

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 шестерни привода тактового стола

Обучающийся	<u>А.С. Барков</u> (Инициалы Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____	
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	_____	

Тольятти 2024

Аннотация

В выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс изготовления шестерни привода тактового стола.

Цель работы заключается в проектировании технологии изготовления шестерни на основе типовой технологии изготовления деталей данного класса и ее совершенствовании для максимального снижения затрат на изготовление в заданных производственных условиях.

Работа состоит из пяти разделов, выполненных на 63 страницах пояснительной записки и графической части, выполненной на 7 листах формата А1.

В первом разделе приведены исходные данные для проектирования и проведен их анализ для определения задач работы, которые необходимо выполнить для достижения ее цели.

Во втором разделе решены стандартные технологические задачи, такие как «проектирование заготовки, разработка плана изготовления, определение технических средств оснащения технологического процесса, определение режимов резания и нормирование технологических операций» [11].

В третьем разделе разработаны специальные технические средства оснащения, что позволило снизить время проведения токарной и зубофрезерной операций за счет механизации процесса закрепления заготовки и внесения изменений в конструкцию режущего инструмента.

В четвертом разделе спроектированная технология изготовления шестерни оценена на безопасность и экологичность ее выполнения с учетом применения предлагаемых специальных технических средств.

В пятом разделе произведена экономическая оценка предлагаемой технологии изготовления шестерни и изменений, внесенных в нее. Установлено, что экономический эффект имеет положительное значение. Все предлагаемые решения признаны эффективными.

Abstract

In the final qualification work, the cycle table gear drive manufacturing technological process is being developed.

The work purpose is to design a gear manufacturing technology based on a typical manufacturing technology for this class parts and improve it to minimize manufacturing costs under specified production conditions.

The work consists of five sections made on explanatory note 63 pages and a graphic part made on 7 A1 format sheets.

The first section provides the initial data for the design and analyzes them to determine the work tasks that must be performed to achieve its goal.

In the second section, standard technological tasks are solved, such as designing the workpiece, developing a manufacturing plan, determining the technical means of equipping the technological process, determining cutting modes and rationing technological operations.

In the third section, special technical equipment has been developed, which made it possible to reduce the turning time and gear milling operations by mechanizing the workpiece fixing process and making changes to the cutting tool design.

In the fourth section, the designed gear manufacturing technology is evaluated for the safety and environmental friendliness of its implementation, taking into the proposed special technical means account the use.

The fifth section provides the proposed gear manufacturing technology and the changes made to it an economic assessment. It has been established that the economic effect has a positive value. All the proposed solutions are recognized as effective.

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные и их анализ	6
1.1 Назначение и условия работы детали	6
1.2 Оценка технологичности детали	7
1.3 Анализ параметров типа производства.....	9
1.4 Постановка задач работы	11
2 Технологическая часть	12
2.1 Проектирование заготовки.....	12
2.2 Разработка плана изготовления	20
2.3 Технические средства оснащения технологического процесса	21
2.4 Определение режимов резания и нормирование	24
Продолжение таблицы 6.....	27
3 Разработка специальных технических средств оснащения	28
3.1 Разработка цанговой оправки	28
3.2 Разработка токарного резца	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	40
5 Экономическая эффективность работы	42
Заключение	46
Список используемых источников.....	47
Приложение А Технологическая документация.....	50
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	61

Введение

Один из путей повышения производительности и гибкости современного металлообрабатывающего предприятия заключается в использовании гибких производственных модулей на базе станков с числовым управлением, которые имеют высокую степень автоматизации процессов. Такое решение позволяет существенно увеличить производительность производства и качество обработки без увеличения производственных площадей и привлечения дополнительного персонала.

Одним из средств автоматизации на таком производстве является тактовый стол. Данный механизм предназначен для доставки заготовок в зону загрузки промышленным роботом на станок.

