

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

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления ступицы червячного колеса  
привода стола токарно-карусельного станка ДЕКА СА5112А

Студент	<u>В.А. Гнидов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	к.т.н., доцент <u>А.А. Козлов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультант	к.э.н., доцент <u>Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

Тольятти 2021

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает технологический процесс изготовления ступицы червячного колеса привода стола токарно-карусельного станка ДЕКА СА5112А, внедрение которого в производство позволит выпускать необходимое количество деталей при условии обеспечения требуемого качества их изготовления и минимальных затрат на производство.

Работа состоит из введения, пяти взаимосвязанных частей, каждая из которых призвана решить конкретную проблему проектирования и заключения. Во введении производится анализ актуальности выбранной темы, на основе которого формулируется цель данной работы. Первая часть работы содержит общий анализ применимости детали, ее эксплуатационных характеристик, которые необходимо обеспечить при изготовлении, а также производственных условий, в которых будет изготавливаться данная деталь. По результатам чего формулируются задачи данной работы. Вторая часть работы содержит решение технологических задач, что позволит обеспечить эксплуатационные показатели ступицы, а также основные технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса изготовления. Третья часть работы направлена на устранение технических недостатков и совершенствование спроектированного технологического процесса с целью повышения его эффективности и экономических показателей. Четвертая часть работы содержит результаты анализа и разработку мероприятий, направленных на обеспечение безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса. Пятая часть работы направлена на расчет экономических показателей спроектированной технологии изготовления ступицы. В заключении делаются краткие выводы по результатам выполнения работы.

Выпускная квалификационная работа содержит 69 страниц пояснительной записки и 7,5 листов формата А1 графической части.

## 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.....	9
1.4 Задачи работы .....	10
2 Разработка технологии изготовления .....	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки .....	11
2.2 Разработка плана изготовления детали .....	22
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	24
2.4 Проектирование операций технологического процесса .....	26
3 Проектирование специальной технологической оснастки .....	31
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков.....	31
3.2 Проектирование токарного резца .....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	40
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта .....	40
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	41
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	43
5 Экономическая эффективность работы .....	47
Заключение .....	51
Список используемых источников.....	52
Приложение А Технологическая документация.....	56
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	66

## Введение

В ходе технического перевооружения отечественные металлообрабатывающие предприятия нередко отдают предпочтение зарубежному технологическому оборудованию, что связано с более высокими техническими и эксплуатационными характеристиками по сравнению с аналогичным отечественным оборудованием. Кроме того, ряд позиций вообще не выпускается отечественным станкостроением. В результате чего доля эксплуатируемого импортного оборудования на отечественных производствах достаточно велика.

В последнее время, в связи с экономическими проблемами, многие зарубежные фирмы перестали поставлять или значительно затягивают поставки необходимых для текущего и капитального ремонта узлов, агрегатов и запасных частей. Данное обстоятельство приводит к необходимости их импортозамещения. Для этого необходимо разработать соответствующие технологические процессы.

В данной работе рассматривается проектирование технологического процесса изготовления ступицы червячного колеса, которое является частью привода стола токарно-карусельного станка ДЕКА СА5112А. К проектируемому технологическому процессу предъявляется ряд основных требований. К ним относятся обеспечение выпуска всей годовой программы в указанные сроки, обеспечение эксплуатационных характеристик детали, которые зависят от качества ее изготовления и минимальная стоимость изготовления.

Из сказанного следует, что цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологии изготовления ступицы червячного колеса, которая обеспечит выпуск необходимого количества деталей при условии обеспечения требуемого качества их изготовления и минимальных затрат на производство.

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

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

В конструкции узла ступица играет ключевую роль, так как именно ступица обеспечивает передачу рабочего крутящего момента от вала привода на бандаж, имеющий зацепление с исполнительным механизмом. Для восприятия крутящего момента от привода на ступице имеются внутренние шлицы на осевом отверстии. Дальнейшая передача момента на бандаж производится при помощи наружных цилиндрических поверхностей, которыми ступица и бандаж соединяются при помощи винтов и посадки с натягом, что обеспечивает необходимые эксплуатационные характеристики.

Эксплуатация рассматриваемой ступицы производится в составе токарно-карусельного станка, поэтому условия эксплуатации зависят не только от функционального назначения детали, но и от условий эксплуатации всего станка в целом.

Величина предельного крутящего момента, воздействующего на деталь в процессе эксплуатации, зависит от обрабатываемого на станке материала, используемых режимов резания и других технологических характеристик процесса обработки. Как правило, она оговаривается техническими характеристиками станка и учитывается в ходе проектирования технологических операций. Превышение предельного крутящего момента возможно только в случае ошибки, допущенной в ходе проектирования технологической операции.

Температурный режим работы детали также зависит от условий работы оборудования и наличия смазки в зоне контакта трущихся поверхностей. Данные характеристики оговариваются в паспорте станка и должны соблюдаться в ходе эксплуатации оборудования. Как правило, эксплуатация данных станков производится в закрытых помещениях при нормальной

температуре. Наличие смазки и система ее подачи закладываются конструктором в ходе проектирования узла.

Влияние различных внешних агрессивных факторов на данную деталь возникающих в ходе эксплуатации станка, таких как смазочно-охлаждающая жидкость, металлическая стружка, повышенная температура в зоне резания и ряда других, отсутствует, так как ступица работает в закрытом корпусе и надежно защищена

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что условия эксплуатации ступицы полностью соответствуют ее функциональному назначению. В целом их можно охарактеризовать как умеренно агрессивные, что говорит об отсутствии необходимости применения в конструкции детали труднообрабатываемых сплавов и особо точных поверхностей, что привело бы к необходимости применения специальных и дорогих методов обработки.

## **1.2 Анализ технологических показателей детали**

Технологические показатели для оценки рассматриваемой детали, согласно рекомендациям [1], 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 сталь 40ХЛ ГОСТ 977-75. Химический состав стали по данным [25]: углерод от 0,35% до 0,45%, хром от 0,8% до 1,1%, марганец от 0,4% до 0,9%, кремний от 0,2% до 0,4%, сера не более 0,04%, фосфор не более 0,04%, медь не более 0,3%, железо весь оставшийся процентный состав. Физико-механические свойства данной стали по данным [25]: предел текучести 590 МПа, предел прочности при растяжении 690 МПа, относительное удлинение после разрыва 7%,

относительное сужение 60%, твердость по Бринеллю от 180 до 200 единиц.

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 [3] в соответствии с которыми коэффициенты обрабатываемости твердосплавным инструментом и быстрорежущим инструментом составляют 0,8 и 0,7 соответственно. 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 [12] 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 [11]. 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 [11]. Отметим, что в данном случае следует рассмотреть поверхности не только ступицы, но и бандажа, то есть всего червячного колеса в сборе. Это связано с тем, что финишные операции механической обработки ступицы необходимо производить после соединения ее с бандажом с целью обеспечения точности работы механизма в целом и его эксплуатационных характеристик.

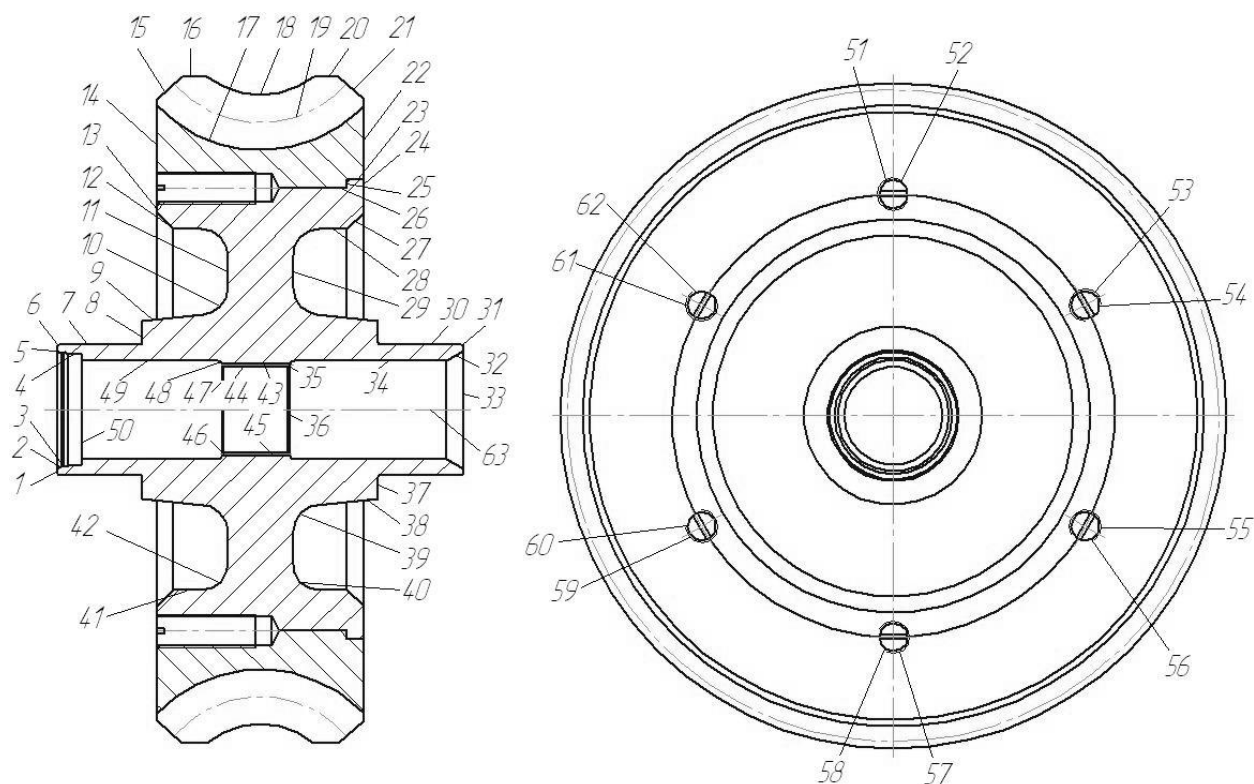


Рисунок 1 – Эскиз ступицы

К основным конструкторским базам относятся поверхности 7, 8, 30. К вспомогательным конструкторским базам относятся поверхности 4, 5, 25, 26, 37. К исполнительным поверхностям относятся поверхности 19, 45. Все оставшиеся поверхности относятся к свободным.

