содержит 58 страниц, графическую часть содержит 7 листов формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали .....	6
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы .....	10
2 Разработка технологии изготовления .....	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки .....	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	20
2.4 Проектирование операций технологического процесса .....	22
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	25
3.1 Разработка цанговой оправки .....	25
3.2 Разработка токарного резца.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	34
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта .....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
5 Экономическая эффективность работы .....	40
Заключение .....	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	48
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	56

## Введение

Автоматизация транспортных операций в гибких производственных системах производится с использованием автоматических транспортных тележек. Данные устройства представляют собой модульные платформы. На них устанавливаются различные приспособления для перевозки требуемых грузов со склада на производственный участок, к технологическому оборудованию или в точно указанный адрес. При этом грузы могут перевозиться в ориентированном виде, что важно для обеспечения полной автоматизации процесса транспортировки включая загрузку и разгрузку. В случае необходимости возможна установка на платформу специального робототехнического комплекса, который может заниматься обслуживанием технологического оборудования входящего в состав гибкого производственного модуля. Например, производить замену режущего инструмента в магазине станка. Применение автоматизированных транспортных тележек существенно упрощает логистику в автоматизированном производстве и позволяет добиться четкого структурирования всех транспортных операций. Однако такое назначение накладывает на конструкцию тележки и детали входящие в ее состав достаточно жесткие требования по надежности и, как следствие этого, по точности изготовления. Обеспечение данных требований является ключевой задачей при проектировании технологии их изготовления. При производстве деталей тележки, кроме качества их изготовления, необходимо обеспечить требуемую производительность и минимизировать затраты на его производство. Из сказанного следует, что цель данной работы заключается в разработке такого технологического процесса изготовления ступицы автоматической транспортной тележки, который позволит обеспечить минимальные затраты на изготовление при условии обеспечения необходимых параметров качества изготовления и обеспечении производства всей производственной программы.

## **1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных**

### **1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации**

Назначение ступицы является типовым для деталей данного класса. Основным функциональным назначением ступицы является установка на ней диска колеса транспортной тележки. В процессе эксплуатации ступица вращается вместе с диском колеса

Ступица устанавливается на оси при помощи подшипников, которые запрессовываются в нее. С одной стороны ступицы устанавливается крышка, закрывающая подшипник от попадания посторонних предметов и веществ. По внешней шейке и торцу устанавливается диск, на который крепится колесо тележки.

Эксплуатационные нагрузки ступицы зависят от условий эксплуатации тележки. Как правило, это знакопеременные нагрузки различной величины, что зависит от массы перевозимых грузов. Возможно возникновение ударных нагрузок при движении по неровностям транспортной магистрали. Влияние внешних условий эксплуатации на ступицу также зависит от условий эксплуатации механизма. В большинстве случаев такого рода тележки применяются в производственном помещении. При этом на деталь могут воздействовать соответствующие производственные факторы. Такие как, химически активные агрессивные технологические жидкости, стружка, вибрации от производственного оборудования машин и механизмов и ряд других факторов.

Из данного анализа видно, что ступица эксплуатируется в умеренно агрессивных условиях, поэтому для ее изготовления применения высокотехнологичных дорогостоящих сплавов не требуется.

## 1.2 Анализ технологических показателей детали

Технологические показатели для оценки рассматриваемой детали, согласно рекомендациям [18], являются: технологичность используемого материала, технологичность получения заготовки, технологичность конфигурации детали, технологичность механической обработки.

Технологичность используемого для изготовления детали материала зависит от его состава и физико-механических характеристик. В качестве материала в данном случае используется алюминиевый сплав АК-9 ГОСТ 1583-93. «Химический состав данного сплава: 87,85% алюминия, 8-11% кремния, 0,8-1,3% железа, 1% меди, 0,1% бериллия, 0,2-0,45% магния, 0,5% марганца и другие примеси. Предел прочности до 157 МПа» [23].

Как видно из основных характеристик материала он обеспечивает все заданные эксплуатационные свойства детали при относительно небольшой стоимости. Исходя из механических характеристик, можно сделать заключение, что материал обладает хорошими литейными свойствами, а также хорошей обрабатываемостью резанием, что подтверждается данными [23]. Из проведенного анализа можно сделать вывод, что материал для изготовления детали обладает хорошими показателями технологичности. Однако, требуется учесть особенность связанную с хорошими литейными свойствами, что повлияет на выбор заготовки.

На показатели технологичности получения заготовки по данным [18] влияют: свойства материала детали, предполагаемая форма заготовки и массогабаритные характеристики. Рассматриваемая деталь является достаточно габаритной, что ограничивает применение штамповки в данном случае, кроме того, как отмечалось ранее, материал детали обладает хорошими литейными свойствами. Приняв во внимание весь комплекс данных факторов, делаем вывод о том, что хорошими показателями технологичности заготовка ступицы будет обладать только в том случае, если ее получать методами литья в землю или в кокиль. Все остальные

методы получения заготовки в данном случае будут менее технологичны, так как проигрывают с точки зрения сложности реализации и стоимости.

Для оценки технологичности конфигурации детали необходимо проанализировать не только геометрические параметры поверхностей, но и их служебное назначение [2]. Выявление служебного назначения поверхностей подразумевает их разбиение на основные конструкторские базы, вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности и свободные. Для этого выполним эскиз ступицы (рисунок 1) и каждой поверхности присвоим свой индивидуальный номер, а затем проведем их классификацию по данным [2].

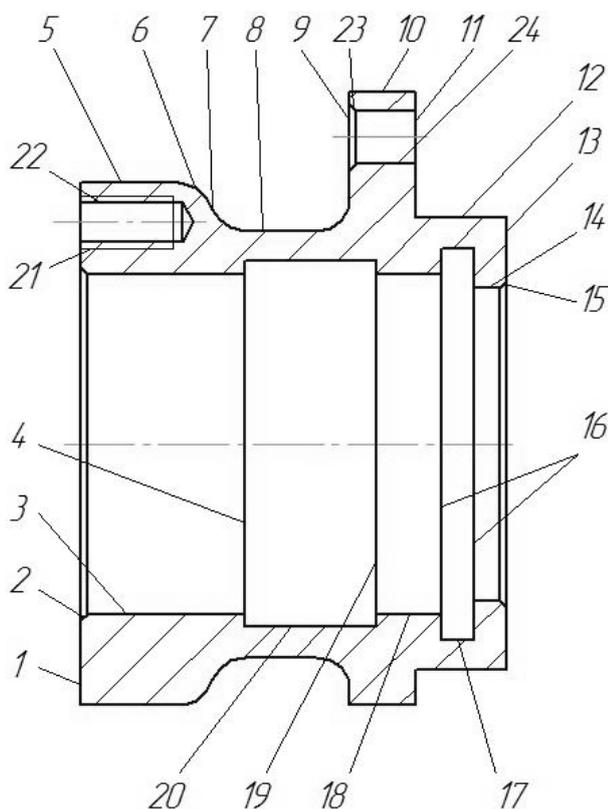


Рисунок 1 – Эскиз ступицы

Получаем следующий результат: «к основным конструкторским базам относятся - 3, 18; к исполнительным поверхностям относятся - 1, 11, 12, 21; к вспомогательным конструкторским базам - 11, 12, 14; все неуказанные

поверхности являются свободными и формируют контур детали» [2]. Как показала проведенная классификация количество ответственных поверхностей для детали данного типа незначительное. Это говорит о том, что на точные операции будет приходиться незначительное число операций и сам объем точной механической обработки невелик.

Конфигурация детали является типичной для деталей данной группы. Имеется ось симметрии для всех поверхностей вращения, образующих контур детали. Размеры и допуски на них приняты стандартизированными. Такая конфигурация существенно упрощает изготовление и контроль, так как не требует применения специальных средств оснастки, режущих и контрольных инструментов. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о хороших показателях конфигурации ступицы.

Технологичность изготовления детали при механической обработке оценивается по группе критериев [8]. Базирование детали может быть осуществлено с применением стандартных схем, что позволит при их реализации и закреплении заготовок на операциях механической обработки сократить погрешности обработки за счет соблюдения основных принципов базирования и использовать стандартные средства технологического оснащения. Требуемая точность обработки и форма поверхностей детали позволяет использовать стандартный режущий инструмент и использовать методы работы на настроенном оборудовании.

Из анализа следует, что рассматриваемая деталь может считаться технологичной, но при этом при проектировании технологического процесса ее изготовления необходимо учитывать ряд специфических особенностей, выявленных в ходе проведения данного анализа.

