

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает вопросы проектирования технологического процесса изготовления ступицы транспортной тележки ОМ9973. Цель работы заключается в том, чтобы спроектировать технологический процесс, который обеспечит изготовление необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в условиях среднесерийного производства.

Структура работы включает в себя пояснительную записку, которая состоит из введения, основных разделов, заключения и приложений, а также графическую часть, отражающую результаты проектирования в графическом виде. Введение содержит анализ актуальности темы работы и формулировку ее цели. Первый раздел содержит комплексный анализ исходных данных, на основе которого поставлены задачи работы. Второй раздел содержит решение задач технологического характера. В частности выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку, разработан технологический маршрут и план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование. Третий раздел содержит технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса. В частности спроектирована оправка с гофрированной втулкой и токарный резец с усовершенствованной системой крепления режущей пластины для токарной чистовой операции. Четвертый раздел содержит анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Пятый раздел содержит расчет экономических показателей, подтверждающих правильность принятых технических решений.

Пояснительная записка состоит из 51 страницы, включая приложения. Графическая часть состоит из 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	9
2 Разработка технологии изготовления	10
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	10
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 оправки	25
3.2 Разработка токарного резца.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта	33
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	60

Введение

Развитие современного машиностроительного производства базируется на дальнейшем развитии концепции гибкого автоматизированного производства. В рамках этой концепции предусматривается высокая степень автоматизации всех производственных процессов, в том числе и транспортных операций. Данное решение позволит обеспечить необходимую гибкость производственной системе. Транспортная система играет одну из ключевых ролей, так как должна обеспечивать бесперебойное снабжение основного технологического оборудования всеми необходимыми инструментами, материалами, своевременный подвоз заготовок и полуфабрикатов на рабочее место и транспортировку готовой продукции на склад. В производстве нашли применение различные способы реализации транспортных систем, но наиболее эффективной признана транспортная система на базе специализированных тележек. По конструктивным особенностям данные устройства могут быть разнообразными. На практике одними из часто встречаемых устройств являются тележки на монорельсе. Это объясняется простотой реализации такой транспортной системы и простотой конструкции самой тележки. Исходя из условий эксплуатации, к деталям входящим в конструкцию тележки предъявляются жесткие требования по надежности, ремонтпригодности и ряду других характеристик, которые обеспечиваются в процессе их изготовления. При этом необходимо обеспечить как можно более низкую цену их изготовления. Данные требования в полной мере относятся и к рассматриваемой в данной работе ступице транспортной тележки ОМ9973.

Из сказанного следует, что выбранная тема работы является актуальной, а цель работы заключается в проектировании технологического процесса, который обеспечит изготовление необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Назначение ступицы заключается в установке на нее опорного катка. Ступица устанавливается на подшипники, которые в свою очередь установлены на оси. Опорный каток устанавливается на штифты, базирующиеся в соответствующих отверстиях ступицы, и поджимается к торцу ступицы.

Условия эксплуатации ступицы могут существенно отличаться в зависимости от интенсивности использования транспортной тележки, массы транспортируемых грузов и внешних производственных факторов. Эксплуатация транспортной тележки происходит в производственных корпусах, где поддерживается строго регламентируемый микроклимат, поэтому его влияние не значительное.

Наличие в производстве различных технических жидкостей, таких как, смазочно-охлаждающие жидкости и разнообразные индустриальные масла, а также стружки может привести к возникновению коррозии на ступице и ее интенсивному износу.

Существенное влияние на износ ступицы также оказывает масса перевозимых грузов и эксплуатационные показатели, такие как скорость перемещения, количество остановок и другие при которых используется транспортная тележка. Нагрузки, действующие в процессе работы на ступицу, имеют знакопеременное направление и могут быть значительными по величине. Возможно возникновение значительных длительных статических нагрузок, под действием груза в процессе остановки.

Как видно из проведенного анализа деталь в полной мере отвечает своему функциональному назначению, а условия ее эксплуатации характерны для деталей данного класса.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Проведение анализа технологических показателей детали позволит выявить основные особенности ее конструкции, которые необходимо учесть при проектировании технологии ее изготовления. Анализ выполним по рекомендациям [17].

Анализ материала детали на технологичность основан на оценке его физико-механических характеристик. Ступица изготавливается из чугуна СЧ-18 ГОСТ1412-85. Данный материал имеет следующие физико-механические свойства [6]. «Предел прочности на растяжение 98 МПа, предел текучести на растяжение 65 МПа, предел прочности на сжатие 700 МПа, предел текучести на сжатие 80 МПа, предел прочности на кручение 300 МПа, предел текучести на кручение 70 МПа, предел прочности на изгиб 300 МПа, предел текучести на изгиб 65 МПа, относительное удлинение 1%, относительное сжатие 1%» [6]. Исходя из предполагаемых эксплуатационных нагрузок, данные характеристики являются достаточными для данной детали. При этом такие физико-механические свойства обеспечат хорошую обрабатываемость различными методами механической обработки. Исходя из представленных характеристик, данный материал обладает хорошими литейными свойствами и плохими пластическими, что предопределяет выбор метода получения заготовки в пользу методов литья. Данные методы отличаются низкой себестоимостью, но имеют более высокие показатели металлоемкости по сравнению с методами пластического деформирования. Из данного анализа следует, что материал детали отвечает всем основным требованиям по технологичности.

Анализ конфигурации детали на технологичность позволяет сделать следующие выводы. Поверхность детали образована простыми поверхностями с применением стандартных конструктивных элементов, таких как фаски и канавки, но при этом образуемый контур достаточно сложный, что связано с назначением детали. Размеры элементов детали

соответствуют нормальному ряду чисел. Важной характеристикой технологичности конструкции детали является наличие ответственных поверхностей. С целью выявления данных поверхностей необходимо классифицировать все поверхности детали по их назначению. Для этого выполним эскиз детали и каждой поверхности присвоим номер (рисунок 1).

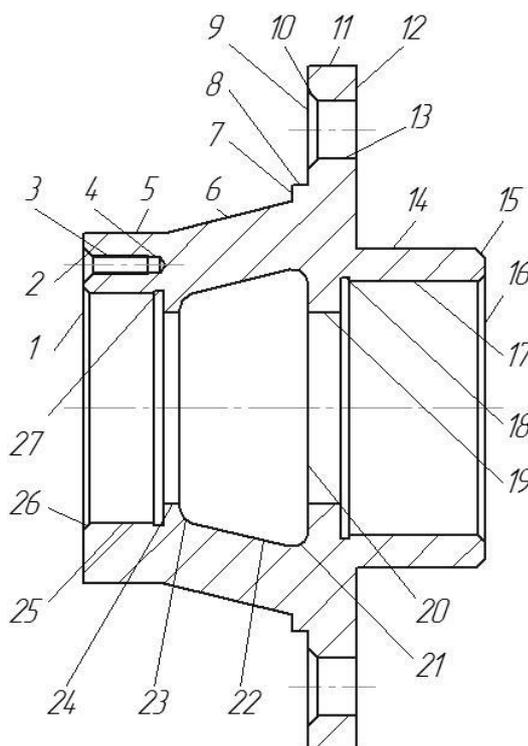


Рисунок 1 – Эскиз детали

Классифицируем поверхности по их назначению с использованием методики [14]. «Основные конструкторские базы 17, 18, 25, вспомогательные конструкторские базы 1, 3, 27, исполнительные поверхности 9, 13, все оставшиеся поверхности относятся к свободным» [14]. Как видно из представленной классификации количество ответственных поверхностей соответствует служебному назначению детали.

Из данного анализа следует, что конфигурации детали отвечает всем основным требованиям по технологичности.

Анализ механической обработки детали на технологичность позволяет

сделать следующие выводы. Исходя из того, что конфигурация детали является типовой для механической обработки можно использовать типовые методы обработки. Точность размеров и характеристики поверхностей не позволяют их получить с применением только заготовительной операции, поэтому механическая обработка необходима для всех поверхностей детали. Базирование на операциях может быть осуществлено по типовым схемам базирования с использованием для этого любых наружных и внутренних поверхностей. При этом соблюдение принципов единства и постоянства баз не вызывает затруднений. Из данного анализа следует, что механическая обработка детали отвечает всем основным требованиям по технологичности.

Анализ детали на технологичность показал, что она отвечает всем основным требованиям и может быть признана технологичной. При этом выявлены ряд особенностей, которые необходимо учесть при проектировании технологии изготовления.

1.3 Анализ типа производства

Для проведения анализа типа производства необходимо сначала его определить. Исходя из имеющихся данных, оптимальным будет решение этой задачи с использованием упрощенной методики [16]. Согласно ей производство с годовой программой выпуска детали одной номенклатуры в количестве 8000 штук в год и массой 7,43 кг соответствует среднесерийному типу.

Проведем анализ данного типа производства с применением литературы [19] с целью выявления основных направлений дальнейшего проектирования технологического процесса.