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. Также деталь симметрична в осевом направлении. 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 [11]. 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**

Проведение данного этапа проектирования основано на знании типа производства. Для его определения используем упрощенную методику, которая позволяет определить тип с достаточной для начальной стадии проектирования точностью [10]. В соответствии с данной методикой при годовом объеме выпуска деталей 2000 штук и их массе 37,91 кг тип производства соответствует среднесерийному.

Исходя из серийности выпуска, определяются наиболее подходящие для изготовления данной детали организационно-технические характеристики производства, подробно описанные в литературе [10].

Ключевыми особенностями среднесерийного типа производства являются: непоточная форма организации технологического процесса, использование гибкого быстропереналаживаемого серийно выпускаемого оборудования, использование стандартных и универсальных средств технологического оснащения, использование при проектировании технологии изготовления типовых технологических процессов, применение упрощенных методик определения припусков на обработку и режимов резания на технологических операциях, применение расчетно-аналитического метода нормирования технологических операций, оформление технологического процесса в виде маршрутно-операционной технологии и ряд других. Учет все данные особенности в ходе дальнейшего проектирования и совершенствования технологического процесса изготовления ступицы.

#### **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. 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.

## 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 [6]:

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

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» [6].

Стоимость получения одного кг заготовок, получаемых методами литья, с достаточной для предварительного проектирования точностью можно определить по формуле:

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

где  $i$  – индекс метода получения отливки;

$C_{OT}$  – 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;

$h_{II}$  – коэффициент программы выпуска» [6].

Значение индекса метода получения отливки принимаем равным 1 для метода получения литьем в землю и 2 для метода получения литьем в кокиль.

$$C_{ЗАГ\ 1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ р.}$$

Масса заготовки с достаточной для данной стадии проектирования точностью может быть определена упрощенно по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_P, \quad (3)$$

где  $K_P$  – коэффициент метода получения и формы заготовки.

После проведения определения припусков, напусков и проектирования заготовки ее массу следует уточнить и при значительных отклонениях от расчетных значений произвести перерасчет.

Масса детали определяется по формуле:

$$q = V \cdot \rho, \quad (4)$$

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

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

Производим расчет массы детали.

$$q = \left(\frac{\pi}{4}\right) (0,27^2 \cdot 0,116 + 0,28^2 \cdot 0,01 + 0,08^2 \cdot 0,052 \cdot 2 + 0,108^2 \times$$

$$\times 0,018 - 0,06^2 \cdot 0,107 - 0,06^2 \cdot 0,085 - 0,068^2 \cdot 0,015 - (0,22^2 - 0,108^2) \cdot 0,043 \cdot 2) \cdot 0,785 = 37,91 \text{ кг.}$$

Зная массу детали по формуле (3) определяем массу заготовки для каждого из сравниваемых методов литья.

$$Q_1 = 37,91 \cdot 1,2 = 45,49 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 37,91 \cdot 1,15 = 43,6 \text{ кг.}$$

Стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой определяется по формуле:

$$\ll C_{\text{МЕХ}i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (5)$$

где  $C_C$  – приведенные затраты, руб.;

$C_K$  – приведенные капитальные вложения, руб.;

$E_H$  – коэффициент эффективности капитальных вложений» [6].

В данном случае стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой будет равна для обоих методов получения обработки, так как для обработки используются родственные методы.

$$C_{\text{МЕХ}1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Полученные данные подставляем в формулу (1) и производим соответствующие расчеты для каждого из методов литья.

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 45,49 + 4,6 \cdot (45,49 - 37,91) - 1,4 \cdot (45,49 - 37,91) = 2311,49 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 43,6 + 4,6 \cdot (43,6 - 37,91) - 1,4 \cdot (43,6 - 37,91) = 2210,42 \text{ р.}$$

Как видно из расчетов литье в кокиль в данном случае более эффективный метод получения заготовки. При этом условная экономия по сравнению с методом получения заготовки литьем в землю составит:

$$\mathcal{E} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N, \quad (6)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

В результате получаем следующее значение условной экономии.

$$\mathcal{E} = (2311,49 - 2210,42) \cdot 2000 = 202140 \text{ р.}$$

Как видно из расчетов экономия достаточно значительная, что говорит о правильности принятого решения использовать для получения заготовки метод литья в кокиль.

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 [16].

Поверхности 1 и 33 являются торцевыми, имеют плоскую форму, квалитет точности 11 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть.

Поверхности 2 и 32 являются технологическими базами, имеют коническую форму, квалитет точности 9 и шероховатость 3,2 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть сверлению и шлифованию.

Поверхности 3, 4, 5, 13, 14, 22, 24 имеют цилиндрическую форму, квалитет точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть черновому точению.

Поверхности 6, 15, 16, 20, 21, 31 являются фасками, имеют коническую форму, квалитет точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть чистовому точению.

Поверхности 7, 30 являются основными конструкторскими базами,

имеют цилиндрическую форму, качество точности 6 и шероховатость 0,63 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть черновому и чистовому точению, термической обработке, черновому и чистовому шлифованию.

Поверхности 8, 37 являются основными конструкторскими базами, имеют плоскую форму, качество точности 10 и шероховатость 1,25 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть черновому и чистовому точению, термической обработке, черновому и чистовому шлифованию.

Поверхности 9 и 38 являются свободными, имеют плоскую форму, качество точности 14 и шероховатость 200 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности подвергать механической обработке не нужно.

Поверхности 10, 11, 29, 39 являются свободными, имеют коническую форму, качество точности 14 и шероховатость 200 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности подвергать механической обработке не нужно.

Поверхности 12, 27, 35, 46 являются внутренними фасками, имеют коническую форму, качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть черновому точению.

Поверхность 17 имеет плоскую форму, качество точности 10 и шероховатость 6,3 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть зубофрезерованию.

Поверхность 18 имеет цилиндрическую форму, качество точности 10 и шероховатость 3,2 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть черновому точению.

Поверхность 19 имеет форму эвольвенты, степень точности 8 и шероховатость 2,5 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть черновому и чистовому

зубофрезерованию.

Поверхность 23 имеет цилиндрическую форму, качество точности 11 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть черновому точению.

Поверхность 25 имеет плоскую форму, качество точности 10 и шероховатость 1,25 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть черновому, чистовому и тонкому точению.

Поверхность 25 имеет цилиндрическую форму, качество точности 6 и шероховатость 0,63 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть черновому, чистовому и тонкому точению.

Поверхности 28 и 41 являются свободными внутренними, имеют цилиндрическую форму, качество точности 14 и шероховатость 200 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности подвергать механической обработке не нужно.

Поверхности 34, 49 являются внутренними, имеют цилиндрическую форму, качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть черновому точению.

Поверхности 36, 47, 48, 50 являются внутренними, имеют плоскую форму, качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть черновому точению.

Поверхности 40 и 42 являются свободными внутренними, имеют плоскую форму, качество точности 14 и шероховатость 200 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности подвергать механической обработке не нужно.

Поверхность 43 является внутренней, имеет цилиндрическую форму, качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных



параметров данную поверхность необходимо подвергнуть протягиванию и термической обработке.

Поверхность 44 является внутренней, имеет цилиндрическую форму, качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть черновому точению и термической обработке.

Поверхность 45 является внутренней, имеет форму эвольвенты, степень точности 9 и шероховатость 2,5 мкм. Для достижения заданных параметров данную поверхность необходимо подвергнуть протягиванию и термической обработке.

Поверхности 23, 51, 55, 57, 59, 61 являются внутренними резьбовыми, степень точности 10 и шероховатость 6,3 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть резбонарезанию.

Поверхности 52, 54, 56, 58, 60, 62 являются внутренними, имеют цилиндрическую форму, качество точности 10 и шероховатость 6,3 мкм. Для достижения заданных параметров данные поверхности необходимо подвергнуть сверлению.

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  $80k6^{(+0,021/+0,002)}$ .

Для определения минимальных значений припусков для каждого технологического перехода, согласно принятой методике расчета, используется выражение:

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

«где  $a$  – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешности установки заготовки на операции, мм;

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [21].

Производим расчеты по переходам.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,075^2 + 0,025^2} = 0,438 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_{то}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,282 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,012^2 + 0,012^2} = 0,167 \text{ мм.}$$

Для определения максимальных значений припусков для каждого технологического перехода, согласно принятой методике расчета, используется выражение:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (8)$$

«где  $Td_i$  – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

$Td_{i-1}$  – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [21].

Производим расчеты по переходам.

$$\begin{aligned} \ll z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (1,2 + 0,30) = \\ &= 1,351 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,438 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = \\ &= 0,648 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{то} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,046) = \\ &= 0,385 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} &= z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,167 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,019) = \\ &= 0,200 \text{ мм} \gg [21]. \end{aligned}$$

Для определения средних значений припусков для каждого

технологического перехода, согласно принятой методике расчета, используется выражение:

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

$$\ll z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,351 + 0,601) = 0,976 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,648 + 0,438) = 0,543 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,385 + 0,282) = 0,334 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,200 + 0,167) = 0,184 \text{ мм} \gg [21].$$

Зная значения операционных припусков для каждого технологического перехода необходимо определить операционные размеры.

Минимальный диаметр для каждого технологического перехода определяется по формуле:

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

Максимальный диаметр для каждого технологического перехода определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11)$$

Средний диаметр для каждого технологического перехода определяется по формуле:

$$d_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (12)$$

Минимальный диаметр для перехода термической обработки не может быть рассчитан по формуле (10). Это объясняется тем, что на данном переходе отсутствует снятие с поверхности слоя материала, однако при этом

происходят превращения аустенита в мартенсит, что влияет на геометрические размеры заготовки. Для расчета минимального диаметра в данном случае используется формула:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (13)$$

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

$$d_{4min} = 80,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 80,021 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (80,021 + 80,002) = 80,012 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 80,002 + 2 \cdot 0,167 = 80,336 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 80,336 + 0,046 = 80,382 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (80,382 + 80,336) = 80,359 \text{ мм.}$$

$$d_{то min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 80,336 + 2 \cdot 0,282 = 80,900 \text{ мм.}$$

$$d_{то max} = d_{то min} + Td_{то} = 80,900 + 0,160 = 81,060 \text{ мм.}$$

$$d_{то cp} = 0,5 \cdot (d_{то max} + d_{то min}) = 0,5 \cdot (81,060 + 80,900) = \\ = 80,980 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{то min} \cdot 0,999 = 81,060 \cdot 0,999 = 81,004 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 81,004 + 0,120 = 81,124 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (81,124 + 81,004) = 81,064 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 81,004 + 2 \cdot 0,438 = 81,880 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 81,880 + 0,300 = 82,180 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (82,180 + 81,880) = 82,030 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 81,880 + 2 \cdot 0,601 = 83,082 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 83,082 + 1,200 = 84,282 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (84,282 + 83,082) = 83,682 \text{ мм.}$$

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 1.