### **1.3 Анализ типа производства**

Тип производства определяем как среднесерийный по данным [18] при годовой программе выпуска 10000 деталей в год и массе детали 0,3 кг.

Данная методика является ориентировочной и используется на начальной стадии проектирования, поэтому после полного проектирования технологического процесса и технологических операций тип производства следует уточнить.

Проведем анализ основных показателей данного типа производства по данным [18].

Заготовка может быть получена различными методами, но с учетом особенностей материала детали, отмеченных ранее, наиболее приемлемы методы литья

Проектирование технологического процесса производится последовательно с применением типовых технологических процессов. При этом применяется принцип экстенсивной концентрации переходов с возможностью обработки нескольких поверхностей одновременно. Обязательным является соблюдение принципов единства и постоянства баз при разработке схем базирования. Припуски на обработку определяются в зависимости от требуемой точности окончательной обработки. Для точных поверхностей используется расчетно-аналитический метод, для поверхностей средней точности и грубых поверхностей достаточно применения статистического метода. Расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса выполняется с использованием расчетно-аналитического метода. Технология изготовления оформляется в маршрутно-операционном виде. Оборудование на производственном участке расставляется по группам станков. Точность обработки на нем достигается методом работы на настроенном оборудовании с применением универсальной технологической оснастки и режущего инструмента. Детали выпускаются партиями, размер которых зависит от годовой производственной программы. В производственном процессе используются операторы средней квалификации и наладчики высокой квалификации. Выявленные особенности среднесерийного типа производства необходимо учесть в ходе дальнейшего проектирования.

## 1.4 Задачи работы

Анализ цели работы, а также анализ имеющихся исходных данных, проведенный ранее, позволяет сформулировать следующие задачи данной выпускной квалификационной работы. Во-первых, необходимо спроектировать технологический процесс изготовления ступицы с учетом особенностей среднесерийного типа производства и конструкции детали, то есть спроектировать заготовку, разработать план изготовления детали, произвести выбор оборудования и технологической оснастки, провести проектирование операций технологического процесса. На следующем этапе необходимо решить задачи совершенствования технологии за счет проектирования прогрессивных средств оснащения. Далее необходимо проанализировать полученные решения на безопасность и экологичность их выполнения. В заключении необходимо определить экономические показатели спроектированной технологии.

В ходе выполнения данного раздела выполнен анализ функционального назначения детали, условий ее эксплуатации, технологических показателей детали и анализ типа производства. По результатам чего сформулированы задачи работы.

## 2 Разработка технологии изготовления

### 2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Выбор заготовки сложная техническая задача, зависящая от сочетания многих факторов. Наиболее важные из них это серийность производства, материал, форма и размеры заготовки. В реальных производственных условиях также необходимо учитывать имеющееся в заготовительном цехе оборудование.

В ходе анализа технологичности заготовки было выяснено, что в данном случае для получения заготовки целесообразно применять методы литья в землю или в кокиль. Окончательный выбор в пользу одного из данных методов производится сравнением технологической себестоимости получения детали из заготовки, полученной каждым из методов. Расчет производится по формуле:

$$\langle C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где  $C_{zi}$  – стоимость получения заготовки, руб.;

$C_{обри}$  – стоимость механической обработки, руб.;

$i$  – индекс варианта получения заготовки» [18].

Индекс варианта получения заготовки 1 соответствует методу получения заготовки литьем в землю, индекс 2 соответствует методу получения заготовки литьем в кокиль.

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где  $C_{mi}$  – цена материала за тонну, руб.;

$M_{zi}$  – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$  – коэффициент, определяемый способом получения заготовки;  
 $K_T$  – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;  
 $K_{сл}$  – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [18].

«Масса детали рассчитывается по формуле:

$$M_d = V \cdot \rho, \quad (3)$$

где  $V$  – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки, см<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность материала детали, кг/см<sup>3</sup>» [18].

$$M_d = \frac{\pi}{4} \cdot ((0,08^2 \cdot 0,025 + 0,065^2 \cdot 0,021 + 0,07^2 \cdot 0,014 - 0,008^2 \times \\ \times 0,01 \cdot 0,006 - 0,008^2 \cdot 0,017 \cdot 0,003 - 0,052^2 \cdot 0,035 - 0,056^2 \times \\ \times 0,02 - 0,06^2 \cdot 0,005 - 0,048^2 \cdot 0,005) + 0,014 \cdot 0,014 \cdot 0,01 \cdot 6) \times \\ \times 0,273 = 0,3 \text{ кг.}$$

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

$$M_{зи} = M_d \cdot K_p, \quad (4)$$

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$K_p$  – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [18].

$$M_{з1} = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 0,35 \cdot 1,3 = 0,39 \text{ кг.}$$

Выполняем расчет стоимостей получения заготовки.

$$C_{з1} = \frac{50000 \cdot 0,45}{1000} \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 24,3 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{50000 \cdot 0,39}{1000} \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 22,82 \text{ р.}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{обр}i} = \frac{C_{\text{уд}} \cdot \left(\frac{1}{K_{\text{им}i}} - 1\right) \cdot M_{\text{д}}}{K_0}, \quad (5)$$

«где  $C_{\text{уд}}$  – удельная стоимость обработки, руб./кг;

$K_{\text{им}i}$  – коэффициент использования материала;

$K_0$  – коэффициент обрабатываемости материала» [18].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{им}i} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}. \quad (6) \text{» [18].}$$

$$K_{\text{им}1} = \frac{0,3}{0,45} = 0,67.$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{0,3}{0,39} = 0,77.$$

Рассчитываем стоимость механической обработки.

$$C_{\text{обр}1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1\right) \cdot 0,3}{0,85} = 6,95 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр}2} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,77} - 1\right) \cdot 0,3}{0,85} = 4,22 \text{ р.}$$

Рассчитываем общие затраты.

$$C_1 = 24,30 + 6,95 = 31,25 \text{ р.}$$

$$C_2 = 22,82 + 4,22 = 27,04 \text{ р.}$$

Как видно из расчетов литье в кокиль в данном случае более эффективный метод получения заготовки, поэтому выбираем данный метод для дальнейшего проектирования заготовки.

После выбора метода получения заготовки производится ее проектирование. Для этого необходимо определить припуски на механическую обработку. Определение припусков осуществляется в несколько этапов. На первом этапе необходимо определить

последовательность обработки каждой поверхности, которая зависит от сочетания формы поверхности, требуемой точности обработки и чистоты поверхности. Для этого будем использовать данные [12]. Результаты проектирования маршрутов обработки поверхностей представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм	Форма поверхности	Маршрут обработки поверхности
1	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое и чистовое
2	6,3	12	коническая внутренняя	термическая обработка, точение чистовое
3	0,8	7	цилиндрическая внутренняя	термическая обработка, точение черновое, чистовое и тонкое
4	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое
5	6,3	12	цилиндрическая	термическая обработка, точение черновое
6	6,3	12	цилиндрическая	термическая обработка, точение черновое
7	6,3	12	цилиндрическая	термическая обработка, точение черновое
8	6,3	12	цилиндрическая	термическая обработка, точение черновое
9	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое
10	6,3	12	цилиндрическая	термическая обработка, точение черновое
11	1,6	12	плоская	термическая обработка, точение черновое, чистовое и тонкое
12	0,8	6	цилиндрическая	термическая обработка, точение черновое, чистовое и тонкое
13	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое и чистовое
14	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое и чистовое
15	6,3	12	коническая внутренняя	термическая обработка, точение чистовое
16	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое
17	6,3	12	цилиндрическая	термическая обработка,

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм	Форма поверхности	Маршрут обработки поверхности
			какая внутренняя	точение черновое
18	0,8	7	цилиндрическая внутренняя	термическая обработка, точение черновое, чистовое и тонкое
19	6,3	12	плоская	термическая обработка, точение черновое
20	6,3	12	цилиндрическая внутренняя	термическая обработка, точение черновое
21	6,3	12	винтовая	термическая обработка, нарезание резьбы
22	6,3	12	цилиндрическая внутренняя	термическая обработка, точение сверление
23	6,3	12	коническая внутренняя	термическая обработка, точение сверление
24	6,3	12	цилиндрическая внутренняя	термическая обработка, точение сверление

Следующим этапом проектирования определения припусков на обработку поверхностей является определение их численных значений. Для этого возможно использование нескольких методик. Исходя из анализа типа производства, для определения припусков на точные поверхности необходимо применить расчетно-аналитический метод [21]. В данном случае это поверхности диаметром  $52H7(^{+0,03})$ .

«Минимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где  $a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

$i$  – текущий переход;

$i - 1$  – предыдущий переход» [21].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,25^2 + 0,025^2} = 0,551 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,03^2 + 0,025^2} = 0,239 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,012^2 + 0,02^2} = 0,123 \text{ мм.}$$

«Максимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (8)$$

где  $TD_{i-1}$  – операционный допуск на предыдущем переходе, мм;

$TD_i$  – операционный допуск на текущем переходе, мм» [21].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,551 + 0,5 \cdot (1,0 + 0,12) = \\ &= 1,111 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,239 + 0,5 \cdot (0,12 + 0,046) = \\ &= 0,322 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5(TD_2 + TD_3) = 0,123 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,03) = \\ &= 0,161 \text{ мм.} \end{aligned}$$

«Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{срi} = 0,5(z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9)$$

$$z_{ср1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5(0,551 + 1,111) = 0,831 \text{ мм.}$$

$$z_{ср2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5(0,239 + 0,322) = 0,281 \text{ мм.}$$

$$z_{ср3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5(0,123 + 0,161) = 0,142 \text{ мм} \text{» [21].}$$

«Операционные размеры определяются с использованием выражений:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10)$$

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (11)$$

$$D_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i \text{ max}} + D_{i \text{ min}}). \quad (12) \gg [21].$$

Производим расчеты операционных размеров. При этом расчет выполняем от известного размера, то есть от готовой детали.

$$D_{3 \text{ max}} = 52,030 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ min}} = 52,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3 \text{ max}} + D_{3 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (52,030 + 52,000) = 52,015 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ max}} = D_{3 \text{ max}} - 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 50,030 - 2 \cdot 0,123 = 51,784 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ min}} = D_{2 \text{ max}} - TD_2 = 51,784 - 0,046 = 51,738 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \text{ max}} + D_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (51,784 + 51,738) = 51,761 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ max}} = D_{2 \text{ max}} - 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 51,784 - 2 \cdot 0,239 = 51,306 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ min}} = D_{1 \text{ max}} - TD_1 = 51,306 - 0,12 = 51,186 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \text{ max}} + D_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (51,306 + 51,186) = 51,246 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ max}} = D_{1 \text{ max}} - 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 51,306 - 2 \cdot 0,551 = 50,204 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ min}} = D_{0 \text{ max}} - TD_0 = 50,204 - 1,0 = 49,204 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \text{ max}} + D_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (50,204 + 49,204) = 49,704 \text{ мм.}$$

«Для определения общих припусков используются выражения:

$$2z_{\text{min}} = D_{3 \text{ max}} - D_{0 \text{ min}}. \quad (13)$$

$$2z_{\text{max}} = 2z_{\text{min}} + TD_0 + TD_3. \quad (14)$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\text{min}} + 2z_{\text{max}}). \quad (15) \gg [21].$$

$$2z_{\text{min}} = 52,030 - 49,204 = 2,826 \text{ мм.}$$

$$2z_{\text{max}} = 2,826 + 1,0 + 0,03 = 3,856 \text{ мм.}$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2,826 + 3,856) = 3,341 \text{ мм.}$$

Исходя из анализа типа производства, для определения припусков на оставшиеся менее точные поверхности необходимо применить метод расчета

основанный на статистических данных [20]. Суть данной методики заключается в определении минимальных значений припусков для каждого технологического перехода с использованием статистических таблиц данных [20], максимальных и средних значений припусков для каждого технологического перехода аналогично предыдущей методике. Результаты определения припусков для упрощения их дальнейшего использования представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Метод обработки	Значение минимального припуска, мм	Значение максимального припуска, мм
1	черновое точение	1,8	3,15
	чистовое точение	0,8	1,01
11	черновое точение	1,8	2,55
	чистовое точение	0,8	1,01
	тонкое точение	0,4	0,52
12	черновое точение	2,0	3,35
	чистовое точение	0,3	0,473
	тонкое точение	0,16	0,193
13	черновое точение	1,8	3,15
	чистовое точение	0,8	1,01
	тонкое точение	0,4	0,52

Выполнение рабочего чертежа заготовки выполняется в следующей последовательности. Вычерчивается контур детали штрихпунктирными линиями в соответствии с масштабом и размерами поверхностей. Формируется предварительный контур заготовки путем добавления напусков. Затем добавляются технологические напуски. В итоге прочерчивается контур заготовки с учетом припусков и напусков. После этого определяются размеры поверхностей и назначаются допуски на их изготовление. Исходя из требований к первой технологической операции, назначаются черновые технологические базы. Все параметры необходимые для расчета заготовки определяются по рекомендациям [5] и указываются в технических требованиях. Полученные результаты проектирования заготовки

отображены на листе графической части данной выпускной квалификационной работы.

## 2.2 Разработка плана изготовления детали

Основой для разработки плана изготовления является технологический маршрут изготовления детали, формируемый на основе рекомендаций [19]. В зависимости от типа производства маршрут формируется исходя из принципов дифференциации или концентрации переходов. Для изготовления данной детали рекомендуется использовать принцип концентрации переходов, так как это позволит максимально использовать потенциал оборудования и добиться сокращения времени на обработку. План изготовления детали в среднесерийном производстве проектируется на основе типовых маршрутов изготовления деталей данного класса [7, 14] путем анализа избыточности и недостаточности операций в типовом маршруте. Также следует учитывать особенности производства, в условиях которого происходит проектирование, то есть технологические возможности имеющегося оборудования, наличие необходимого режущего инструмента и средств технологического оснащения.

Сформированный технологический маршрут обработки ступицы представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Технологический маршрут

Наименование операции	Переход	Номера поверхностей
005 Термическая	термическая обработка	все
010 Токарная	точение	11, 12, 13
015 Токарная	точение	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 18, 19
020 Фрезерная	фрезерование	10
025 Токарная	точение	11, 12, 13
030 Токарная	точение	1, 2, 3, 15, 16, 17
035 Сверлильная	сверление, зенкерование	23, 24
040 Сверлильная	сверление, зенкерование, нарезание резьбы	22

### Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Переход	Номера поверхностей
045 Токарная	точение	21
050 Токарная	точение	11, 12, 13
010 Токарная	точение	3, 18
015 Токарная	точение	все
020 Фрезерная	фрезерование	все

Имея маршрут изготовления детали, проектируем план ее изготовления в следующей последовательности. Для каждой операции разрабатываем операционный эскиз, на котором указываем все обрабатываемые поверхности, схемы базирования заготовок и операционные размеры. Разработке схем базирования следует уделить особое внимание. Необходимо обеспечить выполнение основных принципов базирования, что позволит минимизировать погрешности на обработку. С этой целью используются типовые схемы базирования [19]. Также для каждой операции рассчитываются технические требования на их выполнение, исходя из среднестатистической точности обработки и составляющих погрешностей, с использованием методики [19].

Полученные результаты отражаются в графическом виде как чертеж плана изготовления детали, оформленного по рекомендациям [19] и частично в виде маршрутной карты, представленной в приложении А.

### **2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки**

Данный этап проектирования во многом является ключевым, так как от правильности его выполнения во многом зависят технико-экономические показатели проектируемого техпроцесса.

Основные рекомендации по выбору оборудования и технологической оснастки формируются исходя из особенностей типа производства, требуемых методов обработки [18]. В частности следует учитывать принятый

на операциях принцип концентрации переходов, требуемую структуру операций, возможность использования стандартизированных и нормализованных средств оснащения, необходимость применения современных инструментальных материалов режущих инструментов и прогрессивных конструкций оснастки, необходимость автоматизации и механизации операций, экономические показатели. Кроме того, в реальных производственных условиях необходимо учесть уже имеющееся оборудование и технологическую оснастку.

В таблице 4 приведены результаты выбора оборудования и средств технологического оснащения, определенные на основе справочных данных и каталогов фирм-изготовителей [3, 9, 10, 11, 16, 22].