Ключевыми особенностями среднесерийного типа производства являются следующие. Не поточная форма организации технологического процесса с использованием гибкого быстропереналаживаемого серийно выпускаемого оборудования. Использование стандартных и универсальных

средств технологического оснащения и контроля. Использование при проектировании технологии изготовления типовых технологических процессов, которые позволяют применение упрощенных методик определения припусков на обработку и режимов резания на технологических операциях и применение расчетно-аналитического метода нормирования технологических операций. Оформление технологического процесса в виде маршрутно-операционной технологии и ряд других, которые можно найти в литературе [2, 21]. Учет все данные особенности в ходе дальнейшего проектирования и совершенствования технологического процесса изготовления ступицы.

1.4 Задачи работы

Анализ исходных данных позволяет сформулировать задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

Решить задачи технологического характера. В частности выбрать метод получения заготовки и провести ее проектирование, определить припуски на обработку, разработать технологический маршрут и план изготовления детали, выбрать оборудование и технологическую оснастку, определить режимы резания на операции механической обработки и провести их нормирование. Создать технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса, путем проектирования станочного приспособления и режущего инструмента. Провести анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Рассчитать экономические показатели для подтверждения правильности принятых технических решений.

В данном разделе проведен комплексный анализ исходных данных, которые необходимо учесть в ходе дальнейшего проектирования и совершенствования технологи, а также поставлены задачи работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

В среднесерийном типе производства детали рассматриваемой классификационной группы из чугуна получают одним из методов литья. Проанализировав рекомендации [8] приходим к выводу, что в данном случае целесообразно применить метод литья в землю или метод литья в кокиль, как наиболее подходящие исходя из типа производства и характеристик детали. Выбор оптимального из этих двух вариантов получения заготовок производится сравнением технологических себестоимостей изготовления деталей по формуле:

$$\langle C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$ – стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг стружки, руб.» [17].

«Расчет стоимости получения одного кг заготовок производится по формуле:

$$C_{ЗАГ i} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения отливки;

$C_{ОТ}$ – базовая стоимость получения отливок в зависимости от метода, руб.;

h_T – коэффициент точности отливки;

h_C – коэффициент группы сложности отливки;

h_B – коэффициент массы отливки;

h_M – коэффициент марки материала отливки;

h_{Π} – коэффициент программы выпуска» [17].

Индекс метода получения принимаем 1 для заготовки полученной литьем в землю, 2 для заготовки полученной литьем в кокиль. Выполняем расчеты.

$$C_{ЗАГ\ 1} = 43,47 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 27,69 \text{ р.}$$

$$C_{ЗАГ\ 2} = 43,47 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,52 = 15,26 \text{ р.}$$

Расчет массы заготовки выполняем по формуле:

$$\langle Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где K_p – коэффициент метода получения и формы заготовки» [17].

Для определения массы детали используем возможности объемного моделирования в системе «Компас». Разработанная с ее помощью модель детали приведена на рисунке 2.

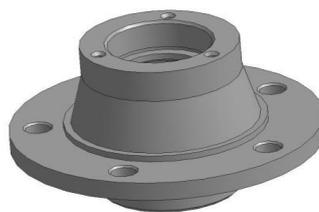


Рисунок 2 – Модель детали

Используя возможности данного программного обеспечения по определению масса-центровых характеристик получаем массу детали равную 7,43 кг.

Производим расчет массы заготовки.

$$Q_1 = 7,43 \cdot 1,5 = 11,15 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 7,43 \cdot 1,4 = 10,32 \text{ кг.}$$

«Стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой определяется по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{С}}$ – приведенные затраты, руб.;

$C_{\text{К}}$ – приведенные капитальные вложения, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент эффективности капитальных вложений» [17].

Стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой не зависит от метода получения заготовки и определяется только применяемыми методами механической обработки, поэтому для обоих методов она будет равна.

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

Выполняем расчеты технологических себестоимостей изготовления деталей по формуле (1).

$$\begin{aligned} C_{\text{Т1}} &= 27,69 \cdot 11,15 + 6,04 \cdot (11,15 - 7,43) - 1,4 \cdot (11,15 - 7,43) = \\ &= 326,01 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{Т2}} &= 15,26 \cdot 10,32 + 6,04 \cdot (10,32 - 7,43) - 1,4 \cdot (10,32 - 7,43) = \\ &= 170,89 \text{ р.} \end{aligned}$$

Расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль в данных условиях выгоднее. «Сравнительный экономический эффект от принятия данного метода получения заготовки может быть рассчитан по формуле:

$$\mathcal{Э} = (C_{\text{Т1}} - C_{\text{Т2}}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт» [17].

$$\mathcal{Э} = (326,01 - 170,89) \cdot 6000 = 930720 \text{ р.}$$

Полученный эффект значительный, поэтому оставляем выбранный метод получения заготовки для дальнейшего проектирования.

Проектирование заготовки включает в себя определение припусков на обработку, параметров заготовки, допусков на размеры и технологических напусков.

Определение припусков подразумевает наличие маршрута обработки для каждой поверхности. Составление данного маршрута это комплексная задача, решение которой подразумевает подбор такой последовательности методов обработки, которые обеспечат необходимое качество обработки поверхностей при условии обеспечения минимальных затрат на их выполнение. Количество комбинаций методов обработки, при помощи которых можно достичь необходимых параметров поверхностей достаточно велико. Ряд комбинаций отпадают при выборе вида поверхности, однако окончательный выбор все равно требует проведения большого количества экономических расчетов. Сокращение трудоемкости процедуры выбора маршрута обработки поверхностей возможно путем применения методики расчета по минимуму суммарного коэффициента удельных затрат [22]. Результаты определения маршрутов обработки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Точность размера	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Последовательность обработки
1	плоская	12	12,5	«точение черновое, точение чистовое, точение тонкое» [22]
2	коническая внутренняя	12	12,5	сверление
3	спиральная	7	12,5	нарезание резьбы
4	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление
5	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
6	коническая	12	12,5	точение черновое
7	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
8	коническая	8	6,3	«точение черновое,

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Форма поверхности	Точность размера	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Последовательность обработки
				точение чистовое, точение тонкое» [22]
9	плоская	12	2,5	«точение черновое, точение чистовое, точение тонкое» [22]
10	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	«сверление» [22]
11	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
12	плоская	12	12,5	точение черновое
13	цилиндрическая внутренняя	9	3,2	«сверление, развертывание» [22]
14	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое
15	коническая	12	12,5	«точение чистовое
16	плоская	12	12,5	«точение черновое, точение чистовое» [22]
17	цилиндрическая внутренняя	7	1,25	«точение черновое, точение чистовое, точение тонкое» [22]
18	плоская внутренняя	10	1,6	«точение черновое, точение чистовое, точение тонкое» [22]
19	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение черновое
20	плоская внутренняя	17	50	литье
21	цилиндрическая внутренняя	17	50	литье
22	цилиндрическая внутренняя	17	50	литье
23	плоская внутренняя	17	50	литье
24	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение черновое
25	цилиндрическая внутренняя	7	1,25	«точение черновое, точение чистовое, точение тонкое» [22]
26	коническая внутренняя	12	12,5	точение чистовое
27	плоская внутренняя	10	1,6	«точение черновое, точение чистовое, точение тонкое» [22]

Далее производим расчет припусков на обработку по имеющимся

последовательностям обработки поверхностей. Согласно ранее принятым рекомендациям расчет припусков точных поверхностей производим расчетно-аналитическим методом [25]. В данном случае это поверхность с номинальным диаметральной размером $72P7(-0,021_{-0,051})$.

«Минимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a – глубина дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [25].

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

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,763 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295 \text{ мм} \gg [25].$$

«Максимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{i max} = z_{i min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (7)$$

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

TD_i – операционный допуск на текущем переходе, мм» [25].

$$\ll z_{1 max} = z_{1 min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (2,0 + 0,3) = 2,65 \text{ мм.}$$

$$z_{2 max} = z_{2 min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,3 + 0,12) = \\ = 0,973 \text{ мм}$$

$$z_{3 max} = z_{3 min} + 0,5(TD_2 + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,12 + 0,03) = \\ = 0,37 \text{ мм} \gg [25].$$

«Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [25]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,3 + 2,65) = 0,831 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,763 + 0,973) = 0,868 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,295 + 0,370) = 0,333 \text{ мм} \gg [25].$$

«Максимальный операционный размер определяется по формуле:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [25]$$

«Минимальный операционный размер определяется по формуле:

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (10) \gg [25]$$

«Средний операционный размер определяется по формуле:

$$D_{i \text{ ср}} = 0,5(D_{i \max} + D_{i \min}). \quad (11) \gg [25]$$

Расчет операционных размеров начинается от известного размера.