Таблица 1 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Метод обработки	Значение минимального припуска, мм	Значение максимального припуска, мм	Значение среднего припуска, мм
1, 33	фрезерование	2,0	3,89	2,95
8, 37	точение черновое	2,0	3,43	2,715
	точение чистовое	1,0	1,323	1,162
	шлифование	0,5	0,629	0,565
	шлифование чистовое	0,1	0,172	0,136
25	точение чистовое	1,0	1,21	1,105
	точение тонкое	0,5	0,62	0,56
26	точение черновое	0,75	1,27	1,01
	точение чистовое	0,125	0,49	0,308
	точение тонкое	0,07	0,191	0,131
19	фрезерование чистовое	2,4	2,483	2,442

Далее для проектирования заготовки необходимо определить напуски и допуски на размеры, которые зависят от ее характеристик, определяемых по данным [8]. В данном случае имеем следующие значения: 8 класс точности массы, 9 класс размерной точности, 12 степень точности поверхности, 6 ряд припусков, 7 степень коробления, дефекты формы сдвиг не более 0,8 мм, эксцентricность отверстий не более 0,8 мм.

Используя данные значения, определяем допуски на размеры заготовки, а также вычерчиваем ее контур. 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 [24]. 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. Следует учитывать наличие термической операции, что приводит к необходимости разделения технологических операций на лезвийные и шлифовальные операции. Лезвийные операции необходимо выполнить до термической обработки, шлифовальные после. Как отмечалось в ходе оценки технологичности конструкции детали, для обеспечения эксплуатационных характеристик всего червячного колеса в целом, перед окончательной обработкой необходимо выполнить предварительную сборку ступицы и бандажа. Сформированный технологический маршрут обработки ступицы представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Технологический маршрут

Наименование операции	Переход	Номера поверхностей
005 Фрезерноцентровальная	фрезерование	1, 32
005 Фрезерноцентровальная	сверление	2, 33
010 Токарная	точение	23, 24, 27, 30, 37
015 Токарная	точение	7, 8, 12, 13, 25, 26
020 Токарная	точение	34, 35, 36, 44
025 Токарная	точение	43, 4, 5, 46, 47, 48, 49, 50
030 Протяжная	протягивание	43, 45
035 Токарная	точение	30, 31
040 Токарная	точение	6, 7, 8, 25, 26

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Переход	Номера поверхностей
045 Токарная	точение	25, 26
050 Сборочная	сборка	
055 Сверлильная	сверление, нарезание резьбы	51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62
060 Слесарная	сборка	
065 Токарная	точение	15, 16, 18, 20, 21
070 Зубофрезерная	зубофрезерование	17, 19
075 Зубофрезерная	зубофрезерование	19
080 Термическая	термообработка	7, 8, 30, 37, 43, 44, 45
085 Центрошлифовальная	шлифование	2, 32
090 Торцекруглошлифовальная	шлифование	7, 8, 30, 37
095 Торцекруглошлифовальная	шлифование	7, 8, 30, 37
100 Моечная	мойка	все
105 Контрольная	контроль	все

Также для формирования плана изготовления требуется определить используемое на операциях оборудование, разработать схемы базирования для каждой операции, проставить операционные размеры, определить технические требования для выполнения операций.

Оборудование для выполнения операций техпроцесса будет выбрано далее, поэтому здесь на данном вопросе подробно останавливаться не будем.

При разработке схем базирования необходимо обеспечить принципы единства баз и их постоянства [3], что позволит минимизировать погрешности и снизить припуски при обработке. Желательно использование типовых схем базирования, что упростит их реализацию.

Простановка операционных размеров зависит от используемого оборудования и принятых схем базирования [16].

Определение технических требований производится согласно статистическим данным в зависимости от применяемого метода обработки, оборудования и номинального размера обрабатываемой поверхности [16]. При этом должны учитываться погрешности вызванные несоблюдением принципов базирования.

Графическое отображение плана изготовления, сформированное в соответствии с требованиями [24], представлено на соответствующих листах графической части работы. Также результаты проектирования плана изготовления отражены в маршрутной карте технологического процесса, 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 [2]. 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 3 приведены результаты выбора оборудования и средств технологического оснащения, определенные на основе справочных данных и каталогов фирм-изготовителей [5, 13, 14, 18, 22].



Таблица 3 – Оборудование и средства технологического оснащения

Номер операции	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
005	фрезерно-центровальный 2982-04	тиски самоцентрирующие специальные	фреза ГОСТ 9473-80, зенковка	штангенциркуль ГОСТ160-80, калибр
010	токарный NL634S	патрон ГОСТ 24351-80	резец контурный специальный, резец расточной	штангенциркуль ГОСТ160-80
015	токарный NL634S	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец контурный специальный, резец расточной	штангенциркуль ГОСТ160-80
020	токарный NL634S	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец расточной	нутромер ГОСТ160-80
025	токарный NL634S	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец расточной	нутромер ГОСТ160-80
030	горизонтально-протяжной 7A523	опора сферическая	протяжка шлицевая ГОСТ 25161-82	калибры
035	токарный NL634S	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	резец контурный ГОСТ18879-73	микрометр ГОСТ 6507-78
040	токарный NL634S	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	резец контурный ГОСТ18879-73	микрометр ГОСТ 6507-78
045	токарный NL634S	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	резец контурный ГОСТ18879-73	микрометр ГОСТ 6507-78
050		приспособление специальное		
055	вертикально-сверлильный M4HS	патрон цанговый	сверло ГОСТ10902-77, метчик M20 ГОСТ3266-81	калибр
060		приспособление специальное	гайковерт	
065	токарный NL634S	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	резец контурный ГОСТ18879-73	микрометр ГОСТ 6507-78, калибр
070	зубофрезерный 53A50MФ6	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	фреза червячная ГОСТ5392-80	калибр

Продолжение таблицы 3

Номер операции	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
075	зубофрезерный 53A50MФ6	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	фреза червячная ГОСТ5392-80	калибр
080				
085	центрошлифовальный ZSM5100	тиски самоцентрирующие специальные	головка алмазная АГК ГОСТ2447-82	калибр
090	торцекруглошлифовальный GA-3535CNC	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	круг шлифовальный 1 500x50x305 23A 46 M 6 V 30м/с 1 А	скоба рычажная ГОСТ 160-80
095	торцекруглошлифовальный GA-3535CNC	патрон поводковый ГОСТ 2572-72	круг шлифовальный 1 500x50x305 24A 80 M 5 V5 30м/с 1 А	скоба рычажная ГОСТ 160-80
100	моечная машина			
105	контрольный стол			средства комплексного контроля

В приложениях А и Б представлены маршрутная карта и операционные карты, которые содержат все представленные в таблице 3 сведения по выбору оборудования и средств технологического оснащения в соответствующем нормативной документации виде. Анализ сведений из таблицы 3 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 [17]. 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. «Далее рассчитывается скорость резания. Для этого используется формула:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (14)$$

где  $V_T$  – скорость резания справочная, м/мин;

$K_1$  – коэффициент характеристик обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент характеристик инструментального материала;

$K_3$  – коэффициент характеристик вида обработки» [17].

Исходя из величины расчетной скорости резания, рассчитывается частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (15)$$

где  $D$  – номинальный диаметр, мм.

Далее по паспорту станка данная расчетная величина корректируется.

Значения режимов резания приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения режимов резания

Операция	Номер перехода	Подача на оборот шпинделя, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин
005	1	79	250	79
	2	6	36	6
010	1	0,4	281	320
	2	0,32	231	320

Продолжение таблицы 4

Операция	Номер перехода	Подача на оборот шпинделя, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин
015	1	0,4	281	320
	2	0,32	231	320
020	1	0,25	151	800
025	1	0,25	151	800
	2	0,1	139	630
030	1	0,06	2	
035	1	0,25	300	1200
040	1	0,25	300	1200
045	1	0,1	316	1200
055	1	0,1	38	630
	2	1,5	6	100
065	1	0,15	314	1200
070	1	2,0	30	250
075	1	1,5	40	320
085	1	0,005	15	300
090	1	0,006	24	300
	2	0,006	24	300
095	1	0,002	30	300
	2	0,002	30	300

Нормирование технологических операций заключается в определении времени их выполнения. В условиях среднесерийного производства для этого рекомендуется использовать расчетно-аналитический метод [17]. В соответствии с данным методом сначала необходимо определить длину рабочего хода при выполнении операции. Для этого используется формула:

$$\llcorner L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (16)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм.;

$l_{\text{рез}}$  – длина резания, мм.;

$l_2$  – длина перебега, мм» [17].

«Исходя из длины рабочего хода, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (17)$$

где  $S$  – подача, мм/об» [17].

Далее определяется штучное время путем добавления к основному вспомогательного. Результаты нормирования технологических операций приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты нормирования технологических операций

Операция	Номер перехода	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	1	60	0,32	1,93
	2	3	0,81	
010	1	220	1,72	2,64
	2	12	0,12	
015	1	220	1,72	2,64
	2	12	0,12	
020	1	108	0,54	1,34
025	1	106	0,53	1,38
	2	3	0,05	
030	1	247,5	0,2	1,0
035	1	68	0,23	1,03
040	1	186	0,62	1,42
045	1	123	1,25	2,05
055	1	432	6,85	10,13
	2	372	2,48	
065	1	163	0,9	1,7
070	1	980	1,96	2,76
075	1	158	0,39	1,19
085	1	2,5	0,35	1,15
090	1	0,834	0,66	2,12
	2	0,834	0,66	
095	1	0,684	1,24	3,28
	2	0,684	1,24	

В приложениях А и Б представлены маршрутная карта и операционные карты, которые содержат все представленные в таблицах 4 и 5 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. На данных наладках изображены эскизы выполнения операций, отражающие их структуру. Схемы рабочих ходов инструментов по переходам. Схема закрепления заготовок с указанием на них используемых станочных приспособлений. Схемы настройки инструментов, с указанием на них используемых инструментов. Операционные режимы резания и результаты нормирования операций.