Тактовый стол приводится в движение приводом, шестерня которого рассматривается в данной работе. Отсюда можно сделать вывод о важности данной детали для работоспособности тактового стола. Следовательно, данная деталь должна отвечать всем техническим требованиям, заложенным конструктором.

Выполнение технических требований обеспечивается на стадии разработки технологии изготовления детали, путем применения соответствующих методов обработки и разработки оптимальных маршрутов. Немаловажным фактором, отражающим эффективность технологии изготовления детали, являются ее экономические показатели. Наилучшие экономические показатели обеспечиваются путем правильной организации производственного процесса, правильным подбором и эффективным использованием технологических средств оснащения с учетом особенностей предприятия, на котором технологический процесс будет реализован.

Таким образом, цель работы заключается в проектировании технологии изготовления вала на основе типовой технологии изготовления деталей данного класса и ее совершенствовании для максимального снижения затрат на изготовление в заданных производственных условиях.

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Шестерня предназначена для передачи крутящего момента от входного вала привода на шестерню выходного вала привода посредством эвольвентных поверхностей, выполненных во внутреннем контуре шестерни и эвольвентных поверхностей, выполненного на наружном контуре шестерни. В корпусе привода шестерня базируется по шлицевым поверхностям промежуточного вала.

Шестерня работает под влиянием значительных по величине знакопеременных нагрузок. Условия работы можно охарактеризовать как нормальные. Это объясняется отсутствием влияния на деталь внешних климатических факторов, так как механизм работает в производственном помещении, параметры которого строго регламентированы. Работа происходит в закрытом корпусе привода, что при полной его исправности исключает попадание посторонних предметов и частиц вовнутрь. Технические характеристики привода предполагают создание внутри корпуса определенных условий, таких как наличие смазки, давление и ряд других, которые являются расчетными для рассматриваемой детали и не оказывают на нее негативного влияния. К негативным факторам работы привода, которые могут оказать влияние на работоспособность детали, можно отнести попадание продуктов износа на рабочие поверхности, что усугубляется большими скоростями работы привода и большими величинами передаваемых моментов. Это может привести к повреждению рабочих поверхностей и их преждевременному износу. Однако в случае регулярного технического обслуживания этого можно избежать.

В целом следует отметить, что функциональное назначение шестерни является типовым для деталей данного класса, а условия его эксплуатации можно охарактеризовать как приемлемые.

1.2 Оценка технологичности детали

Технологичность один из важнейших показателей детали, который характеризует эффективность ее производства в конкретных производственных условиях. «Оценка технологичности производится исходя из характеристик материала детали, особенностей ее конструкции, формы и характеристик заготовки, особенностей технологии обработки» [11].

«Рассмотрим основные характеристики используемого для изготовления детали материала. В данном случае используется сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71, что обусловлено конструкцией детали и ее служебным назначением» [11]. «Химический состав стали: углерод от 0,10% до 0,14%, хром от 1% до 1,3%, никель от 3% до 3,4%, серы до 0,035%, фосфора до 0,035%. Физико-механические свойства: предел текучести 670 МПа, предел прочности 730 МПа, относительное удлинение 24%, относительное сужение 75%, твердость по шкале Бринелля от 210 до 230 единиц» [21]. Данные характеристики стали позволяют получить удовлетворительные показатели резания на операциях механической обработки. Исходя из химического состава стали, наиболее рационально для получения ее заготовки применять методы обработки давлением.

К конструктивным особенностям детали можно отнести большую разницу диаметров и наличие внутреннего ступенчатого сквозного отверстия, а также внутренних шлиц и зубчатого венца. Это потребует внесения изменений в типовой технологический процесс обработки, но при этом применения специальных методов обработки не потребуется. Немаловажным при оценке конструкции детали является определение служебного назначения ее поверхностей. Для этого приведем эскиз детали (рисунок 1) и классифицируем поверхности (таблица 1).