Выполняем расчеты для всех технологических переходов.

$$\ll D_{3 \max} = 71,979 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \min} = 71,949 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3 \max} + D_{3 \min}) = 0,5 \cdot (71,979 + 71,949) = 71,964 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \max} = D_{3 \max} - 2 \cdot z_{3 \min} = 71,979 - 2 \cdot 0,295 = 71,389 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 71,389 - 0,120 = 71,269 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (71,389 + 71,269) = 71,329 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 71,389 - 2 \cdot 0,763 = 69,863 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 69,863 - 0,3 = 69,563 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5(D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5(69,863 + 69,564) = 69,714 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \max} = D_{1 \max} - 2 \cdot z_{1 \min} = 69,863 - 2 \cdot 1,3 = 67,263 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \min} = D_{0 \max} - TD_0 = 67,263 - 2,0 = 65,263 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (67,263 + 65,263) = 66,263 \text{ мм}»$$

[25].

«Общие припуски на обработку минимальный, максимальный и средний рассчитываются по формулам:

$$2z_{\min} = D_{3 \max} - D_{0 \min}. \quad (12)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + TD_0 + TD_3. \quad (13)$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\min} + 2z_{\max}). \quad (14)» [25]$$

«Выполняем расчеты соответствующих полных припусков.

$$2z_{\min} = 71,979 - 65,263 = 6,716 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 6,716 + 2,0 + 0,03 = 8,746 \text{ мм.}$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (6,716 + 8,764) = 7,74 \text{ мм}» [25].$$

Исходя из анализа типа производства, для определения припусков на оставшиеся менее точные поверхности необходимо применить метод расчета основанный на статистических данных [24]. Суть данной методики заключается в определении минимальных значений припусков для каждого технологического перехода с использованием статистических таблиц данных [24], 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.

Следующим этапом определяем характеристики заготовки с использованием данных [7]. Получаем следующие значения «10 степень точности поверхности, 7 класс точности массы, 8 класс размерной точности, 5 ряд припусков, сдвиг не более 1,0 мм, эксцентricность отверстий не более 1,0 мм» [7]. По данным параметрам на все размеры заготовки назначаются

технологические напуски и определяются допуски на их выполнение.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Метод обработки	Значение минимального припуска, мм	Значение максимального припуска, мм	Значение среднего припуска, мм
1	точение черновое	2,5	3,5	3,0
	точение чистовое	1,0	1,28	1,14
	точение тонкое	0,5	0,68	0,59
5	точение черновое	1,15	2,125	1,638
6	точение черновое	1,25	2,25	1,75
7	точение черновое	2,5	3,45	2,975
8	точение чистовое	0,3	0,58	0,44
	точение тонкое	0,2	0,36	0,28
9	точение черновое	2,0	2,95	2,475
	точение чистовое	1,0	1,21	1,105
	точение тонкое	0,5	0,62	0,56
11	точение черновое	1,4	2,63	2,015
12	точение черновое	2,5	3,275	2,888
13	развертывание	0,25	0,307	0,278
14	точение черновое	1,125	2,1	1,613
16	точение черновое	2,0	3,0	2,5
	точение чистовое	1,0	1,28	1,14
17	точение черновое	0,9	1,85	1,375
	точение чистовое	0,7	0,805	0,753
	точение тонкое	0,2	0,275	0,238
18	точение черновое	2,0	2,75	2,375
	точение чистовое	1,0	1,21	1,105
	точение тонкое	0,5	0,62	0,56
19	точение черновое	0,9	1,65	1,275
24	точение черновое	0,9	1,65	1,275
27	точение черновое	2,0	2,775	2,388
	точение чистовое	1,0	1,245	1,123
	точение тонкое	0,5	0,64	0,57

Далее проектируется рабочий чертеж заготовки. Контур заготовки формируется путем прибавления операционных припусков и технологических напусков. Затем проставляются размеры заготовки с допусками и назначаются технические требования. Чертеж заготовки представлен в графической части.

2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления детали представляет собой графический документ, отражающий основную суть проектируемой технологии изготовления. В нем указываются все операции технологического процесса в порядке их выполнения. Для каждой операции разрабатывается операционный эскиз, на котором приводятся обрабатываемые поверхности, операционные размеры и схемы базирования. Определяются операционные технические требования по методике и справочным данным [22]. Правила оформления и основные рекомендации по проектированию плана изготовления приведены в литературе [23].

Разработаем маршрут изготовления детали. Как отмечалось ранее, для формирования маршрута изготовления рекомендуется использовать типовые технологические маршруты для деталей данного типа [2, 16, 23]. Тогда маршрут изготовления для ступицы будет выглядеть следующим образом.

Операция 005 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 1, 5, 6, 7, 8, 9, 24, 25, 27.

Операция 010 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 12, 14, 16, 17, 18, 19.

Операция 015 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 1, 8, 9, 25, 26, 27.

Операция 020 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 15, 16, 17, 18.

Операция 025 Сверлильная. На данной операции производится сверление и развертывание поверхностей 2, 3, 4, 10, 13.

Операция 030 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 8, 9, 25, 27.

Операция 035 Токарная. На данной операции производится точение поверхностей 17, 18.

Операция 040 Моечная. На данной операции производится мойка,

обдувка сжатым воздухом и сушка всех поверхностей детали.

Операция 045 Контрольная. На данной операции производится комплексный контроль всех параметров детали согласно карте контроля.

Другим важным вопросом при проектировании плана изготовления является разработка схем базирования. При разработке схем базирования необходимо обеспечить принципы единства баз и их постоянства, что позволит минимизировать погрешности и снизить припуски при обработке. Желательно использование типовых схем базирования [22], что упростит их реализацию.

Спроектированный план изготовления приведен в графической части данной выпускной квалификационной работы. Кроме того, полученные данные используются при проектировании технологической документации, приведенной в приложении А пояснительной записки.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Основным критерием при выборе оборудования и технологической оснастки является тип производства. Согласно данным [17] следует придерживаться следующих требований. Станочное оборудование должно обеспечивать возможность обработки широкой номенклатуры изделий, обладать большим диапазоном регулирования скоростей и подач, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового изделия, обеспечивать реализацию требуемой структуры операции, желательно оснащаться CNC-системами управления. Режущий инструмент должен иметь необходимую стойкость, оптимальную геометрию, обеспечивать обработку всей номенклатуры, реализовывать весь потенциал оборудования по скорости резания и подачам, обеспечивать заданную точность обработки. Станочная оснастка должна обеспечивать принятые на операциях схемы базирования, быть механизированной, обладать возможностью быстрой переналадки на выпуск новых деталей, отвечать требованиям по быстродействию, развивать

необходимые усилия закрепления. Средства контроля должны обеспечивать необходимую точность контроля, обладать возможностью производить измерения в широком диапазоне, предпочтительно выдавать результаты контроля в абсолютных величинах. Выбранные с использованием данных [3, 4, 10, 11, 12, 13, 26] и приведенных выше рекомендаций оборудование и средства технологического оснащения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оборудование и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
005	«токарный HAAS GT10» [10]	«резец контурный специальный CNMG 16 06 12-KR «Sandvik», резец расточной TNMX 16 04 08-WMX «Sandvik»» [11]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [3]	«патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80» [26]
010	«токарный HAAS GT10» [10]	«резец контурный специальный CNMG 16 06 12-KR «Sandvik» резец расточной TNMX 16 04 08-WMX «Sandvik» » [11]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [3]	«патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80» [26]
015	«токарный HAAS GT10» [10]	«резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF "Sandvik", резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF "Sandvik", резец канавочный расточной N123G2-0300-0002-СМ «Sandvik» » [11]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [3]	«оправка кулачковая » [26]
020	«токарный HAAS GT10» [10]	«резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF «Sandvik», резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF «Sandvik», резец канавочный расточной N123G2-0300-0002-СМ «Sandvik» » [11]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [3]	«оправка кулачковая » [26]
025	«обрабатывающий центр HAAS VF 1» [10]	«сверло спиральное R841-1750-30-A1A «Sandvik», сверло спиральное R841-0500-30-A1A «Sandvik», » [11]	«калибр, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88» [3]	«оправка цанговая» [26]

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
025	–	«развертка 830В–E06D1000H7S12 «Sandvik», фреза резьбовая R217.14C045100AC13N «Sandvik»» [11]	–	–
030	«токарный HAAS GT10» [10]	«резец токарный контурный специальный BK6, резец токарный расточной специальный BK6» [26]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098–75, нутромер НМ–100 ГОСТ 10–88» [3]	«оправка с гофрированной втулкой» [26]
035	«токарный HAAS GT10» [10]	«резец токарный контурный специальный BK6, резец токарный расточной специальный BK6» [26]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098–75, нутромер НМ–100» [3]	«оправка с гофрированной втулкой» [26]
040	моечная машина	–	–	–
045	стол контрольный	–	–	–

Данные по выбору оборудования и средств технологического оснащения заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А, а также используются при заполнении плана изготовления и указываются в технологических наладках, которые представлены в графической части данной работы.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Операции технологического процесса проектируются с использованием методики [22]. «Разработка технологических операций включает в себя определение режимов резания, выполнение нормирования, проектирование технологических переходов, разработку технологической документации» [22]. Режимы резания в данном случае определяются по рекомендациям и с использованием программного обеспечения для

выполнения соответствующих расчетов фирмы изготовителя принятого для оснащения технологических операций режущего инструмента [11]. Такое решение позволит максимально эффективно использовать весь потенциал режущего инструмента. При этом учтены технологические возможности принятого технологического оборудования.