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 Проектирование специальной технологической оснастки**

#### **3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков**

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 005 фрезерно-центровальной операции для закрепления универсально-сборного приспособления, основными элементами которого являются призмы, упор и прихват. Данное приспособление не обеспечивает оптимальной схемы базирования с центрированием по оси, что вносит дополнительную погрешность, 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 [4, 9, 23].

Проанализировав, представленный на рисунке 2 операционный эскиз принимаем решение использовать в качестве установочных элементов призмы, одновременно сходящиеся к центру с двух сторон к каждой из базовых поверхностей. Такое решение позволит не только, реализовать необходимую схему базирования, но и обеспечит надежное закрепление заготовки. Для реализации базирования заготовки в осевом направлении будем использовать упор. Механизацию процесса закрепления реализуем путем применения в его конструкции силового привода с рычажным зажимным механизмом, как наиболее рациональным в данном случае [4].

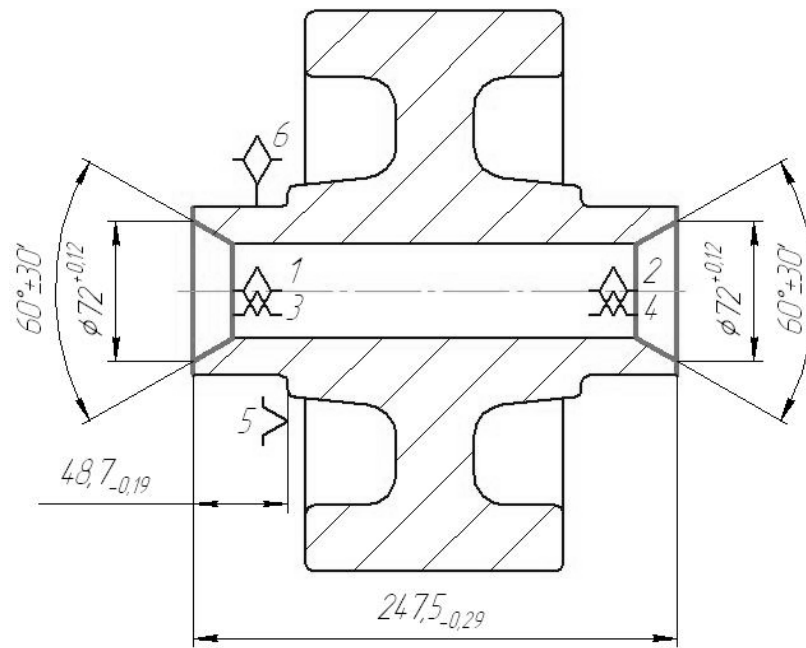


Рисунок 2 – Эскиз фрезерно-центральной операции

Выполнение силового расчета зажимного механизма основано на схеме распределения сил закрепления и резания, представленной на рисунке 3.

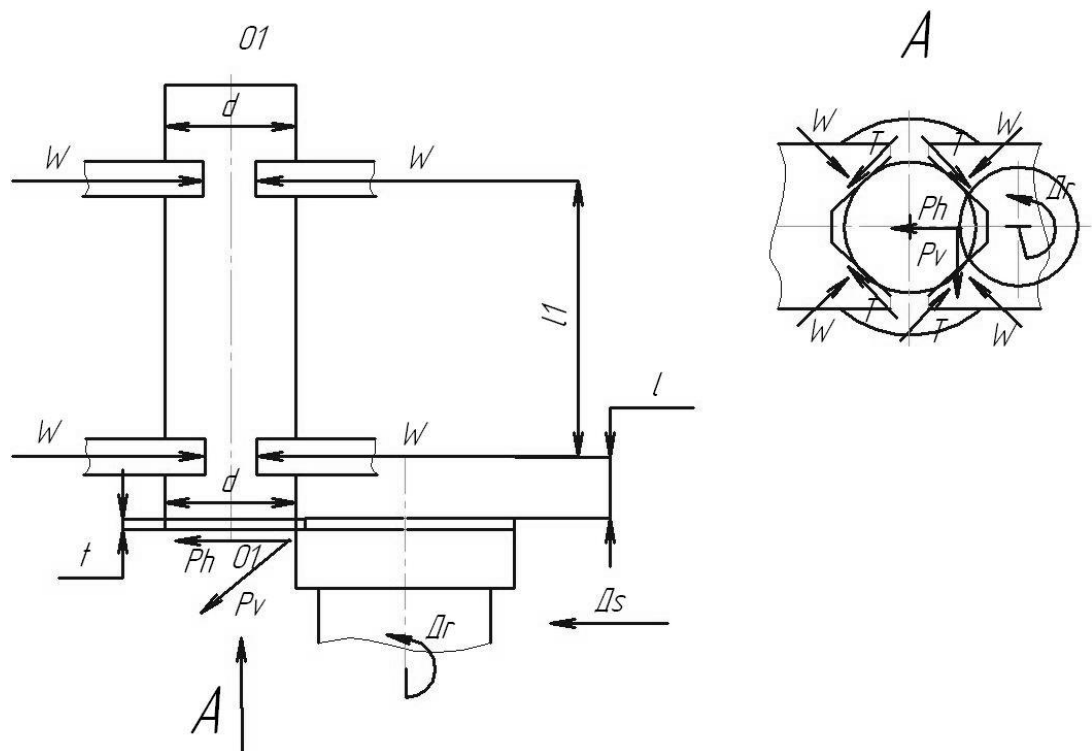


Рисунок 3 – Схема распределения сил закрепления и резания



Определяем силы резания, возникающие в ходе выполнения операции. Данная операция состоит из двух технологических переходов фрезерования торцов и зенкование фасок под установку в центра. Определение сил резания для обоих переходов определяем по данным [21].

Получаем следующие результаты. Для перехода фрезерования торцов: главная составляющая силы резания  $P_z$  равна 948,74 Н, радиальная составляющая силы резания  $P_y$  равна 901,3 Н, горизонтальная составляющая силы резания  $P_h$  равна 379,5 Н, вертикальная составляющая силы резания  $P_v$  равна 853,87 Н. Для перехода зенкования: крутящий момент от силы резания  $M_{кр}$  равен 68,95 Н·м, осевая составляющая силы резания  $P_o$  равна 193 Н.

Как видно из расчета сил резания, силы, возникающие при фрезеровании торцов значительно больше, чем силы, возникающие при зенковании фасок, поэтому силовой расчет привода будем вести по данному переходу.

В ходе обработки составляющая силы резания  $P_h$  создает момент равный:

$$M_p = P_h \cdot l, \quad (18)$$

где  $l$  – плечо, определяемое по схеме на рисунке 3, мм.

Для нахождения системы в равновесии необходимо приложить момент закрепления равный:

$$M_3 = W \cdot l_1, \quad (19)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$l_1$  – плечо, определяемое по схеме на рисунке 3, мм.

Из условия равновесия системы выводим уравнение для расчета усилия закрепления:

$$W = \frac{P_h \cdot l \cdot K}{l_1}, \quad (20)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$W = \frac{379,5 \cdot 10}{150} \cdot 2,2 = 56 \text{ Н.}$$

Аналогично составляющая силы резания  $P_v$  в процессе обработки создает момент, который равен:

$$M_p = \frac{P_v \cdot d_o}{2}, \quad (21)$$

где  $d_o$  – диаметр обрабатываемого торца, мм.

В данном случае момент закрепления равен:

$$M_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (22)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей призмы и заготовки;

$d_3$  – диаметр закрепления, мм.

Из условия равновесия системы выводим уравнение для расчета усилия закрепления:

$$W = \frac{P_v \cdot d_o \cdot K}{8 \cdot f \cdot d_3}. \quad (23)$$

$$W = \frac{853,87 \cdot 68 \cdot 2,2}{8 \cdot 0,16 \cdot 80} = 1248 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты ведем по наибольшему из этих двух полученных требуемых усилий закрепления, то есть 1248 Н.

Расчетное усилие закрепления следует скорректировать исходя из формы зажимных элементов приспособления. В данном случае это призматические губки, поэтому усилие рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{изм}} = \frac{W}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (24)$$

где « $\alpha$  – угол призм, град» [9].

$$W_{\text{изм}} = \frac{1248}{\sin 45^\circ} = 1766 \text{ Н.}$$

Данное значение также не будет окончательным, так как в направляющих призм в процессе работы механизма возникает трение, влияние которого учитывается формулой:

$$W_1 = \frac{W_{\text{изм}}}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (25)$$

где  $l$  – вылет призмы, мм;

$H$  – длина направляющих призмы, мм;

$f_1$  – коэффициент трения в направляющих призмы» [9].

$$W_1 = \frac{1766}{1 - \frac{3 \cdot 60}{120} \cdot 0,1} = 2078 \text{ Н.}$$

Конструктивной особенностью данного приспособления, обеспечивающего центрирование заготовки, является необходимость применения двух ползушек, по одной с каждой из сторон. Тогда силовой привод должен развивать усилие равное:

$$Q = 2 \cdot W_1. \quad (26)$$

$$Q = 2 \cdot 2078 = 4156 \text{ Н.}$$

Величина усилия значительная, поэтому принимаем решение для его создания использовать гидравлический привод. Такое решение позволит снизить габариты привода, что упростит его встраивание в конструкцию приспособления. Также данный вид приводов стабильно поддерживает необходимое давление в системе. Основной характеристикой привода, которую необходимо рассчитать является диаметр поршня, рассчитываемый

по формуле:

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

где  $P$  – давление масла в гидросистеме, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4156}{1} + 30^2} = 96 \text{ мм.}$$

Для облегчения конструирования привода и удешевления его производства принимаем ближайшее большее значение из стандартного ряда номинальных значений диаметров равное 100 мм.

Следующим этапом проектирования приспособления является определение необходимой точности его элементов исходя из требуемой точности, которую должно обеспечить приспособление. Для этого используется выражение:

$$\langle \varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (28)$$

где  $T$  – допуск обрабатываемого размера, мм;

$K_T$  – коэффициент поля рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$K_{T1}$  – коэффициент уменьшения погрешности базирования при работе на настроенном оборудовании;

$\varepsilon_0$  – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_y$  – погрешность установки, мм;

$\varepsilon_{\text{и}}$  – погрешность от износа установочных элементов, мм;

$K_{T2}$  – коэффициент, учитывающий вклад погрешности обработки в суммарную погрешность;

$\omega$  – экономически эффективная точность обработки, мм» [23].