Таблица 4 – Оборудование и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
010 Токарная	токарный Haas SL-10	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец CCGX 12 04 08- AL Sandvik	штангенцирку ль ГОСТ 166- 89
015 Токарная	токарный Haas SL-10	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец CCGX 12 04 08- AL Sandvik, резец CCGX 12 04 08-AL Sandvik, резец N123H2-0500-0004-GF H13A Sandvik	штангенцирку ль ГОСТ 166- 89 нутромер ГОСТ 10-88
020 Фрезерная	вертикально- фрезерный Haas DT-1	оправка цанговая специальная	фреза сферическая R216.32-10030-AC19A GC1025 Sandvik	калибры
025 Токарная	токарный Haas SL-10	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец CCGX 12 04 08- AL Sandvik	микрометр ГОСТ 6507-90
030 Токарная	токарный Haas SL-10	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец CCGX 12 04 08- AL H10 Sandvik, резец специальный H10 Sandvik, резец N123H2-0500-0004-GF H13A Sandvik	нутромер ГОСТ 10-88
035 Сверлильная	вертикально- сверлильный Haas VF-2	оправка цанговая специальная	сверло R841-0800-30- A1A GC1220 Sandvik	калибры, нутромер ГОСТ 10-88
040	вертикально-	оправка	сверло R841-0725-30-	калибры,

#### Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
Сверлильная	сверлильный Haas VF-2	цанговая специальная	A1A GC1220 Sandvik, фреза резьбовая R217.14C060125AK17 N 1630 Sandvik	нутромер ГОСТ 10-88
045 Токарная	токарный Haas SL-10	оправка цанговая специальная	резец CCGX 12 04 08- AL H10 Sandvik	скоба ГОСТ 11098-75
050 Токарная	токарный Haas SL-10	патрон цанговый специальный	резец специальный H10 Sandvik	калибры

В приложениях А и Б представлены маршрутная карта и операционные карты, которые содержат все представленные в таблице 4 сведения по выбору оборудования и средств технологического оснащения в соответствующем нормативной документации виде. Анализ сведений из таблицы 4 позволяет сделать вывод о том, что часть режущих инструментов и технологической оснастки применяются специальные, то есть требуют отдельного проектирования.

#### 2.4 Проектирование операций технологического процесса

Под проектированием технологических операций понимается определение режимов их выполнения, а также определение норм времени на их выполнение.

Определение режимов резания может быть выполнено различными методами. Однако, в условиях среднесерийного типа производства, как правило, применяется аналитический метод [22]. Он позволяет определить режимы с достаточной точностью при относительно небольшой трудоемкости, что важно для условий среднесерийного производства. Согласно данной методике определяется глубина резания в зависимости от величины которой по таблицам назначается подача. В данном случае в ходе

выбора технологического оборудования и режущего инструмента был сделан выбор в пользу использования импортного высокопроизводительного оборудования и соответствующего его возможностям режущего инструмента. С целью обеспечения реализации потенциала данного оборудования и режущего инструмента будем использовать для назначения режимов резания соответствующие рекомендации [9].

После определения режимов резания необходимо определить время на обработку одной заготовки. Данный показатель называется штучно-калькуляционным временем и рассчитывается по формуле:

$$\langle T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (16)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$  – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

$n_3$  – размер партии деталей, шт.» [15]

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}} \quad (17)$$

где  $T_0$  – основное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{в}}$  – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{обс}}$  – время на обслуживание, мин;

$T_{\text{п}}$  – время на личные потребности, мин» [15].

Составляющие формулы (17) определяются с использованием данных [15]. Полученные режимы резания на операциях и их нормирование представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Режимы резания на операциях и их нормирование

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина хода, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
010	1	0,5	820	2500	35	0,03	0,48
015	1	0,5	820	2500	75	0,06	0,66
	2	0,3	600	3400	66	0,07	
	3	0,2	90	500	8	0,08	
020	1	0,2	110	3500	568	3,6	4,28
025	1	0,2	1000	3000	35	0,06	0,51
030	1	0,2	800	4800	37	0,04	1,56
	2	0,015	100	500	8	1,07	
035	1	0,018	125	4000	90	1,25	1,7
040	1	0,1	125	4000	51	0,13	0,6
	2	1,5	80	3500	48	0,02	
045	1	0,15	1200	3600	35	0,07	0,52
050	1	0,15	1000	6300	37	0,04	0,49

В приложениях А и Б представлены маршрутная карта и операционные карты, которые содержат все представленные в таблице 4 сведения по режимам резания и нормированию технологических операций в соответствующем нормативной документации виде.

Ряд операций были спроектированы более подробно. Для этого были разработаны технологические наладки, представленные в графической части работы.

По результатам выполнения данного раздела были решены технологические задачи работы. В частности спроектирована заготовка, спроектирована маршрутная технология изготовления детали, выбрано необходимое для изготовления детали оборудование и средства технологического оснащения, спроектированы технологические операции. Кроме того, разработана и оформлена соответствующая технологическая документация, представленная в приложениях А и Б, а также в графической части данной работы.

### **3 Разработка специальной технологической оснастки**

#### **3.1 Разработка цанговой оправки**

В ходе проектирования технологического процесса изготовления ступицы за основу был принят типовой технологический процесс изготовления деталей данного типа в условиях среднесерийного производства.

При выборе средств технологического оснащения был проведен анализ данного базового техпроцесса. В результате был выявлен один из недостатков связанный с использованием на 020 фрезерной операции для закрепления универсально-сборного приспособления. Данное приспособление не обеспечивает требуемой схемы базирования, что приводит к появлению дополнительной погрешности, которая увеличивает припуски на обработку. Также данное приспособление имеет ручной привод зажима, что приводит к нестабильности сил зажима и увеличению времени на снятие и установку заготовок.

Спроектируем приспособление, реализующее схему базирования, представленную на рисунке 2 с использованием методики и справочных данных [6].

Решение данных проблем возможно применением станочного приспособления с цанговым механизмом закрепления. Такой механизм достаточно простой по конструкции, надежный, обеспечивает высокую точность центрирования и легко поддается механизации. Механизацию процесса закрепления реализуем путем применения в его конструкции силового привода. Проведем проектирование данного приспособления с использованием методики [6].

Выполним силовой расчет механизма. Для этого определяем силы, возникающие в процессе обработки.

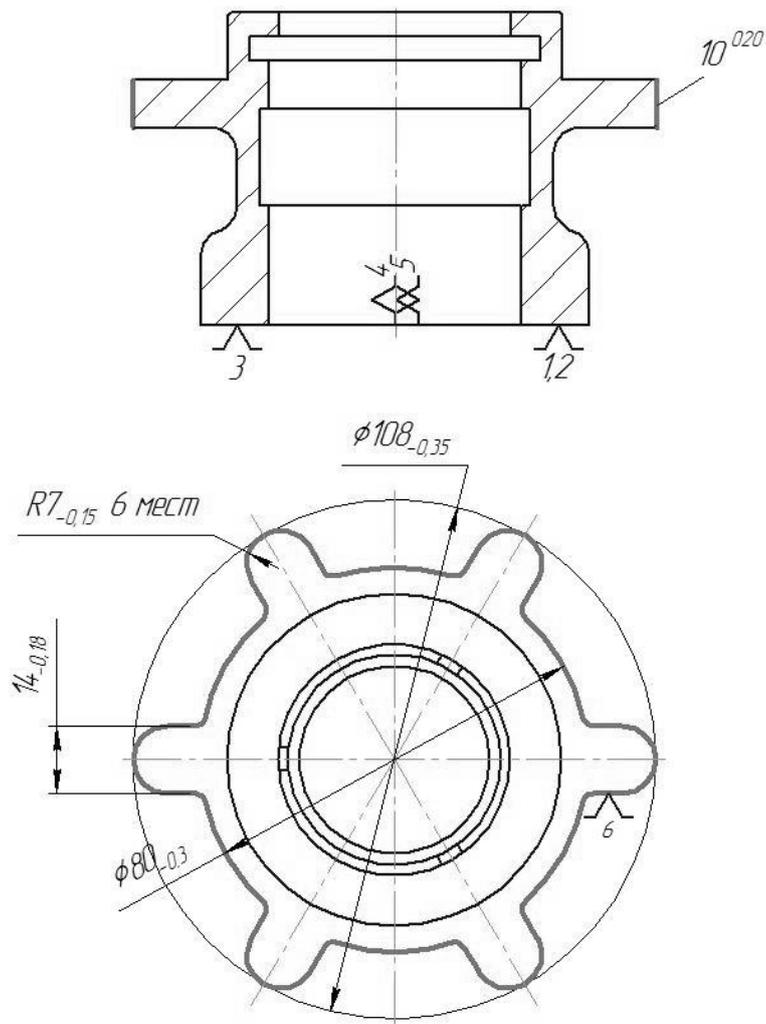


Рисунок 2 – Эскиз выполнения шлифовальной операции

«Основная составляющая силы резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{Dg \cdot n^w} k_{\text{мп}}, \quad (18)$$

где:  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $g$ ,  $w$  – коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают особенности обработки данного материала;

$t$  – глубина резания, мм;

$S_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$B$  – ширина фрезерования, мм;

$z$  – число зубьев фрезы;

$D$  – диаметр фрезы, мм;

$n$  – частота вращения фрезы, об/мин;

$k_{mp}$  – коэффициент, который учитывает влияние механических характеристик обрабатываемого материала» [22].