Нормирование технологических операций в соответствии с серийностью производства производится расчетно-аналитическим методом [18]. Порядок нормирования в соответствии с данным методом следующий. «Сначала необходимо определить длину рабочего хода для каждого перехода операции. Затем рассчитать основное время на выполнение операции. После этого рассчитать штучное время» [18].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (15)$$

где l_1 – длина врезания, мм;

$l_{\text{рез}}$ – длина резания, мм;

l_2 – длина перебега, мм» [18].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (16)$$

где S – подача, мм/об» [18].

«Штучное время определяется 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;

$T_{п}$ – время на личные потребности, мин» [18].

Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы резания и нормирование технологических операций

«Номер операции» [18]	«Переход» [18]	«Подача, мм/об» [18]	«Скорость резания, м/мин» [18]	«Частота вращения шпинделя, об/мин» [18]	«Основное время, мин» [18]	«Штучное время, мин» [18]
005	1	0,55	305	450	0,7	1,1
	2	0,45	360	1600		
010	1	0,55	305	450	0,54	0,85
	2	0,45	360	1450		
015	1	0,30	250	360	0,82	1,31
	2	0,15	300	1300		
	3	0,12	150	650		
020	1	0,30	250	800	0,5	0,81
	2	0,15	300	1200		
	3	0,12	150	580		
025	1	0,5	150	2700	0,21	0,3
	2	0,2	100	6300		
	3	1,2	150	2600		
	4	1,0	80	5600		
030	1	0,12	530	780	0,67	0,94
	2	0,1	450	1900		
035	1	0,1	450	1800	0,38	0,69

Результаты проектирования технологических операций содержатся в технологической документации, представленной в приложении А, а также использованы при проектировании технологических наладок, представленных в графической части работы.

Выполнение данного раздела позволило решить задачи технологического характера. В частности выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку, разработан технологический маршрут и план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка оправки

Проанализировав спроектированный технологический процесс изготовления, приходим к выводу, что основные технические трудности возникают при реализации схемы базирования на токарной чистовой операции, представленной на рисунке 3. Основная проблема заключается в том, что для реализации схемы базирования нужно механизированное приспособление обеспечивающее реализацию схемы базирования и обеспечивающее необходимую точность обработки.

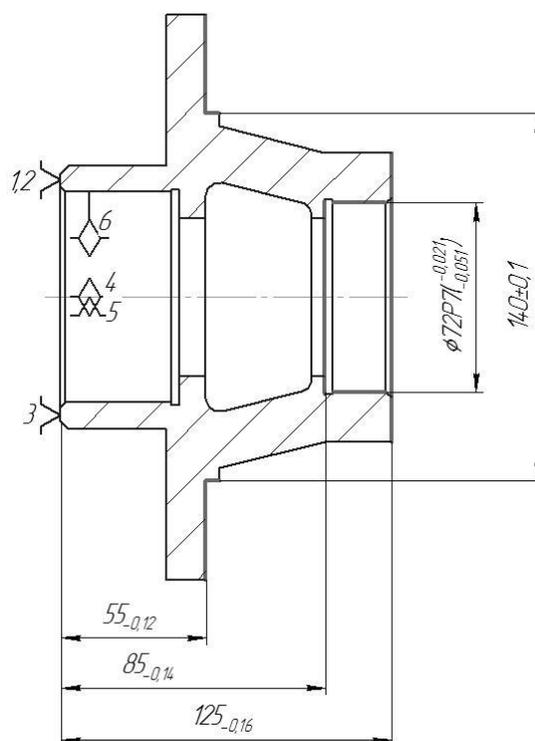


Рисунок 3 – Эскиз токарной чистовой операции

Анализ литературы [9] показал, что в данном случае необходимо использовать оправку в качестве установочного и зажимного элементов в которой используется гофрированная втулка. Расчет данного приспособления

проведем по методике [9].

Параметры гофрированной втулки выбираются по размерам поверхности заготовки за которую она закрепляется. «Основные геометрические параметры втулки, подлежащие определению, приведены на рисунке 4» [9].

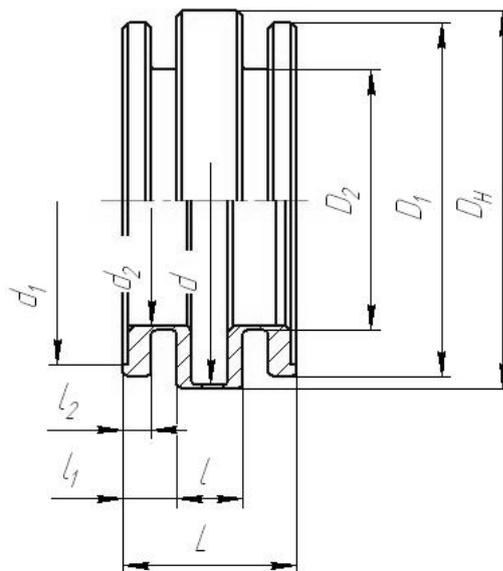


Рисунок 4 – Геометрические параметры втулки

«В соответствии с рекомендациями втулка должна иметь следующие геометрические параметры: $D_1 = 56,5h9$ мм, $D_2 = 37,7h6$ мм, $d_1 = 51,5H9$ мм, $d_2 = 36H4$ мм, $L = 34$ мм, $l_1 = 10,5$ мм, $l_2 = 5,5$ мм, $l_3 = 6$ мм» [9].

«Наружный диаметр, контактирующий с заготовкой, определяется по формуле:

$$D_H = d_3 - \Delta_{\text{гар}}, \quad (18)$$

где d_3 – диаметр заготовки, мм;

$\Delta_{\text{гар}}$ – гарантированный зазор, мм» [9].

$$D_H = 80 - 0,030 = 79,97 \text{ мм.}$$

Диаметр выточки определяется по формуле:

$$\langle d = D_H - 2 \cdot h, \quad (19)$$

где h – высота смятия, мм» [9].

$$d = 79,97 - 2 \cdot 1,1 = 77,77 \text{ мм.}$$

Изменение наружного диаметра при деформации определяется по формуле:

$$\langle \Delta D_H = \delta D_H + \delta d_3 + \Delta_{\text{гар}}, \quad (20)$$

где δD_H – допуск на наружный диаметр втулки, мм;

δd_3 – допуск на диаметр заготовки, мм;

$\Delta_{\text{гар}}$ – гарантированный зазор, мм» [9].

$$\Delta D_H = 0,005 + 0,039 + 0,030 = 0,074 \text{ мм.}$$

«Далее определяем усилие, которое необходимо для сжатия втулки. Для этого используется формула:

$$P_3 = \frac{D_H}{x}, \quad (21)$$

где x – расчетный коэффициент» [9].

$$P_3 = \frac{74,97}{0,0072} = 10413 \text{ Н.}$$

Выполним проверку характеристик оправки на передаваемый крутящий момент. Максимальный крутящий момент, передаваемый оправкой, рассчитывается по формуле:

$$\langle M_{\text{кр.мах}} = 1,5 \cdot \pi \cdot d_3^2 \cdot P_3 \cdot n \cdot 10^{-4}, \quad (22)$$

где n – число втулок» [9].

$$M_{кр.мах} = 1,5 \cdot \pi \cdot 80^2 \cdot 10413 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 31389 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Оправка считается работоспособной, если выполняется условие:

$$\ll M_{кр.мах} \geq K \cdot M_{кр}, \quad (23)$$

где K – коэффициент запаса,

$M_{кр}$ – момент, возникающий в процессе обработки, Н·мм» [9].

Проведем расчет правой составляющей формулы (23)

$$K \cdot M_{кр} = 2,5 \cdot 3500 = 8750 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Условие формулы (23) выполнено. Значит, оправка удовлетворяет заданным требованиям.

Для создания усилия, которое необходимо для сжатия втулки предполагается использовать механизированный привод на основе пневматического цилиндра. Основной характеристикой привода, которую необходимо рассчитать является диаметр поршня, рассчитываемый по формуле:

$$\ll D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (24)$$

где P – давление в пневматической системе, МПа» [9].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 10419}{0,4} + 40^2} = 118 \text{ мм}.$$

Для облегчения конструирования привода и удешевления его производства принимаем ближайшее большее значение из стандартного ряда номинальных значений диаметров равное 120 мм.