Проводим расчеты.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{пр}} &\leq 0,3 - 1,0 \cdot \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,038^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,12)^2} = \\ &= 0,172 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Из проведенного расчета следует, что точности элементов приспособления не должна превышать 0,172 мм. Исходя из этих соображений, назначаем посадки и допуски на размеры приспособления. Полученные значения представлены на чертеже приспособления в графической части данной выпускной квалификационной работы.

Конструкция спроектированных самоцентрирующих тисков состоит из следующих основных элементов. Базовым элементом приспособления является корпус, к которому крепится гидравлический привод в сборе. Корпус через рычажный зажимной механизм соединяется с ползушками на которые крепятся призмы, выполняющие роль установочных и зажимных элементов. К базовой поверхности корпуса крепятся направляющие шпонки, которые обеспечивают базирование приспособления на столе станка. Более подробно конструкция приспособления представлена на листе графической части и в спецификациях приложения Б.

Работа приспособления осуществляется следующим образом. Масло под давлением попадает в верхнюю полость гидроцилиндра, в результате чего поршень движется вниз и тянет за собой шток, который приводит в действие рычажный зажимной механизм, который воздействует на ползушки. Установленные на ползушках призмы сходятся к центру, тем самым обеспечивая центрирование и закрепление заготовки.

Раскрепление заготовки происходит при подаче масла в нижнюю полость гидроцилиндра. В результате чего поршень движется вверх и система начинает работать в обратном направлении возвращаясь в исходное положение.

Разработанное приспособление позволяет надежно закрепить заготовку и произвести ее центрирование. При этом процесс закрепления механизирован, то есть цель проектирования приспособления достигнута.

### 3.2 Проектирование токарного резца

Анализ токарных операций данного технологического процесса показал, что возможно снижение времени их выполнения. Для этого необходимо каким-либо способом исключить образование сливной стружки в ходе выполнения токарных операций. Наличие данного типа стружки приводит к необходимости ее периодического удаления из зоны резания, что увеличивает время их выполнения. Решим эту проблему путем проектирования резца с измененной режущей частью по методике [19].

В конструкции резца используется трехгранная пластина из сплава Т5К10 с механическим креплением к корпусу. Для обеспечения заданных режимов резания необходимо обеспечить главный угол в плане  $\varphi$  равным  $93^\circ$ .

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

$$F = t \cdot S, \quad (29)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [19].

$$F = 2,0 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ мм}^2.$$

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

Система крепления пластины к державке предусматривает использование штифта, минимально допустимый диаметр которого рассчитывается по формуле:

$$\ll D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (30)$$

где  $Q_1$  – сила, действующая на штифт, Н;  
 $\sigma_d$  – допустимое напряжение, МПа» [19].

Сила, действующая на штифт, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (31)$$

где  $P_{Zmax}$  – максимальное значение составляющей силы резания, Н.

Выполним расчеты.

$$Q_1 = \frac{1250}{0,7} = 1786 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1786}{\pi \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

Решение проблемы появления сливной стружки в данном случае предлагается достичь путем изменения конструкции режущей пластины. Для этого предлагается дополнительно деформировать срезаемую с заготовки стружку, что приведет к ее поломке и получению сегментов незначительной величины. Реализация данной идеи возможна путем выполнения уступов на режущей части пластины, конструктивные параметры которых принимаем по данным [19]. Более подробно конструкция резца представлена на листе графической части и в спецификациях приложения Б.

Таким образом, в результате проектирования токарного резца проблему увеличения времени выполнения токарных операций по причине образования сливной стружки можно считать решенной.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Одна из задач работы, сформулированная на основе анализа исходных данных, была проанализировать полученные технические решения на безопасность и экологичность их выполнения. Для этого используем рекомендации [7].

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

Конструктивно-технологические характеристики спроектированного технологического процесса изготовления ступицы червячного колеса привода стола токарно-карусельного станка ДЕКА СА5112А кратко описаны в таблице 6 в виде технологического паспорта технического объекта.

Таблица 6 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [7]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [7]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [7]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [7]	«Материалы, вещества» [7]
технологический процесс изготовления ступицы червячного колеса	фрезерная операция	«фрезеровщик» [7]	«фрезерно-центровальный станок 2982-04, тиски, сверло, фреза» [7]	«сталь 30ХМА ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость, ветошь» [7]
	токарная операция	«оператор станков с числовым управлением» [7]	«токарный станок NL634S, патрон, резцы» [7]	«сталь 30ХМА ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость, ветошь» [7]



Данные представленные в таблице 6 принимаем за основу для проведения дальнейшего анализа спроектированного технологического процесса.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

На первом этапе необходимо выявить риски, которые возникают в ходе выполнения технологического процесса и источники их возникновения. Возникновение рисков зависит от вида выполняемых работ на операциях технологического процесса, а также от особенностей используемого оборудования и средств технологического оснащения. Результаты идентификации профессиональных рисков представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [7]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [7]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [7]
токарная операция, фрезерная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы» [7]	«станки, средства технологического оснащения, внутрицеховой транспорт» [7]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [7]	«металлорежущий инструмент, заготовка» [7]

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [7]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [7]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [7]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [7]	«станки, средства технологического оснащения, средства внутрицеховой транспортировки» [7]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [7]	«станки, средства технологического оснащения, внутрицеховой транспорт» [7]
	«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» [7]	«станки» [7]
	«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [7]	«станки, средства технологического оснащения» [7]
	«вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)» [7]	«смазочно-охлаждающая жидкость» [7]
	«физическая динамическая нагрузка» [7]	«станки, средства технологического оснащения, заготовки» [7]
	«стереотипные рабочие движения» [7]	«станки, средства технологического оснащения, заготовки» [7]

Как видно из приведенной таблицы количество профессиональных рисков, возникновение которых возможно в ходе выполнения

технологического процесса изготовления достаточно велико. Влияние данных факторов на работников может привести к серьезным негативным последствиям, как в краткосрочном, так и долгосрочном периодах.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение и устранение влияния выявленных в предыдущем пункте профессиональных рисков является ключевой задачей обеспечения производственной безопасности. Решение этой задачи выполним путем разработки соответствующих организационно-технических методов и применения технических средств, в частности средств индивидуальной защиты. Результаты приведены в таблице 8.

Таблица 8 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (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» [7]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств, зачистка заусенцев» [7]	«нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [7]

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [7]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [7]	«Средства индивидуальной защиты работника» [7]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных виброгасящих приспособлений и устройств» [7]	«ботинки кожаные с защитным подноском» [7]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств» [7]	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные» [7]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение средств поглощения шума» [7]	«наушники противошумные» [7]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действием которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, систем аварийного отключения оборудования» [7]	«спецодежда» [7]
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [7]	«проведение инструктажей по охране труда, применение местного освещения» [7]	

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [7]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [7]	«Средства индивидуальной защиты работника» [7]
«вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм» [7]	«проведение инструктажей по охране труда, применение специальных ограждающих устройств» [7]	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений, халат для защиты от общих загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником» [7]
«физическая динамическая нагрузка» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	
«стереотипные рабочие движения» [7]	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	

Приведенные в таблице 8 организационно-технические мероприятия, а также средства индивидуальной защиты в полной мере позволяют защитить работников от воздействия соответствующих опасных и вредных производственных факторов или снизить воздействие данных факторов до

допустимых нормативных значений.

Результатом выполнения данного раздела стала разработка мероприятий, направленных на обеспечение безопасности выполнения спроектированного технологического процесса. Для этого проведены мероприятия по выявлению негативных факторов на основе составленного паспорта технологического процесса. При этом учтены имеющиеся данные по используемому в технологическом процессе оборудованию, станочной оснастке и режущему инструменту. Количество выявленных рисков достаточно велико, что свидетельствует об опасности выполнения технологического процесса. Влияние данных факторов на работников может привести к негативным последствиям различной тяжести, поэтому было принято решение о разработке соответствующих организационно-технических методов и применения технических средств исключающих или снижающих до нормативных значений воздействие выявленных опасных и вредных производственных факторов. В результате проведения данных мероприятий задача выполнения данного раздела была достигнута.

## 5 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операции 005 (фрезерно-центровальной) оснастку, а на операции 015 (токарная) оборудование и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 005 и 015, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, 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 4, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 193712,89 рублей.

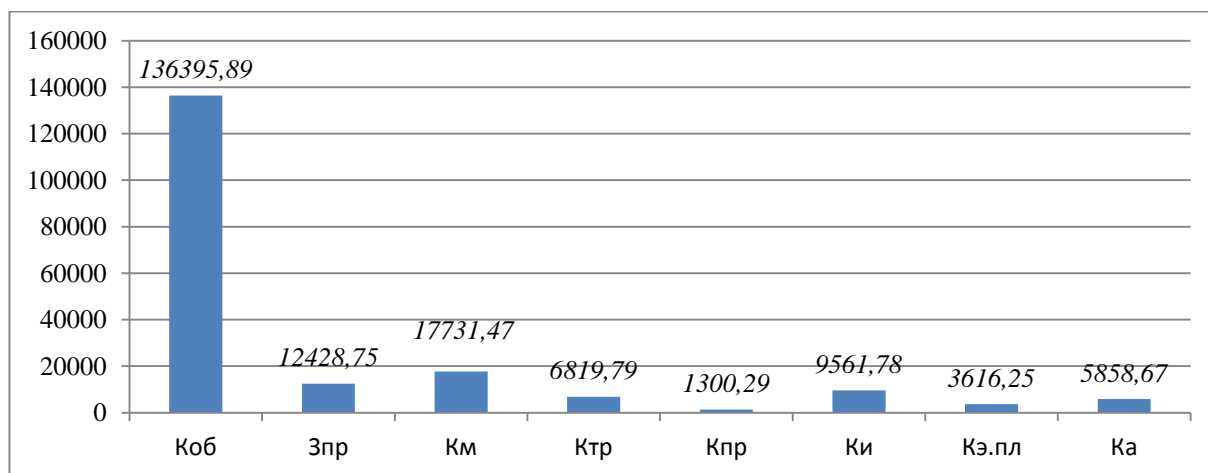


Рисунок 4 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

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 70,41% от всей величины капитальных вложений.