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 1,6^{0,95} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 10^{1,1 \cdot 2,0}}{10^{1,1 \cdot 860^0}} \cdot 0,94 = 5242 \text{ Н.}$$

Для дальнейшего выполнения силового расчета необходимо разработать схему сил, действующих на заготовку в процессе обработки (рисунок 3).

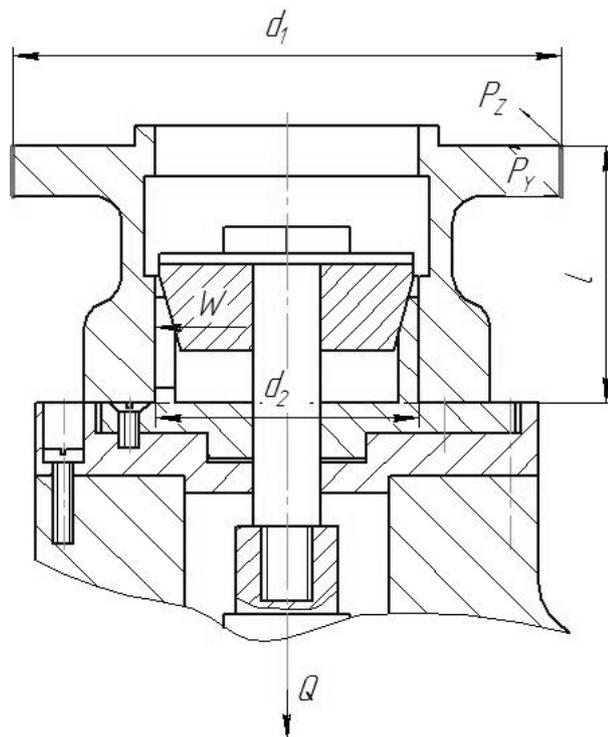


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на заготовку

Исходя из приведенной схемы, искомое усилие можно определить из условия равновесия системы. Для этого необходимо определить моменты от силы резания и силы закрепления.

Для того чтобы система находилась в равновесии, необходимо, чтобы действующие на нее моменты от сил резания и закрепления были уравновешены. «Момент от главной составляющей силы резания рассчитывается по формуле:

$$M_{P_{PZ}} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (19)$$

где  $d_0$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [6].

«Уравновешивающий ее момент от силы закрепления рассчитывается по формуле:

$$M_{3PZ} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (20)$$

где  $W$  – усилие закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения на поверхности контакта заготовки и цанги;

$d_2$  – диаметр, за который происходит закрепление, мм» [6].

«Из равенства данных моментов выводим формулу для расчета усилия закрепления:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_1}{3 \cdot f \cdot d_2} \cdot K, \quad (21)$$

где  $K$  – коэффициент, фактических условий выполнения операции» [6].

$$W = \frac{5242 \cdot 108}{0,3 \cdot 52} \cdot 2,0 = 130647 \text{ Н.}$$

«Момент от составляющей силы резания  $P_Y$  определяется по формуле:

$$M_{P_{PY}} = P_Y \cdot l, \quad (22)$$

где  $l$  – плечо приложения силы, мм» [6].

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3PY} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (23)» [6]$$

«Из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов определяем силу зажима:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (24)» [6].$$

Определяем силу зажима.

$$W = \frac{3 \cdot 4456 \cdot 51}{2 \cdot 0,3 \cdot 52} \cdot 2,52 = 1079 \text{ Н.}$$

С целью обеспечения стабильности сил закрепления, как отмечалось ранее, предлагается использовать механизированный силовой привод, сконструированный на базе пневматического привода. Расчет данного привода заключается в определении диаметра его рабочего цилиндра рассчитываемого по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (25)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм;

$P$  – давление масла в гидросистеме, МПа» [6].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{130647}{10,0}} = 60 \text{ мм.}$$

Применим в конструкции стандартный пневматический привод с диаметром цилиндра 60 мм.

С целью определения точности спроектированного приспособления составим его размерную схему, представленную на рисунке 4.

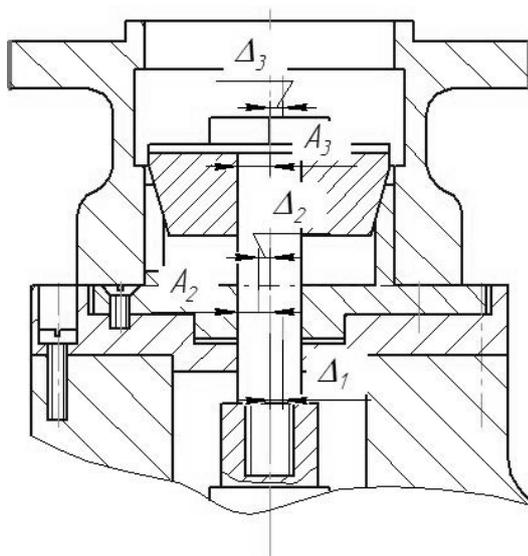


Рисунок 4 – Размерная схема приспособления

«Из представленной схемы выводим формулу для расчета погрешности приспособления:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (26)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность, вызванная неперпендикулярностью выходного конца шпинделя и торца патрона, мм;

$\Delta_2$  – погрешность в сопряжении штока и корпуса патрона, мм;

$\Delta_3$  – колебание размера рабочей поверхности цанги, мм» [6].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,050^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Рассчитанная точность установки не должна превышать 0,3 требуемой точности выполнения размера на данной операции, что составляет 0,045 мм. В данном случае это условие выполняется.

Установочным элементом данного приспособления является опора, а зажимным цанга. Данные элементы устанавливаются в корпус приспособления. Цанга соединяется с гидравлическим приводом при помощи тяги и штока.

Заготовка устанавливается в разжатую цангу до упора. После этого рабочая жидкость подается в верхнюю полость гидроцилиндра, тем самым приводя в движение поршень, который тянет за собой шток и соединенную с ним тягу. На тяге расположен конус, который деформирует цангу, в результате чего она раскрывается и происходит закрепление заготовки. Раскрепление происходит при рабочей жидкости в нижнюю полость гидроцилиндра. Система возвращается в исходное положение, цанга разжимается за счет сил упругости.

Чертеж спроектированной цанговой оправки представлен в графической части работы, спецификация в приложении Б пояснительной записки.

Спроектированное приспособление реализует теоретическую схему базирования и при этом обеспечивает механизацию зажима, то есть цель проектирования станочного приспособления достигнута.

### **3.2 Разработка токарного резца**

Анализ токарных операций данного технологического процесса показал, что возможно снижение времени их выполнения. Для этого необходимо каким-либо способом увеличить скорость замены режущих пластин. Решим данную проблему путем проектирования специального токарного резца с использованием методики и соответствующих технических решений [17].

Марка используемого инструментального сплава, используемого для обработки и основная геометрия режущего инструмента, определяются режимами резания, поэтому целесообразно их оставить неизменными. Поэтому будем использовать в конструкции проектируемого резца трехгранную режущую пластину из твердого сплава H10 фирмы «Sandvik». Также обеспечим в конструкции резца принятый в типовом технологическом процессе главный угол в плане равный  $91^\circ$ . Остальные геометрические

характеристики резца могут изменяться в незначительных пределах по сравнению с типовой технологией, так как это не окажет существенного влияния на режимы резания.

«Рассчитаем необходимые размеры державки проектируемого резца. Для этого определим площадь срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (27)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [1].

$$F = 0,973 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ мм}^2.$$

Исходя из полученного значения площади срезаемого слоя и используемого на операции оборудования, рабочая высота резца должна быть 25 мм, диаметр державки 32 мм.