Определим точность приспособления. Для этого составим расчетную размерную схему проектируемого приспособления (рисунок 5).

Из схемы определяем:

$$\epsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (25)$$

где Δ_1 – погрешность, возникающая вследствие неточности изготовления втулки, мм;

Δ_2 – погрешности из-за колебания зазора в сопряжении, мм;

Δ_3 – погрешность из-за неточности изготовления посадочного отверстия, мм» [9].

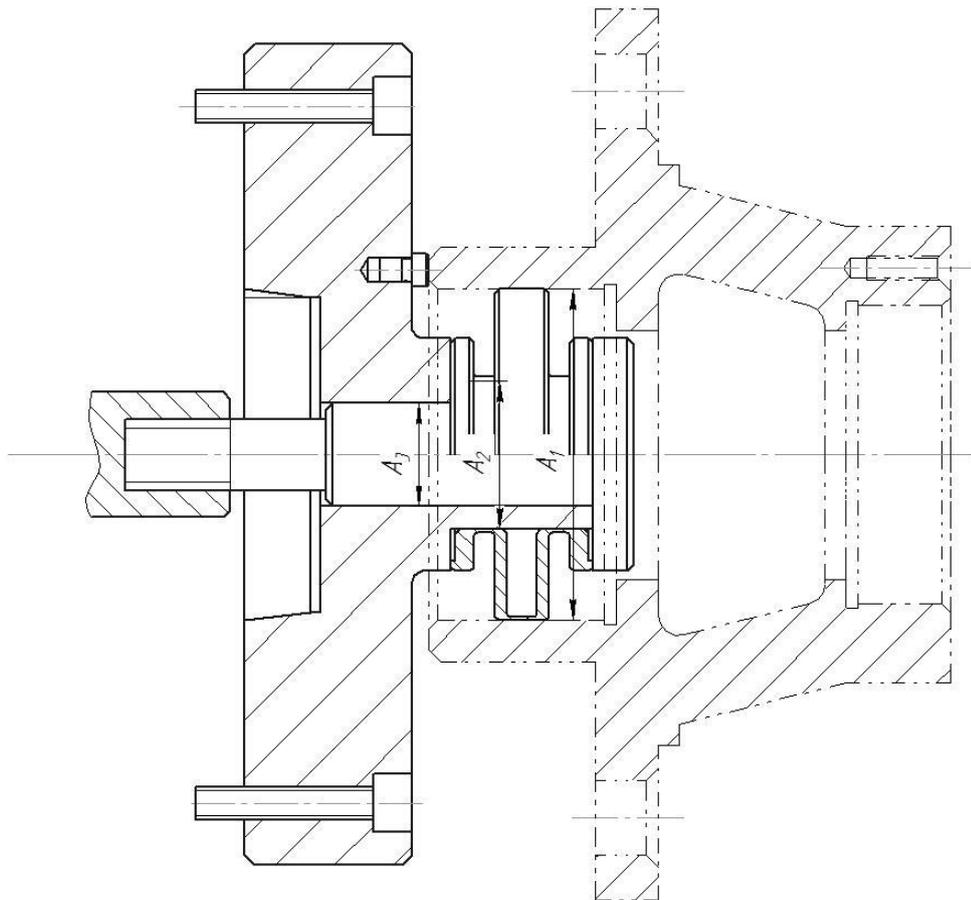


Рисунок 5 – Расчетная размерная схема приспособления

$$\epsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,012^2 + 0,014^2 + 0,010^2} = 0,008 \text{ мм.}$$

Данное расчетное значение погрешности установки в приспособлении не должно превышать допустимой, которая по данным [9] составляет 0,009 мм.

Конструкция приспособления представляет собой корпус с

закрепленной на ней гофрированной втулкой, которая деформируется плунжером, соединенным со штоком пневматического привода.

Установка заготовки происходит следующим образом. Воздух подается в пневмоцилиндр в полость со штоком, поршень движется в противоположную сторону и тянет за собой шток с плунжером, который деформирует гофрированную втулку, тем самым обеспечивая базирование и закрепление заготовки на оправке. Раскрепление заготовки происходит при подаче воздуха в противоположную полость пневмоцилиндра. При этом поршень движется в обратном направлении, и вся система возвращается в исходное положение, тем самым освобождая гофрированную втулку, которая под действием сил упругости возвращается в исходное положение.

Более подробно конструкция приспособления представлена на чертеже графической части работы и в приложении Б.

3.2 Разработка токарного резца

Токарная операция тонкого точения данного технологического процесса отличается высокой точностью получаемых размеров и низкой шероховатостью обрабатываемых поверхностей. Для выполнения данной операции предполагается использовать импортный инструмент. Основным его недостатком является его высокая стоимость, что резко снижает экономические показатели проектируемого технологического процесса. Решение этой проблемы предлагается достичь путем замены на отечественный инструмент. Однако, стандартный инструмент обладает недостаточной жесткостью крепления режущих пластин, что приводит к снижению точности обработки. Спроектируем резец с повышенной жесткостью крепления режущей пластины по рекомендациям [20].

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

$$F = t \cdot S, \quad (26)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [20].

$$F = 0,5 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ мм}^2.$$

Исходя из полученного значения площади срезаемого слоя и используемого на операции оборудования, высота державки резца должна быть 25 мм, ширина 20 мм.

Болт, используемый в системе крепления пластины к державке должен иметь минимально допустимый диаметр, рассчитываемый по формуле:

$$\langle D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (27)$$

где Q_1 – сила, действующая на болт, Н;

σ_d – допустимое напряжение, МПа» [20].

«Сила, действующая на болт, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (28)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [20].

Выполним расчеты.

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

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

Реальное значение диаметра болта используемого в конструкции системы крепления пластины к державке принимаем из конструктивных соображений с учетом данного расчетного минимально допустимого.

Обеспечение стойкости режущей пластины до величин сопоставимых с величинами пластин фирмы «Sandvik», изначально применяемых в

технологическом процессе, достигается путем воздействия на них лазерного излучения, что по данным [1] даст необходимый результат.

Система крепления представляет собой болт, гайку, две втулки, вставляемые в державку перпендикулярно друг другу. При этом горизонтальная втулка имеет паз, выполненный под углом в который вставляется вертикальная втулка, имеющая срезанный торец под таким же углом. В процессе затяжки болта вертикальная втулка толкает горизонтальную по пазу, тем самым обеспечивая поджим режущей пластины к державке, обеспечивая необходимую жесткость крепления.

Конструкция резца подробно представлена на листе графической части работы и в приложении Б. Данный резец позволяет существенно сократить затраты на инструмент на токарной операции тонкого точения.

Результатом выполнения третьего раздела стали технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса. В частности спроектирована оправка с гофрированной втулкой и токарный резец с усовершенствованной системой крепления режущей пластины для токарной операции тонкого точения.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Разработку мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса изготовления и предлагаемых технических мероприятий по его совершенствованию проведем по рекомендациям [5].

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

На основе имеющихся данных по выбору оборудования и средств технологического оснащения составим технологический паспорт технического объекта в виде таблицы 5. В паспорте отражаем основные особенности технологического процесса, то есть операции с указанием оборудования, средства технологического оснащения, используемые в технологическом процессе материалы и вещества, а также указываем наименование должностей необходимых работников.

Таблица 5 – «Технологический паспорт технического объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [5]
технологический процесс изготовления ступицы транспортной тележки ОМ9973	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	токарный HAAS GT10, резец токарный контурный специальный ВК6, резец токарный расточной ВК6	СЧ-18 ГОСТ1412-85, обтирочная ветошь, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость

Продолжение таблицы 5

«Технологический процесс»	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [5]
–	сверлильная операция	оператор станков с числовым управлением	обрабатывающий центр HAAS VF 1, оправка цанговая, сверло спиральное R841–1750–30–A1A «Sandvik», сверло спиральное R841–0500–30–A1A «Sandvik»	СЧ-18 ГОСТ1412-85, обтирочная ветошь, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость

Как видно из таблицы в технологическом процессе используется оборудование, оснащенное числовым управлением и универсальные средства технологического оснащения, что позволяет применять стандартные методики для дальнейшей оценки технологического процесса изготовления на безопасность и экологичность его выполнения.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Определим опасные и вредные производственные факторы, возникающие в ходе выполнения технологического процесса, выявим источники их возникновения. Для этого необходимо провести анализ технологических операций, представленных в паспорте технического объекта с учетом используемого на них оборудования и средств технологического оснащения, а также других особенностей технологического процесса. Результаты выполнения данной задачи приведены в таблице 6.