Величина всех остальных значений не превышают даже 10 %, и находятся в интервале от 0,67 % до 9,15 %. 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 5 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

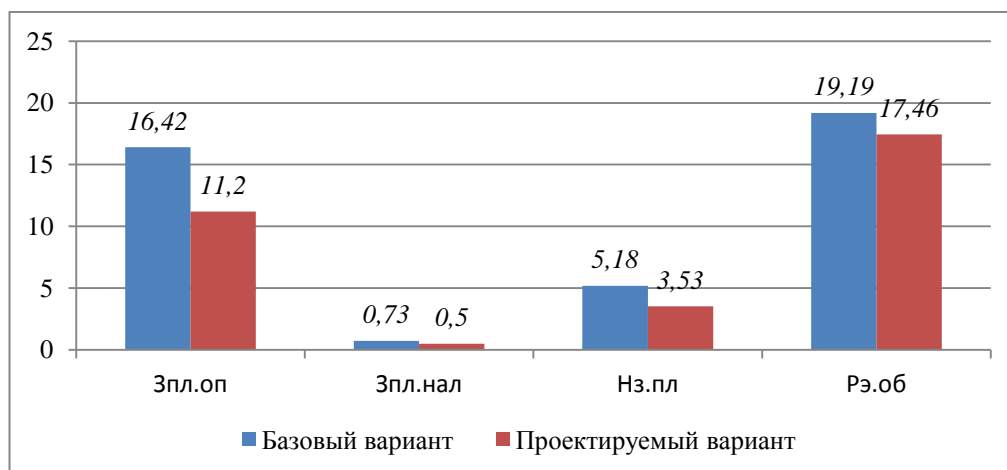


Рисунок 5 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 5, 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 5, видно, что две величины имеют примерные равные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 46,2 % для базового варианта и 53,4 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;
- заработная плата оператора ( $Z_{пл.оп}$ ), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе фрезерно-центровального и токарного

станков, доля которой составляет 39,56 % для базового варианта и 34,27 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям 005 и 015 технологического процесса, представлены на рисунке 6.

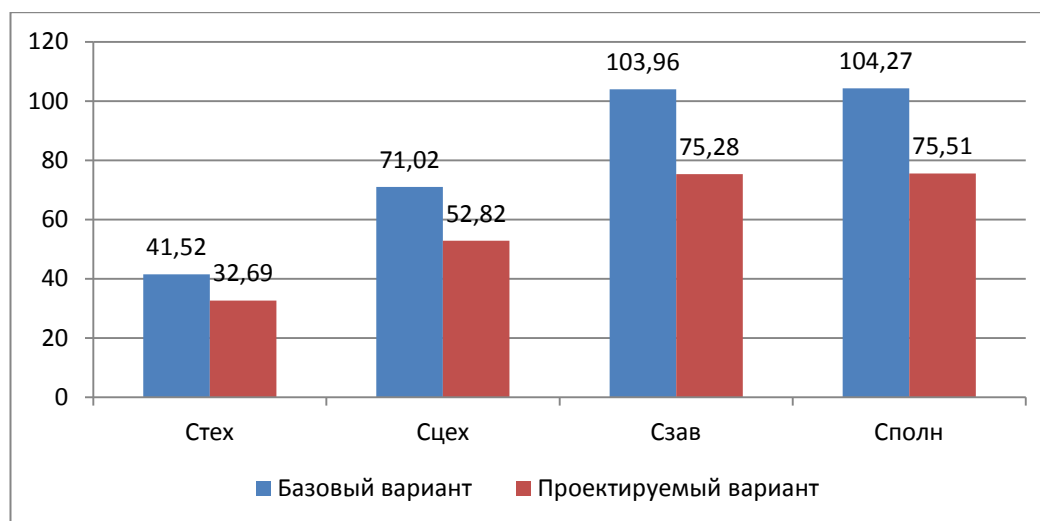


Рисунок 6 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 6, значение полной себестоимости ( $C_{полн}$ ) для базового варианта составило 104,27 рубля, а для проектируемого варианта – 75,51 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 193712,89 рублей, окупятся в течение 4-х 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 39850,16 рубля. Это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,21 рублей.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован технологический процесс изготовления ступицы червячного колеса привода стола токарно-карусельного станка ДЕКА СА5112А, внедрение которого в производство позволит выпускать необходимое количество деталей при условии обеспечения требуемого качества их изготовления и минимальных затрат на производство.

Для достижения данной цели произведен анализ актуальности выбранной темы, а также анализ применимости детали, ее эксплуатационных характеристик, которые необходимо обеспечить при изготовлении, а также производственных условий, в которых будет изготавливаться данная деталь. По результатам чего были сформулированы задачи, решение которых позволило достичь цели работы.

В ходе решения данных задач были рассмотрены технологические задачи, решение которых позволило обеспечить эксплуатационные показатели ступицы, а также основные технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса изготовления.

В ходе анализа спроектированного технологического процесса были выявлены определенные недостатки и принято решение провести соответствующее совершенствование спроектированного технологического процесса с целью повышения его эффективности и экономических показателей. В результате чего спроектировано специальное станочное приспособление, позволившее механизировать процесс закрепления при условии обеспечения принятой схемы базирования. Также спроектирован токарный резец, позволивший решить проблему появления на токарных операциях сливной стружки.

Расчет экономических показателей спроектированной технологии изготовления ступицы показал его эффективность.

## Список используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 18.08.2021).
2. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник / О.М. Балла. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 12.09.2021).
3. 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: 21.08.2021).
4. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 16.09.2021).
5. 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.
6. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 16.08.2021).
7. 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: 26.09.2021).

8. 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

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: 19.09.2021).

10. 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).

11. 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: 03.09.2021).

12. Игнаткина В.А. Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения : технология минерального сырья : лабораторный практикум / В.А. Игнаткина, В.А. Бочаров. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. - 66 с. [Электронный ресурс]. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245421> (дата обращения: 15.08.2021).

13. 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: 24.08.2021).

14. 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: 29.08.2021).

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: 27.09.2021).

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: 11.09.2021).

17.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: 19.09.2021).

18.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: 18.04.2021).

19.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).

20.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: 17.09.2021).

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. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 517 с.

24. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 06.09.2021).

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 40ХЛ [Электронный ресурс]. – URL: <https://metallobazy.ru/metals/stal-40hl> (дата обращения: 16.08.2021).