В конструкции резца для крепления пластины применим прихват, который обеспечивает прижим режущей пластины к державке при помощи винта. «Минимально допустимый диаметр винта рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (28)$$

где  $Q_1$  – усилие воздействия сил резания в процессе обработки, Н;

$\sigma_d$  – максимально допустимое напряжение, МПа» [1].

«Усилие воздействия сил резания в процессе обработки рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (29)$$

где  $P_{Zmax}$  – максимальное значение силы резания, Н» [1].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

При проектировании резца следует учесть полученное значение минимально допустимого диаметра винта.

Чертеж спроектированного резца представлен в графической части работы, спецификация в приложении Б пояснительной записки.

Спроектированный резец позволяет увеличить скорость замены режущей пластины, то есть цель проектирования резца может считаться достигнутой.

В данном разделе решены конструкторские задачи, направленные на улучшение показателей технологии изготовления ступицы. Для этого проведено проектирование цанговой оправки для базирования и закрепления заготовок на фрезерной операции и токарного расточного резца для выполнения токарной операции.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Обеспечение производственной безопасности на участке по изготовлению ступицы автоматической транспортной тележки является важной задачей. Ее решение основано на анализе выполняемых технологических операций, используемого оборудования, материалов веществ и средств оснащения. Данную информацию представим в виде паспорта (таблица 6), составленного на основе рекомендаций [4].

Таблица 6 – «Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
технологический процесс изготовления ступицы автоматической транспортной тележки	фрезерная операция	оператор станков с числовым программным управлением	вертикально-фрезерный Haas DT-1, оправка цанговая специальная, фреза сферическая R216.32-10030-AC19A GC1025 Sandvik	алюминиевый сплав АК-9 ГОСТ 1583-93, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость
	токарная операция	оператор станков с числовым программным управлением	токарный Haas SL-10, патрон цанговый специальный, резец специальный H10 Sandvik	алюминиевый сплав АК-9 ГОСТ 1583-93, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [4]

Как видно из представленного технологического паспорта особенностью технологического процесса является широкое использование станков оснащенных системами числового программного управления. Это приводит к необходимости использования соответствующих средств технологического оснащения и технических жидкостей при выполнении технологических операций.

#### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

На основе анализа таблицы 6 проведем идентификацию опасных и вредных производственных факторов, возникновение которых возможно на рассматриваемом производственном участке при изготовлении детали. Также необходимо определить источники возникновения данных факторов. Результаты приведем в таблице 7.

Таблица 7 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
фрезерная операция, токарная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства технологического оснащения, транспорт»[4]

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
	физическая динамическая нагрузка	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт» [4]

Приведенные в таблице 7 опасные и вредные факторы могут нанести вред работникам производства, а часть из них повлиять на качество выполняемых работ. Основными источниками опасных и вредных факторов являются технологическое оборудование и средства технологического оснащения.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью снижения влияния выявленных опасных и вредных факторов, возникающих при выполнении технологического процесса, а также приведения их к нормативным значениям, необходимо разработать специализированные меры и произвести выбор специальных технических средств. Полученные результаты приведены в таблице 8.

Таблица 8 – «Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов»

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	инструктаж, виброгасящие устройства и приспособления	ботинки кожаные с защитным подноском» [4]

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума	наушники противошумные или вкладыши противошумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения	—
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые перерывы	—
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы» [4]	—

Разработка приведенных в таблице 8 мер позволит снизить влияние опасных и вредных факторов до нормативных значений, что обеспечит соответствующие условия труда, снизит риск травматизма и появления профзаболеваний.

Выполнение данного раздела позволило рассмотреть вопросы обеспечения производственной безопасности выполнения технологического процесса на основе анализа опасных и вредных производственных факторов. В ходе анализа было установлено, что опасные и вредные факторы могут нанести вред работникам производства, а часть из них повлиять на качество выполняемых работ. Также было выявлено, что основными источниками опасных и вредных факторов являются технологическое оборудование и средства технологического оснащения. Устранение выявленных проблем предлагается добиться путем разработки специализированные меры и применения специальных технических средств.

## 5 Экономическая эффективность работы

В ходе выполнения бакалаврской работы было предложено изменить на операции 020 фрезерной оборудование, оснастку и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 020, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета использовались разные источники:

- паспорт станка;
- 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)» [13, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 784659,78 рублей.

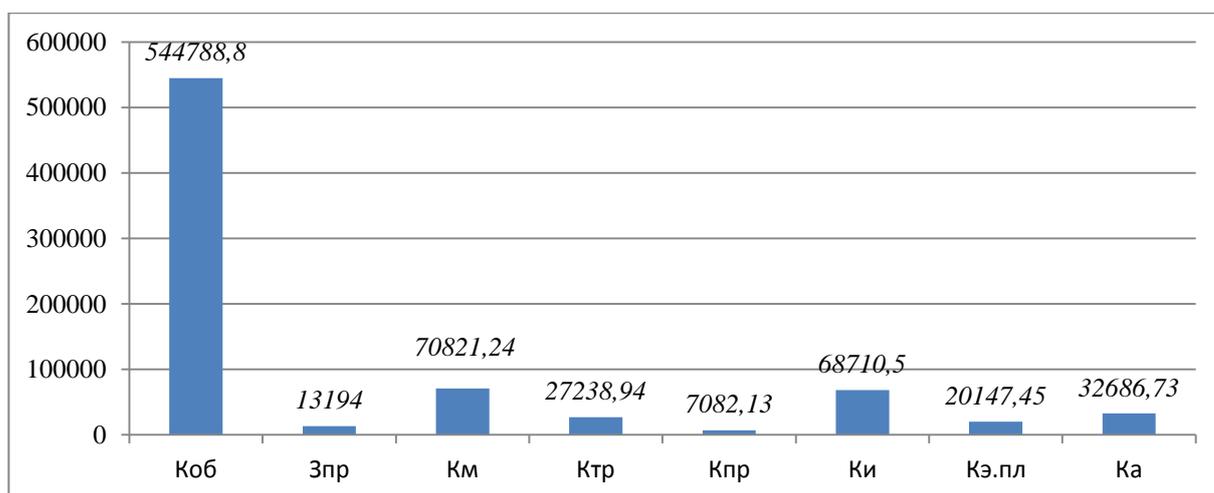


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на основное технологическое оборудование ( $K_{ОБ}$ ), их величина составляет 69,43% от всей величины капитальных вложений.

Величина всех остальных значений не превышают даже 10 %, и находятся в интервале от 0,9% до 9,03%. Но не смотря на их относительно не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так как они отображают значения затрат изменяющихся технических условий выполнения операций. Речь идет о таких показателях как: приобретение приспособления ( $K_{ПР}$ ), затраты на проектирование ( $З_{ПР}$ ), затраты на доставку и монтаж нового оборудования ( $K_M$ ), затраты на транспортные средства ( $K_{ТР}$ ), затраты на инструмент ( $K_{И}$ ), затраты на производственную площадь ( $K_{Э.ПЛ}$ ) и затраты на управляющую программу ( $K_A$ ).

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Ступица автомобильной транспортной тележки», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

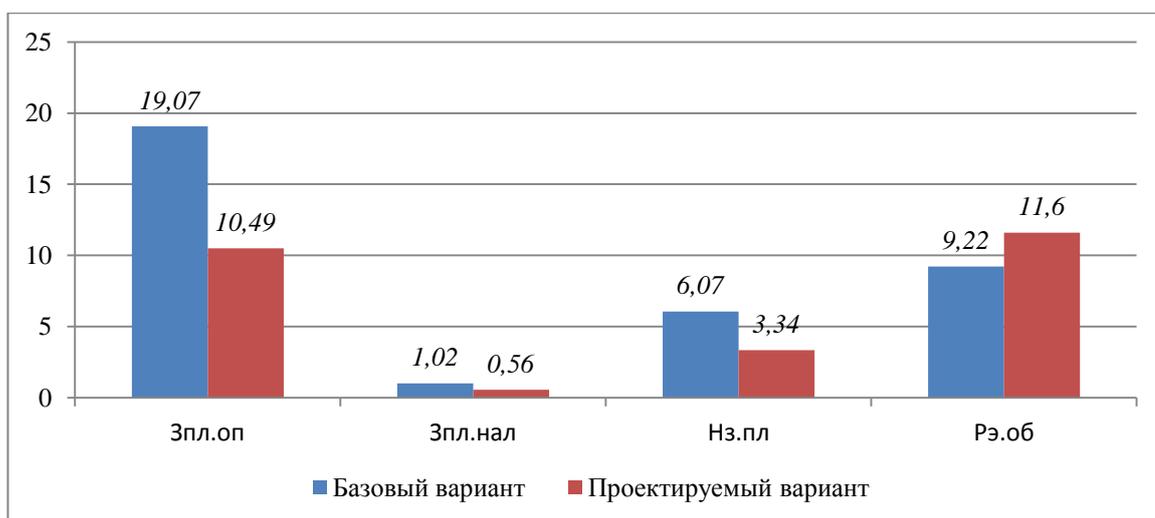


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Ступица автомобильной транспортной тележки», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а на определение разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- заработная плата оператора ( $Z_{пл.оп}$ ), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе фрезерно-центровального и токарного станков, доля которой составляет 50,92 % для базового варианта и 40,37 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 26,05 % для базового варианта и 44,63 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной

себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операции 020 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

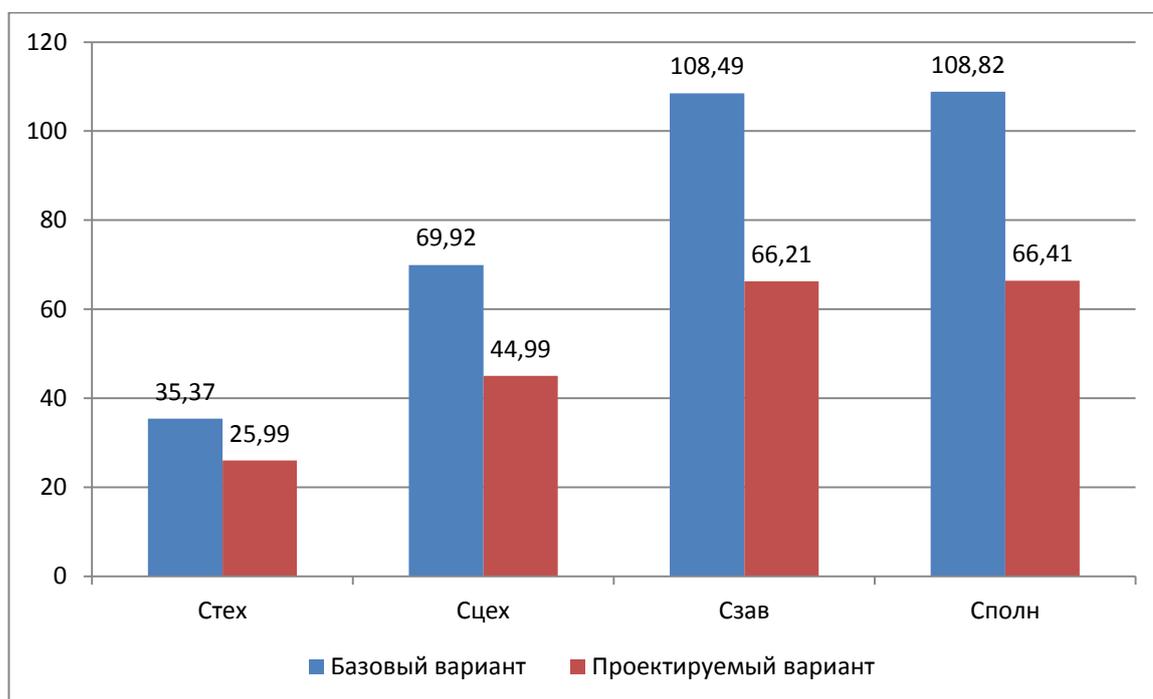


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ( $C_{полн}$ ) для базового варианта составило 108,82 рублей, а для проектируемого варианта – 66,41 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 784659,78 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 139283,81 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,18 рублей.

## Заключение

Спроектированный технологический процесс позволяет изготавливать годовую программу ступицы автоматической транспортной тележки заданного качества при минимальных затратах на производство в условиях среднесерийного типа производства. Следовательно, цель работы можно считать достигнутой. Для ее достижения были проведены следующие мероприятия. Произведен анализ исходных данных, в результате которого определены основные особенности конструкции детали и условия проектирования технологического процесса. Исходя из этого, сформулированы задачи работы, которые были решены в ходе проектирования.

Первая группа задач технологическая. Она включает в себя выбор метода получения заготовки и ее проектирование, проектирование маршрутной технологии изготовления детали, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет параметров технологических операций и их подробное проектирование. В результате решения данных задач спроектирована заготовка, комплект технологической документации, включающий маршрутную карту, операционные карты, план изготовления детали и технологические наладки на их выполнение.

Следующая группа задач направлена на модернизацию производства. Проектирование цанговой оправки позволило решить проблему обеспечения требуемой точности обработки и снижения времени проведения при фрезеровании. Проектирование расточного резца позволило решить проблемы качества обработки на токарных операциях.

Предлагаемые технические решения оценены на безопасность и экологичность их выполнения.

Экономические расчеты показателей спроектированного технологического процесса подтвердили его эффективность.

## Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов : монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 19.09.2021).
2. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 15.08.2021).
3. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва : Машиностроение, 2007. – 463 с.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 12.10.2021).
5. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 45 с.
6. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.09.2021).
7. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев, В.Г. Юрьев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 312 с. [Электронный ресурс]. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/156390> (дата обращения: 24.08.2021).

8. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 02.09.2021).

9. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.int.haascnc.com> (дата обращения: 04.08.2021).

10. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 04.08.2021).

11. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2019. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 16.09.2021).

12. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 28.08.2021).

13. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 14.10.2021).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 15.08.2021).

15. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 28.08.2021).

16. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие /

В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 05.08.2021).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 22.09.2021).

18. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 05.08.2021).

19. 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.

20. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 941 с.

23. Химический состав и физико-механические свойства алюминиевого сплава АК-9 [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/alu/АК9](https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/alu/АК9) (дата обращения: 05.08.2021).



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
0 19						$\phi 48^{+0,25}$ , $67^{+0,3}$ , $50,8^{+0,25}$ , $41,2^{+0,21}$ , $21,2^{+0,21}$ , $25,2^{+0,21}$ , $6,2^{+0,12}$												
T 20	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный CCGX120408-AL Sandvik H10;																	
T 21	392190 Резец расточной CCGX 12 04 08-AL Sandvik; 392190 Резец токарный расточной канавочный																	
T 22	N123H2-0500-0004-GF H13A Sandvik H13A; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89.																	
23																		
A 24	XX XX XX 020 4260 Фрезерная																	
Б 25	381210 Фрезерный с ЧПУ Haas VF-2 3 17335 312 1P 1 1 1 1200 1 4,28																	
0 26	Фрезеровать поверхность 10 в размер $\phi 108^{+0,35}$ , $\phi 80^{+0,3}$ , $14^{-0,16}$ , $R7^{+0,15}$																	
T 27	396190 Оправка цанговая специальная; 391822 Фреза сферическая R216.32-10030-AL19A GC1025																	
T 28	Sandvik; 393610 Шаблон.																	
29																		
A 30	XX XX XX 025 4110 Токарная																	
Б 31	381101 Токарный Haas SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 0,51																	
0 32	Точить поверхности 11, 12, 13 в размер $\phi 70,32^{+0,046}$ , $66,2^{+0,12}$ , $52,2^{+0,12}$																	
T 33	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный CCGX120408-AL Sandvik H10;																	
T 34	394233 Микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90.																	
35																		
A 36	XX XX XX 030 4110 Токарная																	
Б 37	381101 Токарный Haas SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 1,56																	
0 38	Точить поверхности 1, 2, 3, 15, 16, 17, 18 в размер $\phi 51,44^{+0,12}$ , $\phi 60^{+0,12}$ , $65,4^{+0,12}$ , $5,4^{+0,048}$																	
T 39	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный CCGX120408-AL Sandvik H10;																	
T 40	392190 Резец расточной специальный; 392190 Резец токарный расточной канавочный																	
T 41	N123H2-0500-0004-GF H13A Sandvik H13A; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.																	
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
А 42	XX	XX	XX	035	4120 Сверлильная													
Б 43	381210	Сверлильный с ЧПУ HaasDT-1	3	17335	312	1P	1	1	1	1200	1						17	
О 44	Сверлить поверхности 23, 24 в размер $\phi 8_{-0,15}^{+0,05}$ , $\phi 9_{-0,25}^{+0,05}$																	
Т 45	396190 Оправка цанговая; 3912133 Сверло R841-0800-30-A1A GC1220 Sandvik; 393100 Калибр.																	
46																		
А 47	XX	XX	XX	040	4120 Сверлильная													
Б 48	381210	Сверлильный с ЧПУ HaasDT-1	3	17335	312	1P	1	1	1	1200	1						0,6	
О 49	Сверлить поверхности 22 в размер $\phi 7,5_{+0,058}^{+0,058}$ , нарезать резьбу поверхность 21 в размер М8.																	
Т 50	396190 Оправка цанговая; 3912133 Сверло R841-0725-30-A1A GC1220 "Sandvik"; 391818 Фреза																	
Т 51	резьбовая R217.14C060125AK17N 1630 "Sandvik"; 393100 Калибр.																	
52																		
А 53	XX	XX	XX	045	4110 Токарная													
Б 54	381101	Токарный Haas SL-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1						0,52	
О 55	Точить поверхности 11, 12, 13 в размер $\phi 70_{-0,01}^{+0,01}$ , $65_{-0,029}^{+0,12}$ , $51_{-0,12}^{+0,12}$																	
Т 56	396190 Оправка цанговая; 392190 Резец контурный CCGX120408-AL Sandvik H10; 394300 Скоба																	
Т 57	рычажная СР ГОСТ11098-75.																	
58																		
А 59	XX	XX	XX	050	4110 Токарная													
Б 60	381101	Токарный Haas SL-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1						0,49	
О 61	Точить поверхности 3, 18 в размер $\phi 52_{+0,03}^{+0,03}$																	
Т 62	396190 Оправка цанговая; 392190 Резец расточной специальный H10; 393100 Калибры																	
63																		
А 64	XX	XX	XX	055	Маячная													
МК																		

## Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпаз	Тшт
А 65	XX	XX	XX	060	Контрольная.										
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
МК															



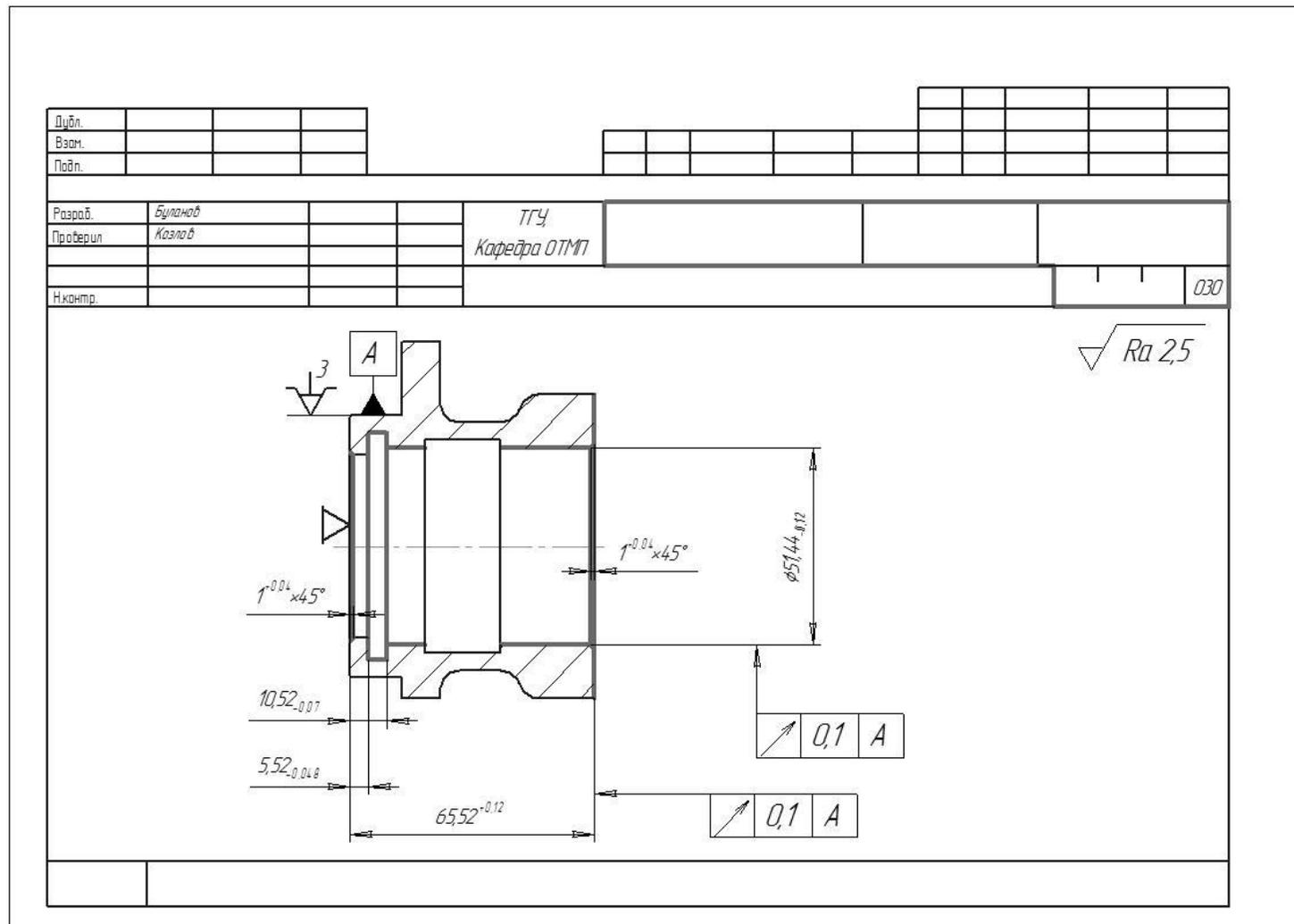
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Буланов			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.									Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												020
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД
Фрезерная		Сталь АК9 ГОСТ 1583-93				166	0,3	#11,2x7,4			0,39	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	ТЬ	ТГв	Тшт	СОЖ			
HAAS VF 2					36			4,28	Blasocavit			
		пи	о или в	Л	т	и	с	п	v			
01	1. Установить заготовку											
Т.оп	396190 Оправка цанговая специальная; 391822 Фреза сферическая R216.32 <sup>1</sup> -10030-AC19A GC1025											
Т.об	Sandvik; 393610 Шаблон.											
06	2. Фрезеровать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза											
Р.об		1				16		0,2	3500	110		
08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
07												
08												
09												
10												
11												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82			Форм 1	
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Буланов			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП										
Н.контр.										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	030
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Токарная		Сталь АК9 ГОСТ 1583-93			166	0,3	Ø112x714			0,39	1			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			та	тв	тгв	тшт	сож					
HAAS SL-10					112			156	Blasocavit					
			пи		о или в		l	f	i	s	п	v		
01	1. Установить заготовку													
T <sub>02</sub>	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный CCGX120408-AL Sandvik H10;													
T <sub>03</sub>	392190 Резец расточной специальный; 392190 Резец токарный расточной канавочный													
T <sub>04</sub>	N123H2-0500-0004-GF H13A Sandvik H13A; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.													
05	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза													
P <sub>06</sub>		1					1,123	0,2		3000	1000			
P <sub>07</sub>		2					2,0	0,2		4800	800			
P <sub>08</sub>		3					2,0	0,015		500	100			
09	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.													
10														



Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			21БР.ОТМП.338.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
A3	1		21БР.ОТМП.338.65.00.001	Корпус	1	
A4	2		21БР.ОТМП.338.65.00.002	Крышка	1	
A4	3		21БР.ОТМП.338.65.00.003	Цанга	1	
A4	4		21БР.ОТМП.338.65.00.004	Тяга	1	
A4	5		21БР.ОТМП.338.65.00.005	Втулка	1	
A3	6		21БР.ОТМП.338.65.00.006	Шток	1	
A3	7		21БР.ОТМП.338.65.00.007	Пневмоцилиндр	1	
A4	8		21БР.ОТМП.338.65.00.008	Поршень	1	
A4	9		21БР.ОТМП.338.65.00.009	Крышка пневмоцилиндра	1	
A4	10		21БР.ОТМП.338.65.00.010	Шпонка	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
		11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4	
		12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8	
		13		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2	
		14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5	
		15		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8	
		16		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		17		Демпфер ГОСТ8756-79	1	
		18		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		19		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1	
			<b>21БР.ОТМП.338.65.00.000</b>			
						Лит.
						Лист
						Листов
			<b>Приспособление</b>			1
			<b>станочное</b>			2
			ТГУ ИМ			
			гр. ТМбд-1601а			
			Копировал			Формат А4