Таблица 6 – «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» [5]
токарная операция, сверлильная операция	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	режущий инструмент, обрабатываемая заготовка» [5]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [5]
	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [5]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [5]
	«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	оборудование, оснастка» [5]
	«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [5]

Продолжение таблицы 6

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [5]
токарная операция, сверлильная операция	«вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	смазочно-охлаждающая жидкость» [5]
	«стереотипные рабочие движения	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [5]
	«физическая динамическая нагрузка	оборудование, средства технологического оснащения, транспортно-погрузочные устройства» [5]

В ходе выполнения идентификации профессиональных рисков были выявлены основные опасные и вредные производственные факторы, возникновение которых наиболее вероятно при выполнении спроектированного технологического процесса. Проведено выявление источников их возникновения.

Исходя из количества и состава, выявленных опасных и вредных производственных факторов можно сделать вывод о том, что влияние данных факторов может привести к серьезным последствиям для здоровья работников. Анализ источников возникновения опасностей позволяет сделать вывод о том, что их наличие обусловлено непосредственно технологией изготовления и физическое устранение источников опасностей невозможно.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью снижения и устранения влияния, выявленных ранее опасных и вредных производственных факторов необходимо применить средства общей и индивидуальной защиты, разработать организационные мероприятия по профилактике и обучению персонала. В таблице 7 приведены результаты решения данной задачи с учетом выявленных опасных и вредных факторов и особенностей рассматриваемого технологического процесса.

Таблица 7 – «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» [5]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [5]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, устройства и приспособления, гасящие вибрации	ботинки с защитным подноском» [5]

Продолжение таблицы 7

«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» [5]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства, удаление заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, очки защитные» [5]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктажи по охране труда, устройства поглощения и снижения уровня шума до предельно допустимых значений	наушники или вкладыши противозумные» [5]
«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	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики, устройства заземления оборудования	спецодежда» [5]
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения» [5]	—
«вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	инструктажи по охране труда, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих загрязнений» [5]

Продолжение таблицы 7

«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» [5]
«стереотипные рабочие движения	инструктажи по охране труда, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [5]	—
«физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [5]	—

Комплекс мер представленных в таблице 7 позволяет обеспечить эффективную защиту персонала от воздействия действующих в ходе выполнения технологического процесса опасных и вредных факторов. Стоит заметить, что для защиты от воздействия ряда факторов отсутствуют средства индивидуальной защиты. Поэтому следует уделять особое внимание организационным мероприятиям направленным на профилактику и обучение персонала безопасным приемам труда.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность при выполнении технологического процесса на производственном участке обеспечивается исходя из класса пожара, а также опасных и сопутствующих факторов пожара. Соответствующая информация для данного участка представлена в таблице 8.

Таблица 8 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара» [5]
участок изготовления ступицы транспортной тележки ОМ9973	токарный HAAS GT10, резец токарный контурный специальный ВК6, резец токарный расточной ВК6, обрабатывающий центр HAAS VF 1, оправка цанговая, сверло спиральное R841-1750-30-A1A «Sandvik», сверло спиральное R841-0500-30-A1A «Sandvik»	«пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)» [5]	«пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму» [5]	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [5]

Исходя из представленных результатов, выбираем технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность на участке по выполнению рассматриваемого технологического процесса. К таким средствам относятся: первичные средства пожаротушения, мобильные средства пожаротушения, стационарные установки системы пожаротушения, средства пожарной автоматики, пожарное оборудование, средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарный инструмент, пожарные сигнализация, связь и оповещение. При выборе стоит отдавать предпочтение средствам, которые обеспечивают нейтрализацию или эффективное снижение сразу нескольких опасных и сопутствующих факторов пожара. Результаты выбора приведены в таблице 9.

Таблица 9 – «Технические средства пожарной безопасности»

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [5]
«огнетушители, гидромомпы, ведра, лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна войлочные маты, ломы, пилы, топоры» [5]	«пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители» [5]	«газовая система пожаротушения» [5]	«извещатели и пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; приборы управления пожарные; системы передачи извещений о пожаре» [5]	«клапаны, гидранты, колонки, стволы, рукава, соединительные колонки, гидроэлеваторы» [5]	«противогазы, самоспасатели» [5]	«конусные ведра; ломы; багры с деревянной ручкой; ножницы, резиновые коврики и резиновые боты; полотно; лопаты; тележка; экран защитного действия» [5]	«оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход»» [5]

Кроме технических средств, обеспечивающих пожарную безопасность на участке по выполнению рассматриваемого технологического процесса, используются организационные мероприятия. Разработка данных мероприятий производится на основе соответствующей нормативной документации с учетом класса пожара, опасных и сопутствующих факторов пожара, а также технических особенностей используемого оборудования и средств технологического оснащения. Результаты разработки соответствующих организационных мероприятий приведены в таблице 10.

Таблица 10 – «Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [5]
технологический процесс изготовления ступицы транспортной тележки ОМ9973	«разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [5]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [5]

Представленные в таблице 9 технические средства и в таблице 10 организационные мероприятия позволяют в полной мере обеспечить пожарную безопасность при выполнении спроектированного технологического процесса.

В данном разделе были определены опасные и вредные производственные факторы и риски, возникающие при выполнении технологического процесса, определены источники их возникновения. Разработаны мероприятия по их устранению. Разработаны организационные мероприятия и определены технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность. Разработаны организационно-технические мероприятия позволяющие обеспечить требуемые экологические показатели технологического процесса в соответствии с нормативными значениями.

5 Экономическая эффективность работы

В технологической части работы предложено изменить на операциях 030 и 035 (токарные) оборудование, приспособление и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операции, 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 операциях 030 и 035, 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)» [15, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 420426,68 рубля.

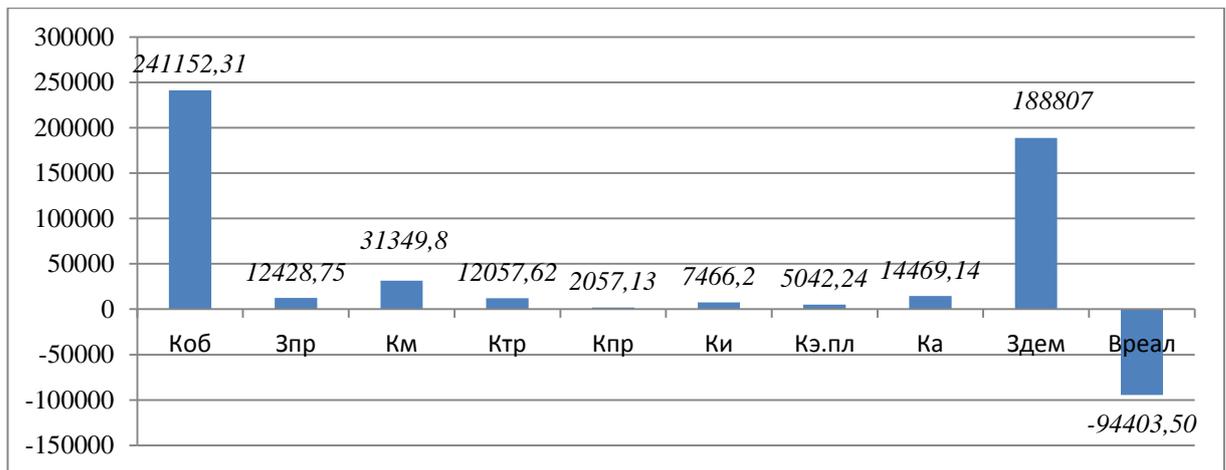


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются две величины:

- затраты на основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), их величина составляет 57,36 % от всей величины капитальных вложений;
- затраты на демонтаж заменяемого оборудования ($Z_{ДЕМ}$), величина которых соответствует 44,91 % от всей величины капитальных вложений.

Величина всех остальных значений не превышают даже 8 %, и находятся в интервале от 0,49 % до 7,46 %. Но не смотря на их относительно не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат изменяющихся технических условий выполнения операций. Речь идет о таких показателях как: приобретение приспособления ($K_{ПР}$), затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), затраты на доставку и монтаж нового оборудования (K_M), затраты на транспортные средства ($K_{ТР}$), затраты на инструмент (K_I), затраты на производственную площадь ($K_{Э.ПЛ}$), затраты на управляющую программу (K_A) и выручку от реализации заменяемого оборудования ($B_{РЕАЛ}$).