## Приложение А

### Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

<i>Дизайн</i>																			
<i>Взам</i>																			
<i>Подп</i>																			
<i>Разработал</i>		Гнидов						<b>ТГУ, Кафедра ОТМП</b>											
<i>Проверил</i>		Козлов																	
<i>Утвердил</i>																			
<i>Н. контр</i>								<i>Ступица червячного колеса</i>											
М01		<i>Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-75</i>																	
М02		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ					
М02		12	166	37,9кг	1		0,87	24	φ252,9x287,6				1	4,36кг					
А		Цех	Уч	РМ	Опер			Код, наименование операции				Обозначение документа							
Б		Код, наименование оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт	
А03		<i>XX XX XX 000 Заготовительная</i>																	
Б04		<i>Литейная машина</i>																	
О5																			
А06		<i>XX XX XX 005 4269 Фрезерно-центровальная</i>																	
Б07		<i>381631 Фрезерно-центровальный 2982-04 3 17845 312 1Р 1 1 1 800 1 193</i>																	
О 08		<i>Фрезеровать торцы 1, 33 в размер 24,75<sup>+0,29</sup>, сверлить отверстия 2, 32 в размер φ72<sup>+0,12</sup></i>																	
О 09		<i>396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая φ100 ГОСТ 94.73-80 Т5К10;</i>																	
Т 10		<i>391631 Зенковка Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.</i>																	
11																			
А 12		<i>XX XX XX 010 4110 Токарная</i>																	
Б 13		<i>381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 2,64</i>																	
О 14		<i>Точить, последовательно поверхности и торцы: 23, 24, 27, 30, 37 в размер φ280<sup>+0,52</sup>; φ81,88<sup>+0,3</sup>;</i>																	
О 15		<i>197,1<sup>+0,46</sup>; 186,75<sup>+0,46</sup>; 10x45°.</i>																	
Т 16		<i>396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392101 Резец контурный специальный Т5К10;</i>																	
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
Т 19	392133 Резец расточной ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.														
20															
А 21	XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 22	381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 264														
О 23	Точить последовательно поверхности и торцы: 7, 8, 12, 13, 25, 26 в размер $\phi 270,39^{+0,52}$ ; $\phi 81,88^{+0,3}$ ;														
О 24	197,1 <sup>+0,46</sup> ; 70,75 <sup>+0,3</sup> ; 10x4,5°.														
Т 25	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ24351-80; 392101 Резец контурный специальный Т5К10;														
Т 26	392133 Резец расточной ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.														
27															
А 28	XX XX XX 020 4110 Токарная														
Б 29	381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 134														
О 30	Точить последовательно 34, 35, 36, 44 в размер $\phi 60^{+0,3}$ ; $\phi 52,5^{+0,3}$ ; 141 <sup>+0,4</sup> .														
Т 31	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ24351-80; 392133 Резец расточной ГОСТ18879-73 Т5К10;														
Т 32	394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 160-80.														
33															
А 34	XX XX XX 025 4110 Токарная														
Б 35	381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1Р 1 1 1 800 1 138														
О 36	Точить последовательно 3, 4, 5, 46, 47, 48, 49, 50 в размер $\phi 60^{+0,3}$ ; $\phi 68^{+0,3}$ ; 14,75 <sup>+0,4</sup> ; 232,5 <sup>+0,4</sup> ; 244,5 <sup>+0,4</sup> .														
Т 37	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ24351-80; 392133 Резец расточной ГОСТ18879-73 Т5К10;														
Т 38	394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 160-80.														
39															
А 40	XX XX XX 030 4181 Протяжная														
Б 41	381751 Горизонтально-протяжной 7А523 3 16458 312 1Р 1 1 1 800 1 10														
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	Тпоэ
0 69	<i>Нарезать шлицы поверхности 43, 45 в размер 8 степени точности.</i>														
Т 70	<i>396190 Опора сферическая; 392341 Протяжка шлицевая Р18; 393400 Калибр.</i>														
71															
A 72	<i>XX XX XX 035 4110 Токарная</i>														
Б 73	<i>381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1P 1 1 1 800 1 103</i>														
0 74	<i>Точить последовательно поверхности: 30, 37 в размер <math>\phi 81,004^{+0,12}</math>; <math>195^{+0,185}</math>; <math>244,5^{+0,185}</math>; <math>15 \times 45^\circ</math>.</i>														
Т 75	<i>392846 Патрон поводковый ГОСТ 2572-72; 392842 Центра ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный</i>														
Т 76	<i>ГОСТ 18879-73 ТЗОК4; 393413 Микрометр ГОСТ 160-80.</i>														
77															
A 78	<i>XX XX XX 040 4110 Токарная</i>														
Б 79	<i>381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1P 1 1 1 800 1 142</i>														
0 80	<i>Точить последовательно поверхности и торцы: 6, 7, 8, 25, 26 в размер <math>\phi 270,14^{+0,21}</math>; <math>\phi 81,004^{+0,12}</math>;</i>														
0 81	<i><math>195^{+0,185}</math>; <math>69,75^{+0,12}</math>; <math>244,5^{+0,185}</math>; <math>15 \times 45^\circ</math>.</i>														
Т 82	<i>392846 Патрон поводковый ГОСТ 2572-72; 392842 Центра ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный</i>														
Т 83	<i>ГОСТ 18879-73 ТЗОК4; 393413 Микрометр ГОСТ 160-80.</i>														
84															
A 85	<i>XX XX XX 045 4110 Токарная</i>														
Б 86	<i>381101 Токарный NL634S 3 18217 312 1P 1 1 1 800 1 205</i>														
0 87	<i>Точить последовательно поверхности 25, 26 в размер <math>\phi 270^{+0,032}</math>; <math>69,25^{+0,12}</math>.</i>														
Т 88	<i>392846 Патрон поводковый ГОСТ 2572-72; 392842 Центра ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный</i>														
Т 89	<i>ГОСТ 18879-73 ТЗОК4; 393413 Микрометр ГОСТ 160-80.</i>														
90															
A 91	<i>XX XX XX 050 0190 Сборочная</i>														
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	Кшт	Тпоэ
А 94	XX XX XX	055	4120	Сверлильная.											
Б 95	38121X	Сверлильный М4HS			3	17335	312	1P	1	1	1	800	1	10,13	
О 96	Сверлить, нарезать резьбу поверхности 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 в размер М20.														
Т 97	396190 Патрон цанговый; 391213 Сверло $\phi 19,5$ ГОСТ10902-77 Р6М5; 391311 Метчик М20														
Т 98	ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибр.														
99															
А 100	XX XX XX	060	0190	Слесарная.											
101															
А 102	XX XX XX	065	4110	Токарная											
Б 103	381101	Токарный NI.634S			3	18217	312	1P	1	1	1	800	1	17	
О 104	Точить последовательно 15, 16, 18, 20, 21 в размер $\phi 406_{0,25}$ ; $76,13_{+0,12}$ ; $91,1_{+0,14}$ ; $156,4_{+0,16}$ ; $171,37_{+0,16}$ .														
Т 105	392846 Патрон поводковый ГОСТ 2572-72; 392842 Центра ГОСТ8742-75; 392101 Резец контурный														
Т 106	ГОСТ18879-73 ТЗОК4; 393413 Микрометр ГОСТ 160-80.														
107															
А 108	XX XX XX	070	4153	Зубофрезерная											
Б 109	381572	Зубофрезерный 53A50MФ6 3			3	12287	312	1P	1	1	1	800	1	2,76	
О 110	Фрезеровать поверхности 19, 17 в размер 10-й степени точности.														
Т 111	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392842 Центра ГОСТ8742-75; 391810 Фреза червячная $\phi 100$														
Т 112	ГОСТ 9324-80 Р6М5; 393400 Калибр.														
113															
А 114	XX XX XX	075	4153	Зубофрезерная											
Б 115	381572	Зубофрезерный 53A50MФ6 3			3	12287	312	1P	1	1	1	800	1	1,19	
О 116	Фрезеровать поверхность 19 в размер 8-й степени точности.														
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	Кшт	Тпоз	Тшт	
Т 117	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392842 Центра ГОСТ8742-75; 391810 Фреза червячная $\phi$ 100																
Т 118	ГОСТ 9324-80 Р6М5; 393400 Калибр.																
119																	
А 120	XX XX XX 080 Термическая.																
121																	
А 122	XX XX XX 085 4142 Центрошлифовальная.																
Б 123	381317 Центрошлифовальный ZSM5100 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 115																
О 124	Шлифовать поверхности 2, 32 в размер $\phi$ 72 <sup>+0,040</sup> .																
Т 125	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;																
Т 126	393120 Калибры.																
127																	
А 128	XX XX XX 090 4130 Торцевкруглошлифовальная																
Б 129	381311ТорцевкруглошлифовальныйГА3535СНС 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 212																
О 130	Шлифовать Установ А: 25, 27 в размер $\phi$ 80,336 <sup>+0,072</sup> ; 194,1 <sup>+0,072</sup> ; Установ Б: 7, 9 в размер $\phi$ 80,336 <sup>+0,072</sup> ;																
О 131	194,1 <sup>+0,072</sup> .																
Т 132	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392842 Центра ГОСТ2575-79; 39810 Круг шлифовальный;																
Т 133	394300 Скоба рычажная.																
134																	
А 135	XX XX XX 095 4130 Торцевкруглошлифовальная																
Б 136	381311ТорцевкруглошлифовальныйГА3535СНС 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 328																
О 137	Шлифовать Установ А: 25, 27 в размер $\phi$ 80,002 <sup>+0,019</sup> ; 194 <sup>+0,072</sup> ; Установ Б: 7, 9 в размер $\phi$ 80,002 <sup>+0,019</sup> ;																
О 138	194 <sup>+0,072</sup> .																
Т 139	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392842 Центра ГОСТ2575-79; 39810 Круг шлифовальный;																
МК																	

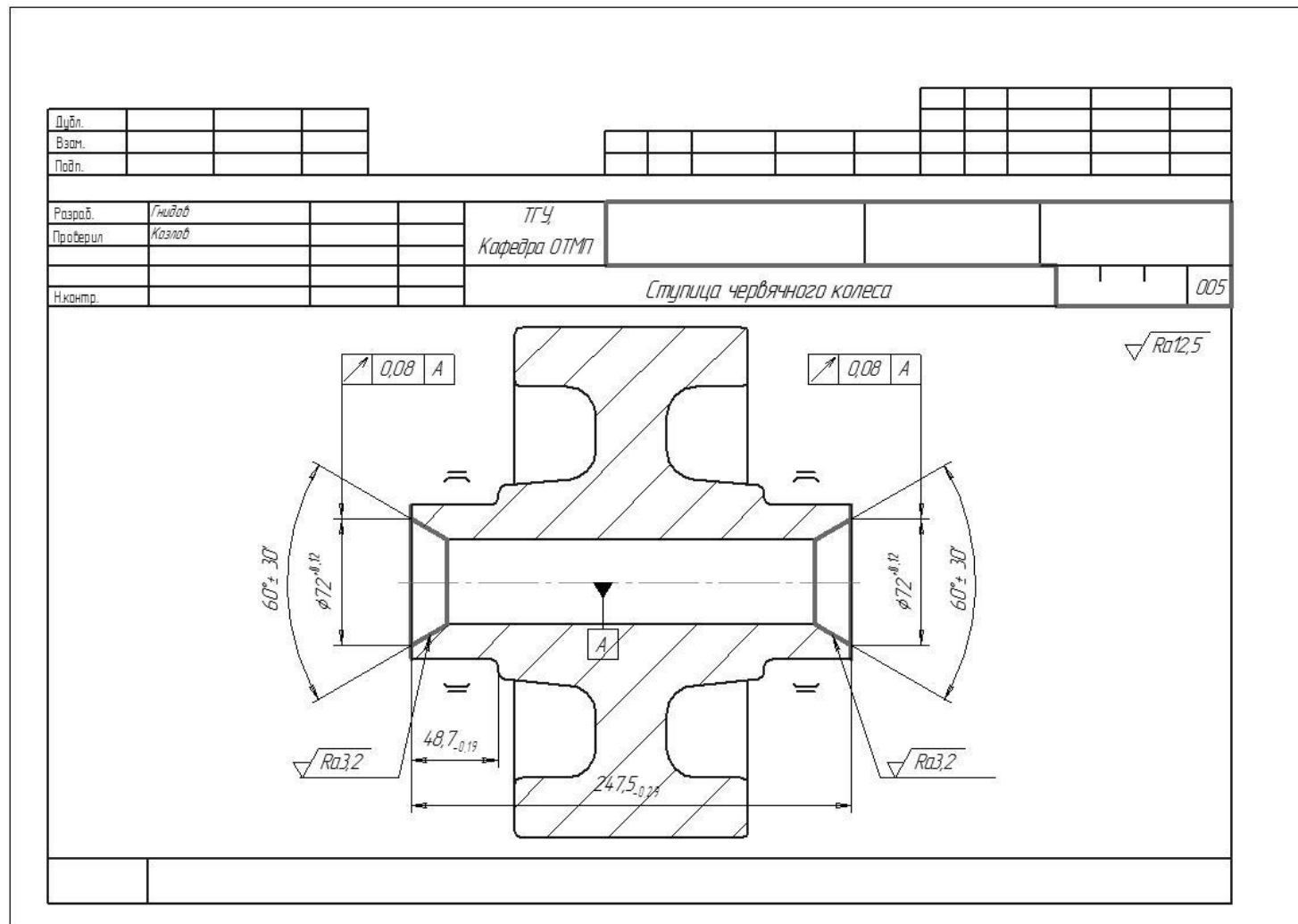
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б	Код, наименование оборудования													
Т 140	394300 Скоба рычажная.													
141														
А 142	XX XX XX 100 Моечная.													
143														
А 144	XX XX XX 105 Контрольная.													
145														
146														
147														
148														
149														
150														
151														
152														
153														
154														
155														
156														
157														
158														
159														
160														
161														
162														
МК														

## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1



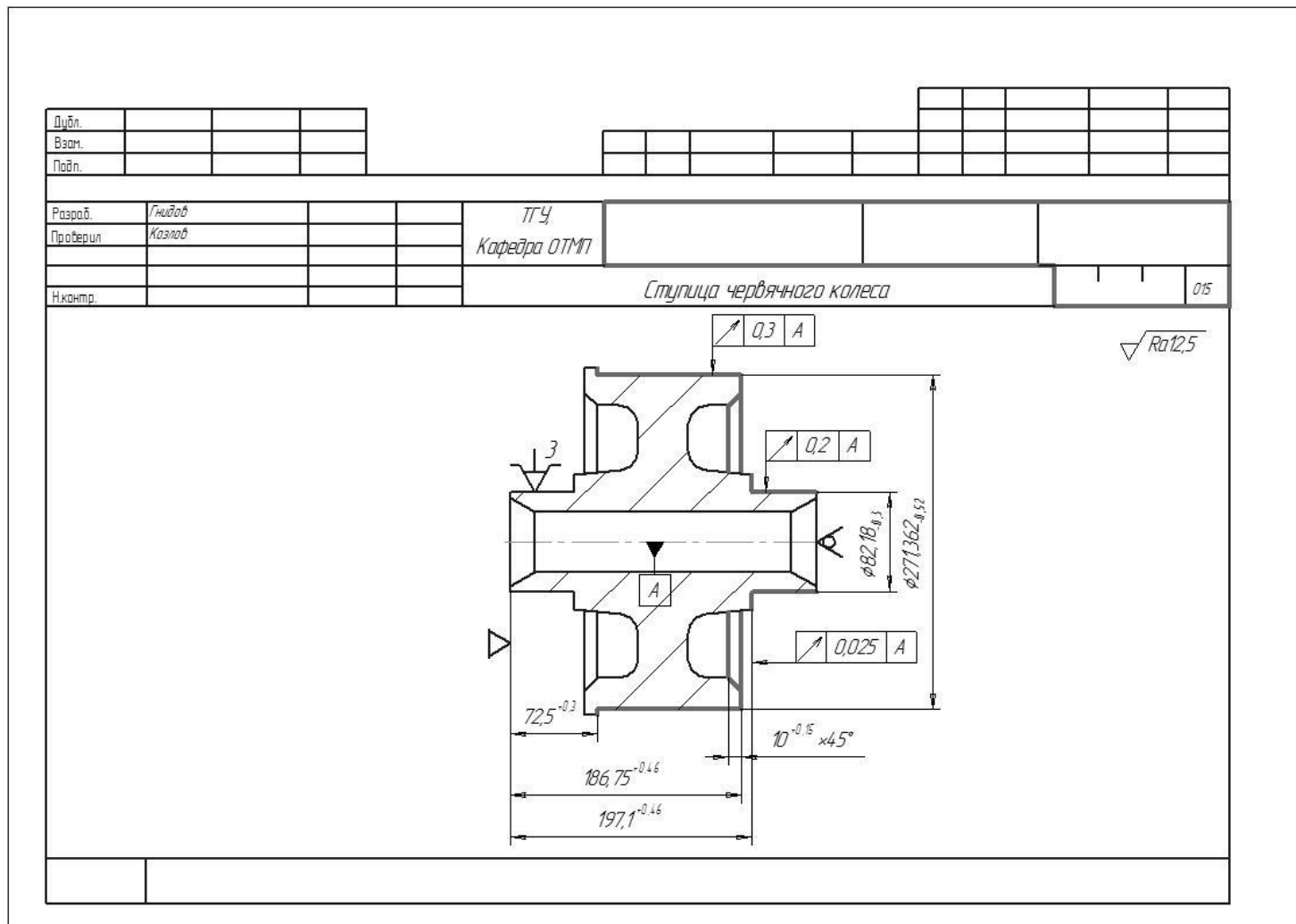
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Гнидов												
Проверил	Козлов												
Н.контр.										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции										Ступица червячного колеса			
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЭ	КОИД		
Фрезерно-центровальный		Сталь 40Х1 ГОСТ 977-75		НВ 180	166	37,91	ø252,9x287,6			436	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Т <sub>0</sub>	Т <sub>1</sub>	Т <sub>2</sub>	Т <sub>шт</sub>	СОЖ					
2982-04				113			1,93	Blasocut					
			п	и	л	т	и	с	п	в			
01	1. Установить заготовку												
Т <sub>01</sub>	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая ø100 ГОСТ 9473-80 Т5К10;												
Т <sub>02</sub>	391631 Зенковка Р6М5												
02	2. Фрезеровать торцы 1, 3, сверлить отверстия выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р <sub>02</sub>		1				2,42	0,15	250	79				
Р <sub>02</sub>		2				2,0	11	36	6				
03	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													

## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1





Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1												
Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
Разраб.	Гнидов																					
Проверил	Козлов																					
Н.контр.										Щех	Уч.	Р.М.	Опер.									
Наименование операции										Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЭ	КОИД					
Токарная										Сталь 40Х1 ГОСТ 977-75		НВ 180	166	37,91	№252,9/287,6	436	1					
Оборудование, устройства ЧПУ										Обозначение программы		то	тв	тгв	тшт	сож						
NL634S												184			264	Blasocut						
										п	и	л	в									
01	1. Установить заготовку																					
Т.02	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ24351-80; 392101 Резец контурный специальный Т5К10;																					
Т.03	392133 Резец расточной ГОСТ18879-73 Т5К10.																					
04	2. Точить поверхности 7, 8, 12, 13, 25, 26 выдерживая размеры согласно эскиза.																					
Р.05										1				2,7	0,4	320	281					
Р.06										2				10	0,32	320	231					
07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																					
08																						
09																						
10																						

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<i>Документация</i>		
					<i>21.БР.ОТМП.307.01.00.000СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
						<i>Детали</i>		
Строч. №					<i>21.БР.ОТМП.307.01.00.001</i>	<i>Венец</i>	<i>1</i>	
					<i>21.БР.ОТМП.307.01.00.002</i>	<i>Ступица</i>	<i>1</i>	
					<i>21.БР.ОТМП.307.01.00.003</i>	<i>Винты специальные М20</i>	<i>6</i>	
Лист и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Лист и дата								
Лист и дата								
Инв. № подл.								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>21.БР.ОТМП.307.01.00.000</i>  <i>Колесо червячное</i>  ГТУ ИМ гр. ТМбз-1601а	
		Разраб.	Гнидоб					
		Проб.	Козлов					
		Исполн.	Козлов					
		Утв.	Логинов					
Лит. Лист Листов 1 1 1								
Формат А4								

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																										
<i>Документация</i>																																																
A1			21БР.ОТМП.307.65.00.000СБ	Сборочный чертеж																																												
<i>Детали</i>																																																
A2		1	21БР.ОТМП.307.65.00.001	Корпус	1																																											
A4		2	21БР.ОТМП.307.65.00.002	Рычаг	2																																											
A4		3	21БР.ОТМП.307.65.00.003	Ось	2																																											
A3		4	21БР.ОТМП.307.65.00.004	Ось	2																																											
A4		5	21БР.ОТМП.307.65.00.005	Сухарь	2																																											
A3		6	21БР.ОТМП.307.65.00.006	Ползушка	2																																											
A3		7	21БР.ОТМП.307.65.00.007	Подставка	1																																											
A3		8	21БР.ОТМП.307.65.00.008	Корпус упора	1																																											
A3		9	21БР.ОТМП.307.65.00.009	Упор	2																																											
A3		10	21БР.ОТМП.307.65.00.010	Ось	2																																											
A3		11	21БР.ОТМП.307.65.00.011	Сухарь	2																																											
A4		12	21БР.ОТМП.307.65.00.012	Тяга	1																																											
A4		13	21БР.ОТМП.307.65.00.013	Винт	1																																											
A3		14	21БР.ОТМП.307.65.00.014	Шток	1																																											
A4		15	21БР.ОТМП.307.65.00.015	Поршень	1																																											
A4		16	21БР.ОТМП.307.65.00.016	Корпус гидроцилиндра	1																																											
A4		17	21БР.ОТМП.307.65.00.017	Крышка	1																																											
A4		18	21БР.ОТМП.307.65.00.018	Призмы	4																																											
A4		19	21БР.ОТМП.307.65.00.019	Планки	2																																											
<i>Стандартные изделия</i>																																																
21БР.ОТМП.307.65.00.000																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ док-м.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Гнидов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Козлов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Козлов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">ТГУ, ИМ</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Логинов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">г.р. ТМБЗ-1601а</td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			Разраб.	Гнидов				Лит.	Лист	Проб.	Козлов					1							2	Н.контр.	Козлов				ТГУ, ИМ		Утв.	Логинов				г.р. ТМБЗ-1601а	
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата																																												
Разраб.	Гнидов				Лит.	Лист																																										
Проб.	Козлов					1																																										
						2																																										
Н.контр.	Козлов				ТГУ, ИМ																																											
Утв.	Логинов				г.р. ТМБЗ-1601а																																											
<p><b>Приспособление станочное</b></p> <p>Копировал <span style="float: right;">Формат А4</span></p>																																																

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
											20		Шпонка ГОСТ 11871-78	2	
											21		Кольцо уплотнительное ГОСТ 1567-68	1	
											22		Демпфер ГОСТ 8745-79	2	
											23		Кольцо уплотнительное ГОСТ 1567-68	2	
											24		Винт М10х25 ГОСТ 17475-80	5	
											25		Винт М8х20 ГОСТ 17476-84	4	
											26		Штифт 10х35 ГОСТ 10744-80	4	
											27		Винт М8х20 ГОСТ 17476-84	12	
											28		Винт М3х10 ГОСТ 17476-84	4	
											29		Штифт 3х10 ГОСТ 10744-80	2	
											30		Штифт 3х12 ГОСТ 10744-80	2	
											31		Винт М5х15 ГОСТ 17476-84	4	
											32		Винт М5х10 ГОСТ 17476-84	2	
											33		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	1	
											34		Шайба ГОСТ 11872-89	1	
										<b>21.БР.ОТМП.307.65.00.000</b>					Лист
															2
										Копировал					Формат А4

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Стр. №	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
														Документация		
										A2			21БР.0ТМП.307.70.00.000СБ	Сборочный чертеж		
														Детали		
										A3	1		21БР.0ТМП.307.70.00.001	Державка резца	1	
										A4	2		21БР.0ТМП.307.70.00.002	Пластина режущая	1	
										A4	3		21БР.0ТМП.307.70.00.003	Пластина опорная	1	
										A4	4		21БР.0ТМП.307.70.00.004	Штифт цилиндрический	1	
										A4	5		21БР.0ТМП.307.70.00.005	Втулка	1	
										A4	6		21БР.0ТМП.307.70.00.006	Клин	1	
														Стандартные изделия		
											7			Винт зажимной ГОСТ 17475-80	1	
<b>21БР.0ТМП.307.70.00.000</b>																
														Лист	Лист	Листов
																1
<b>Резец токарный сборный</b>														ТГУ, ИМ зр. ТМБЗ-1601а		
Копировал														Формат А4		