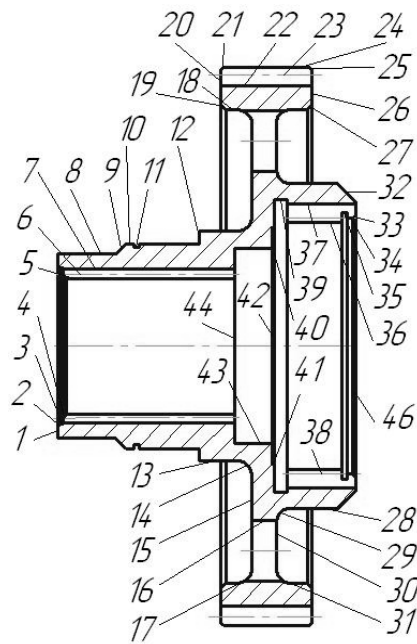


Рисунок 1 – Эскиз детали

Таблица 1 – Классификация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
Основные конструкторские базы	6, 44
Вспомогательные конструкторские базы	10, 12, 13
Исполнительные поверхности	23, 38
Свободные поверхности	все оставшиеся

Количество ответственных поверхностей достаточно значительное, что приведет к необходимости применения точной обработки.

Форма заготовки обусловлена особенностями конструкции детали, которые делают заведомо нерентабельным применение для получения заготовки проката. В данном случае возможно исключительно применение методов обработки давлением. Исходя из анализа всего приведенного комплекса ограничений и данных источника [3], «приходим к выводу, что для получения заготовки рассматриваемой детали наиболее рационально применение методов в закрытых штампах на молоте и штамповки на горизонтально-ковочной машине» [4].

Технологичность механической обработки оценивается возможностью

достижения требуемых характеристик детали. Достижение требуемых характеристик поверхностей детали в данном случае возможно путем применения стандартных методов обработки. Заметим, что имеется большое количество сложнопрофильных и точных поверхностей, что потребует применения сложных формообразующих и дорогостоящих финишных методов обработки. Базирование заготовок, исходя из формы детали, можно производить по различным поверхностям, с применением естественных технологических баз, реализуемых существующими поверхностями детали.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о высокой степени ее технологичности. К недостаткам можно отнести большое количество сложнопрофильных и точных поверхностей, большую разницу диаметров и наличие внутреннего ступенчатого сквозного отверстия, а также внутренних шлиц и зубчатого венца, что вызовет ряд трудностей при проектировании технологии изготовления. В частности, это потребует применения дорогостоящих методов обработки и разработки схем базирования, а также средств технологического оснащения, реализующих их, с учетом особенностей конструкции детали.

1.3 Анализ параметров типа производства

Параметры типа производства определяют не только его организационные особенности, но и стратегию проектирования технологии изготовления детали.

«На первом этапе проводимого анализа необходимо определить тип производства с применением упрощенной методики» [14]. «В соответствии с ней годовая программа выпуска деталей 6000 штук при массе 7,5 кг соответствует среднесерийному типу производства» [14].

Основные организационные параметры данного типа производства:

- передача заготовок от одной операции к другой партиями с различной продолжительностью пролеживания между ними,

- «формирование участков по технологическому признаку оборудования» [11],
- «использование универсального и специализированного оборудования» [11],
- использование стандартизированной технологической оснастки,
- «использование стандартного и широкоуниверсального режущего инструмента» [11],
- «высокая квалификация персонала» [11].

«Основные особенности проектирования технологии изготовления в условиях среднесерийного типа производства» [11]:

- использование типовых технологических процессов в качестве аналогов,
- применение последовательной стратегии проектирования,
- соблюдение принципа концентрации переходов при проектировании технологических операций,
- применение аналитического и опытно-статистического методов определения припусков на обработку,
- применение заготовок максимально приближенных по форме к готовой детали,
- достижение точности обработки путем предварительной настройки на размер,
- соблюдение основных положений теории базирования при проектировании технологических операций.

При проектировании технологического процесса будем придерживаться данных рекомендаций. Заметим, что в ряде случаев допускается отклонение от них. Например, допускается применение специальных средств технологического оснащения, в случае если стандартные средства технологического оснащения отсутствуют или применение специальных средств технологического оснащения позволяет сократить производственные затраты.