На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается

технологическая себестоимость детали «Ступица транспортной тележки», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

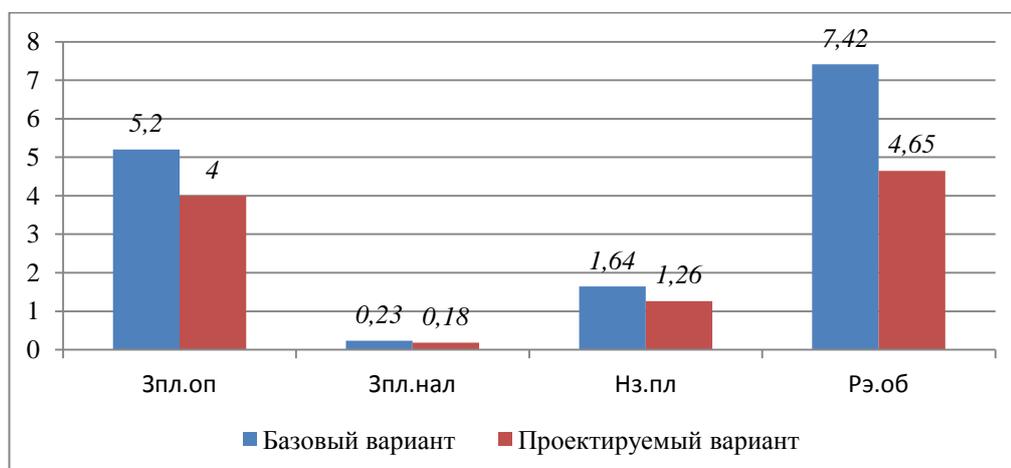


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Ступица транспортной тележки», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 7, 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 и определение разницы в себестоимости между вариантами не окажет.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 51,21 % для базового варианта и 46,09 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;
- заработная плата оператора ($З_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарных станков, доля которой составляет 35,88 % для базового варианта и 39,64 % для проектируемого варианта, в размере технологической

себестоимости.

Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Ступица транспортной тележки» по операциям 030 и 035 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

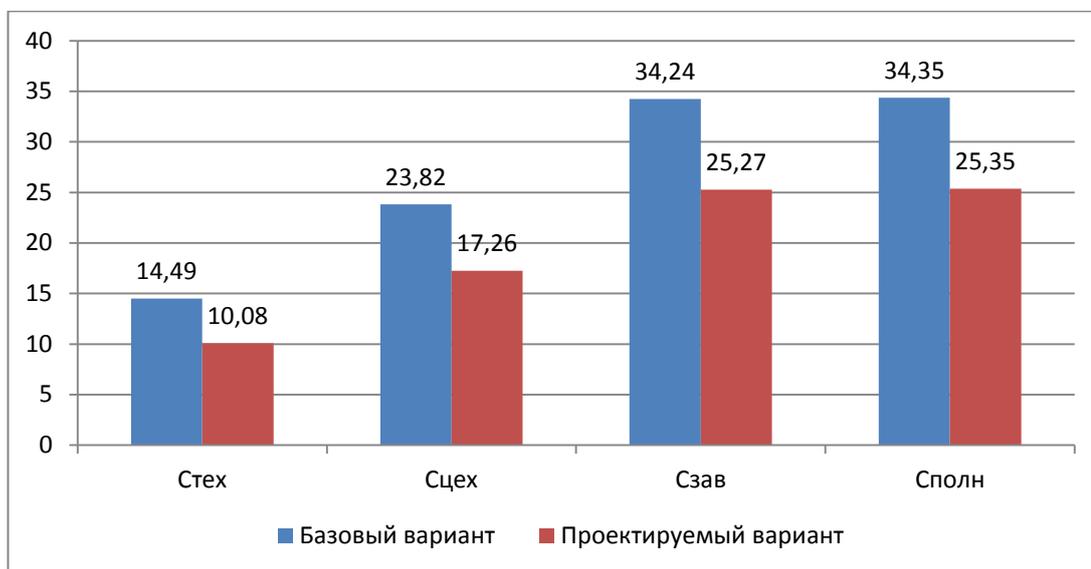


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 34,35 рубля, а для проектируемого варианта 25,35 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 420426,68 рублей, окупятся в течение четырех лет. Такой срок является максимально 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 70280,81 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,17 рублей.

Заключение

Результатом выполнения данной выпускной квалификационной работы стала разработка технологического процесса изготовления ступицы. Данный технологический процесс обеспечит выпуск необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в условиях среднесерийного производства.

Достижение данных результатов было обеспечено путем решения следующих задач. Проанализирована актуальности темы работы и сформулирована ее цель. Проведен комплексный анализ исходных данных, на основе которого поставлены задачи работы и выполняется их дальнейшее решение. Решены задачи технологического характера. В частности решена задача выбора метода получения заготовки на основе экономического сравнения и проведено ее проектирование. Определены припуски на обработку поверхностей с учетом особенностей типа производства. Разработан технологический маршрут и план изготовления детали на основе типовой технологии. Выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование. Решена задача технического совершенствования наиболее проблемной в данном технологическом процессе токарной чистовой операции. Для этого спроектирована оправка с гофрированной втулкой, которая позволила реализовать сложную с точки зрения реализации при данной конструкции детали схему базирования и токарный резец способный полностью заменить более дорогостоящий импортный аналог без потери технических характеристик. Решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса, путем его анализа на соответствие нормам и разработки обеспечивающих их мероприятий. Рассчитаны экономические показатели спроектированного техпроцесса, которые подтвердили правильность принятых технических решений.

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: 25.09.2021).
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: 13.08.2021).
3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
4. 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.
5. 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: 08.10.2021).
6. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
7. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им.

Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 08.08.2021).

9. 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: 19.04.2021).

10. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.int.haascnc.com> (дата обращения: 20.09.2021).

11. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 20.09.2021).

12. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 18.08.2021).

13. Клименков С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА–М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 19.08.2021).

14. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 18.08.2021).

15. 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: 16.10.2021).

16. 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: 19.08.2021).

17. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

18. 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: 12.09.2021).

19. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 18.08.2021).

20. 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: 21.09.2021).

21. 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: 15.08.2021).

22. 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.

23. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной

квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 05.09.2021).

24. 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.

25. 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.

26. 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.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дцбл																				
Взам																				
Подп.																				
Разработал	Пирогов				ТГУ Кафедра ОТМП															
Проверил	Левашкин																			
Утвердил																				
Н. контр.				Ступица																
М01	Чугун СЧ-18 ГОСТ 1412-85																			
М02	Каб	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ							
		166	7,43	1		0,72	41112Х	φ217,8х1325				1	10,32							
А	Цев	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции						Обозначение документа									
Б	Код наименования оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт			
А03	XX XX XX	000	Заготовительная																	
Б04	Литейная машина																			
О5																				
А06	XX XX XX	005	4110 Токарная																	
Б07	381101	Токарный	НААС	GT10	3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1	11						
О 08	Точить поверхности 1, 5, 6, 7, 8, 9, 24, 25, 27 в размер φ69,564 ^{+0,3} , φ110 ^{+0,35} , φ130 ^{+0,4} , φ141,88 ^{+0,4} .																			
О9	φ215 ^{+0,46} , 58,11 ^{+0,3} , 61,28 ^{+0,3} , 101,28 ^{+0,35} , 103,165 ^{+0,35} , 128,24 ^{+0,4} .																			
О 10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный CNMG160612-KR																			
Т11	GC 3210 «Sandvik»; 392190 Резец расточной TNMX 16 04 08-WMX GC 3210 «Sandvik»; 393311																			
Т12	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.																			
Т3																				
А 14	XX XX XX	010	4110 Токарная																	
Б 15	381101	Токарный	НААС	GT10	3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1	0,85						
О 16	Точить поверхности 12, 14, 16, 17, 18, 19 в размер φ100 ^{+0,35} , φ77,84 ^{+0,3} , φ60 ^{+0,3} , 81,96 ^{+0,3} , 86,96 ^{+0,35} .																			
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
0 19	128,24 <i>шт.</i>															
T 20	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный CNMG160612-KR															
T 21	GC 3210 «Sandvik» 392190 Резец расточной TNMX 16 04 08-WMX GC 3210 «Sandvik»; 393311															
T 22	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.															
23																
A 24	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 25	381101 Токарный HAAS GT10					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		1,31
0 26	Точить поверхности 1, 8, 9, 25, 26, 27 в размер $\phi 71,269^{+0,12}$, $\phi 74^{+0,3}$, $\phi 140,72^{+0,16}$, 56,9 $^{+0,12}$, 81,92 $^{+0,11}$.															
0 27	126,96 $^{+0,16}$, 3 $^{+0,1}$.															
T 28	396190 Оправка кулачковая; 392190 Резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF GC3215 "Sandvic";															
T 29	392190 Резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF GC3215 "Sandvic"; 392135 Резец канавочный															
T 30	расточной N123G2-0300-0002-СМ GC 4225 «Sandvik»; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89;															
T 31	393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.															
32																
A 33	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 34	381101 Токарный HAAS GT10					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		0,81
0 35	Точить поверхности 15, 16, 17, 18 в размер $\phi 79,45^{+0,12}$, $\phi 82^{+0,35}$, 81,3 $^{+0,12}$, 125,68 $^{+0,16}$, 3 $^{+0,1}$, 1 $^{+0,1}$ x45°.															
T 36	396190 Оправка кулачковая; 392190 Резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF GC3215 "Sandvic";															
T 37	392190 Резец токарный расточной TNMX 16 04 08-WF GC3215 "Sandvic"; 392135 Резец канавочный															
T 38	расточной N123G2-0300-0002-СМ GC 4225 «Sandvik»; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89;															
T 39	393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.															
40																
A 41	XX XX XX 025 4120 Сверлильная															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
Б 42	381210	Сверлильный с ЧПУ	HAAS VF-13	17335	422 1Р	1	1	1	1	1200	1		0,3
О 43	Сверлить поверхности 2, 4, 10, 13 в размеры $\phi 18^{+0,045}$, $\phi 21^{+0,10}$, $\phi 5,5^{+0,10}$, $\phi 11^{+0,10}$, 52 _{0,3} , 105 _{0,3} , 100 _{0,3}												
О 44	нарезать резьбу поверхность 3 в размер М6 _{0,016}												
Т 45	396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло спиральное R841-1750-30-A1A GC1220 "Sandvik"; 391213												
Т 46	Сверло спиральное R841-0500-30-A1A GC1220 "Sandvik"; 391745 Развертка 830B-EO6D1000H7S12 P10R												
Т 47	"Sandvik"; 391818 Фреза резьбовая GC1630R217.14C045100AC13N GC1630 "Sandvik"; 393450 Нутромер												
Т 48	HM-50 ГОСТ10-88; 393400 Калибр												
49													
А 50	XX XX XX	030	4110	Токарная									
Б 51	381101	Токарный	HAAS GT10	3	18217 422 1Р	1	1	1	1	1200	1	0,94	
О 52	Точить поверхности 8, 9, 25, 27 в размер $\phi 71,949^{+0,032}$, $\phi 140^{+0,1}$, 55 _{0,12} , 80 _{0,11} , 125 _{0,16}												
Т 53	396190 Оправка с зафриванной втулкой; 392190 Резец токарный контурный специальный ВК6;												
Т 54	392190 Резец токарный расточной специальный ВК6; 393121 Скоба рычажная ГОСТ 11098-75; 393450												
Т 55	Нутромер HM-100 ГОСТ10-88;												
56													
А 57	XX XX XX	035	4110	Токарная									
Б 58	381101	Токарный	HAAS GT10	3	18217 422 1Р	1	1	1	1	1200	1	0,69	
О 59	Точить поверхности 17, 18 в размер $\phi 79,949^{+0,03}$, 80 _{0,12}												
Т 60	396190 Оправка с зафриванной втулкой; 392190 Резец токарный контурный специальный ВК6;												
Т 61	392190 Резец токарный расточной специальный ВК6; 393121 Скоба рычажная ГОСТ 11098-75; 393450												
Т 62	Нутромер HM-100 ГОСТ10-88;												
63													
А 64	XX XX XX	040	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	045	Контрольная										
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
МК															

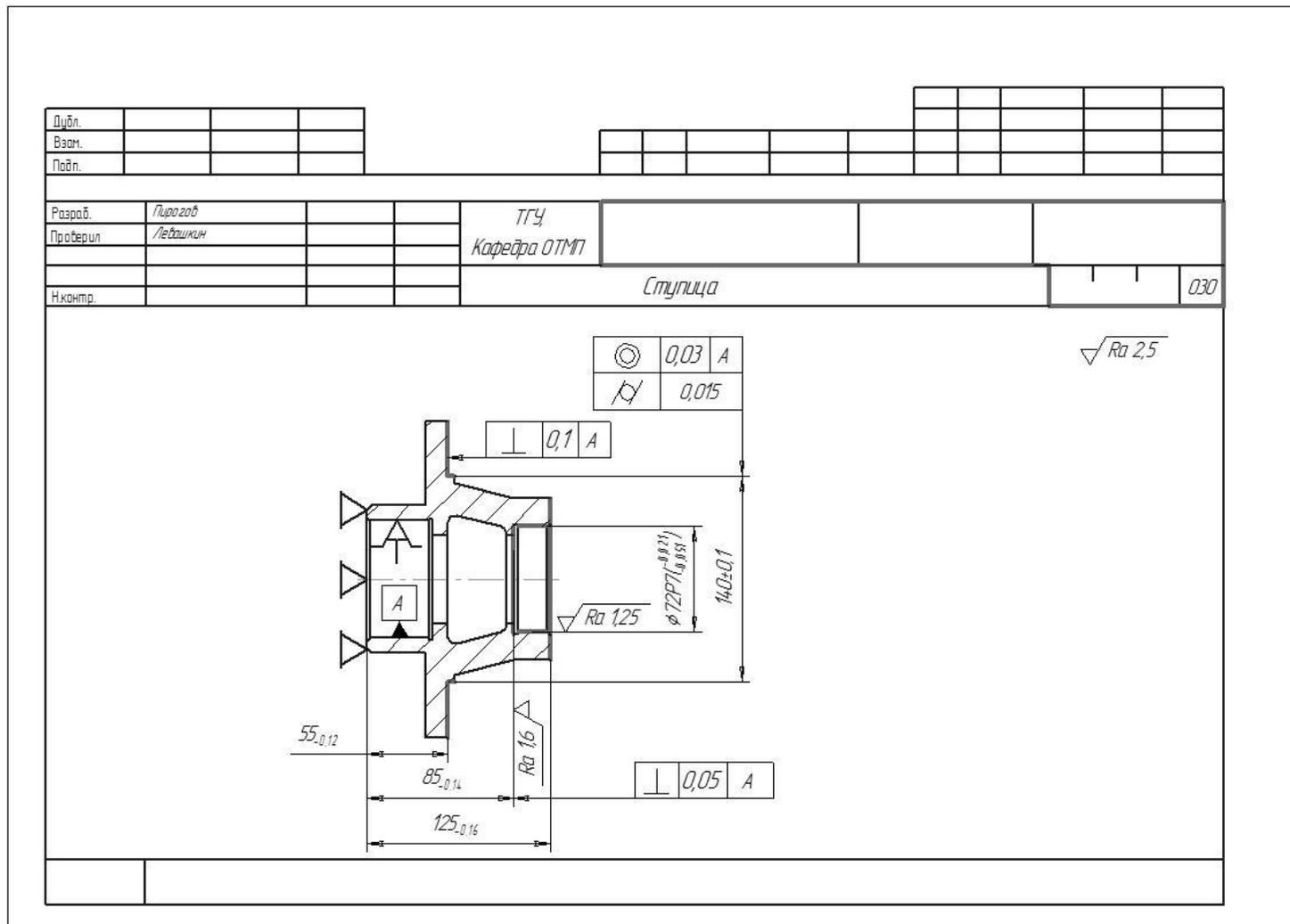
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Пырагов			ТГУ								
Проверил	Ледвешкин			Кафедра ОТМП								
Н.контр.				Ступица					Цех	Уч.	Р.М.	Опер. 025
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Сверлильная		Чугун СЧ-18 ГОСТ 1412-85		HB 140	166	7,43	φ217,8x1325			10,32	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тa	Тb	Тгв	Тшт	срж				
HAAS VF-1				0,21			0,3	Blasocut				
		пн	о или в	l	t	i	s	п	у			
01	1. Установить заготовку											
T 02	396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло спиральное R841-1750-30-A1A GC1220 "Sandvik"; 391213											
T 03	Сверло спиральное R841-0500-30-A1A GC1220 "Sandvik"; 391745 Развертка 830B-E06D1000H7S12 P10R											
T 04	"Sandvik"; 391818 Фреза резьбовая GC1630R217.14C045100AC13N GC1630 "Sandvik".											
0 05	2. Сверлить поверхности 2, 4, 10, 13 нарезать резьбу пов. 3 выдерживая размеры согласно эскиза											
P 06	1					8,75	0,5	2700	150			
P 07	2					2,5	0,2	6300	100			
P 08	3					0,25	1,2	2600	150			
T 09	4					0,5	1,0	5600	80			
10	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
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.	Пирогов			ТГУ								
Проверил	Ледвешкин			Кафедра ОТМП								
Н.контр.				Ступица					Цех	Уч.	Р.М.	Опер. 030
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЭ	КОИД	
Токарная		Чугун СЧ-18 ГОСТ 1412-85		НВ 140	166	7,43	φ217,8x1325			10,32	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _б	Т _{гв}	Т _{шт}	Сож				
НААС 6Т10				0,67			0,94	Blasocut				
		п	и	а	и	л	т	и	с	п	у	
01	1. Установить заготовку											
Т ₀₂	396190 Оправка с зафрезерованной втулкой; 392190 Резец токарный контурный специальный ВК6;											
Т ₀₃	392190 Резец токарный расточной специальный ВК6.											
0 04	2. Точить поверхности 8, 9, 25, 27 выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р ₀₅		1				0,5		0,12	780	530		
Р ₀₆		2				0,5		0,10	1900	450		
07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
08												
09												
10												