Следует учесть, что в соответствии с современными тенденциями развития в условиях среднесерийного типа производства широко применяются станки с числовым программным управлением. Их применение приводит к необходимости более тщательной проработки технологической документации, повышению уровня автоматизации всех производственных процессов, использованию современных средств диагностики оборудования и процесса обработки, например, адаптивных систем. Также повышаются требования к средствам технологического оснащения.

1.4 Постановка задач работы

Сформулируем задачи работы.

«На первом этапе необходимо выполнить проектирование заготовки. Для этого необходимо выбрать метод получения заготовки, определить маршруты обработки поверхностей, припуски и напуски» [11].

«На втором этапе необходимо спроектировать технологию изготовления. Для этого необходимо определить маршрут изготовления детали, разработать схемы базирования, выбрать средства технологического оснащения, определить режимы резания» [11].

«Далее необходимо разработать специальные технические средства оснащения» [11].

«На заключительном этапе необходимо произвести экономическую оценку предлагаемой технологии изготовления» [11].

В данном разделе рассмотрены имеющиеся исходные данные и проведен их анализ. На основе полученных результатов определены основные задачи работы, выполнение которых позволит достичь сформулированной во введении цели.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки начинается с этапа выбора метода ее получения. Вопрос выбора метода получения заготовки подразумевает наличие вариантов. В ходе проведения анализа технологичности часть методов получения была отброшена как заведомо невыгодные или технически не реализуемые. В результате для выбора остались «методы штамповки в закрытых штампах на молоте и штамповки на горизонтально-ковочной машине» [4]. «Выбор из этих двух методов можно сделать путем сравнения себестоимости получения заготовок» [4]. Однако, дешевая заготовка может привести к удорожанию готовой детали, так как увеличиваются напуски на обработку и, как следствие этого, стоимость механической обработки. В идеальном случае необходимо оценивать не стоимость заготовки, а стоимость изготовления детали из данной заготовки. В этом случае требуется полная разработка всех технологических процессов для сравниваемых вариантов. В условиях среднесерийного типа производства проектирование таким методом нецелесообразно, поэтому применяется упрощенная методика [11].

«Сравнение выполним по суммарным затратам на изготовление детали:

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

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

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

i – индекс варианта получения заготовки» [11].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

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

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

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент, определяемый способом получения заготовки;

K_T – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [11].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

$$M_{zi} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [11].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной штамповкой на молоте, 2 для заготовки, полученной на горизонтально-ковочной машине» [11].

$$M_{z1} = 7,5 \cdot 1,19 = 8,9 \text{ кг.}$$

$$M_{z2} = 7,5 \cdot 1,11 = 8,3 \text{ кг.}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{z1} = \frac{27000 \cdot 8,9}{1000} \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 1,0 = 197,05 \text{ р.}$$

$$C_{z2} = \frac{27000 \cdot 8,3}{1000} \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 1,0 = 183,76 \text{ р.} \text{» [11]}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{обри} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (4)$$

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

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_0 – коэффициент обрабатываемости материала» [11].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{имi} = \frac{M_D}{M_3}. \quad (5) \text{ [11]}$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{7,5}{8,9} = 0,84.$$

$$K_{им2} = \frac{7,5}{8,3} = 0,90 \text{ [11].}$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{обр1} = \frac{60,4 \cdot (\frac{1}{0,84} - 1) \cdot 7,5}{1,1} = 78,5 \text{ р.}$$

$$C_{обр2} = \frac{60,4 \cdot (\frac{1}{0,9} - 1) \cdot 7,5}{1,1} = 45,8 \text{ р.} \text{ [11]}$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 197,05 + 78,5 = 275,55 \text{ р.}$$

$$C_2 = 183,76 + 45,8 = 229,56 \text{ р.} \text{ [11]}$$

«Метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине, в соответствии с принятой методикой, имеет лучшие показатели. Дальнейшее проектирование заготовки будем производить для данного метода по методике» [4].

Достижение одних и тех же параметров обработанной поверхности возможно путем применения различных маршрутов обработки. Отличие в применении того или иного маршрута заключается в его стоимости. На практике применяется методика определения маршрутов обработки поверхностей по суммарному коэффициенту относительных затрат [20]. «Результаты проектирования маршрутов обработки приведены в таблице 2» [20].

Таблица 2 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхности	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1, 8, 9, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 43	14	12,5	Т-ТО
2, 3, 4, 11, 39, 40, 42	14	12,5	Тч-ТО
5	10	6,3	Т-Тч-ТО
6, 7	7	1,25	П-ТО
10	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш- Шч
12	12	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
13	8	0,2	Т-Тч-ТО-Ш-Шч-ПО
16	14	12,5	С-ТО
22	7	1,25	ЗФ-Шв-ТО
23	12	12,5	ЗФ-ТО
37	12	12,5	ЗД-ТО
38	7	1,25	ЗД-ТО-ЗХ
44	12	6,3	Т-Тч-ТО

В таблице 2 приняты следующие обозначения: «Т – точение черновое, Тч – точение чистовое, Ш – шлифование, Шч – шлифование чистовое, ПО – полирование, ЗФ – зубофрезерование, ЗД – зубодолбление, Шв – шевингование, ЗХ – зубохонингование, П – протягивание, С – сверление» [3].

«Припуски на обработку точных поверхностей диаметром $80k6^{(+0.021}_{+0.002})$ мм определяются расчетно-аналитическим методом» [19].

«Минимальные значения припусков:

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

где a – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешности установки заготовки на операции, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [19].

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

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

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,282 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,012^2 + 0,012^2} = 0,167 \text{ мм} \gg [19].$$

«Максимальные значения припусков:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

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

Td_{i-1} – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [19].

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

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

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,046) = \\ &= 0,385 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} &= z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,167 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,019) = \\ &= 0,200 \text{ мм} \gg [19]. \end{aligned}$$

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [19]$$

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

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

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

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,200 + 0,167) = 0,184 \text{ мм} \gg [19].$$

«Минимальный операционный размер:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [19]$$

«Максимальный операционный размер:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10)» [19]$$

«Средний операционный размер:

$$d_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (11)» [19]$$

«Для перехода предшествующему термическому минимальный размер:

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (12)» [19]$$

«Производим расчеты операционных размеров.

$$d_{4min} = 80,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 80,021 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(84,282 + 83,082) = 83,682 \text{ мм} \gg [19].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13) \gg [19]$$

$$2z_{min} = 83,082 - 80,021 = 3,061 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14) \gg [19]$$

$$2z_{max} = 3,061 + 1,200 + 0,019 = 4,280 \text{ мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [19]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,061 + 4,280) = 3,671 \text{ мм.}$$

Припуски на оставшиеся поверхности определены по методике [17] и приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Наименование перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
5	точение черновое	1,0	2,25
	точение чистовое	0,8	1,01
12	точение черновое	1,9	3,3
	точение чистовое	1,1	1,31
	шлифование	0,4	0,489
	шлифование чистовое	0,2	0,257
13	точение черновое	1,15	2,425
	точение чистовое	0,15	0,395
	шлифование	0,1	0,202
	шлифование чистовое	0,03	0,093
23	шевингование	0,15	0,24

Продолжение таблицы 3

Номер поверхности	Наименование перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
24	точение черновое	1,4	3,26
	точение чистовое	0,15	0,44
36	точение черновое	0,9	2,15
	точение чистовое	0,7	0,91
38	зубохонингование	0,18	0,27
44	точение черновое	1,8	3,2
	точение чистовое	0,9	1,11

Схема расположения рассчитанных припусков и межпереходных размеров для поверхности диаметром 80 мм приведена на рисунке 2.

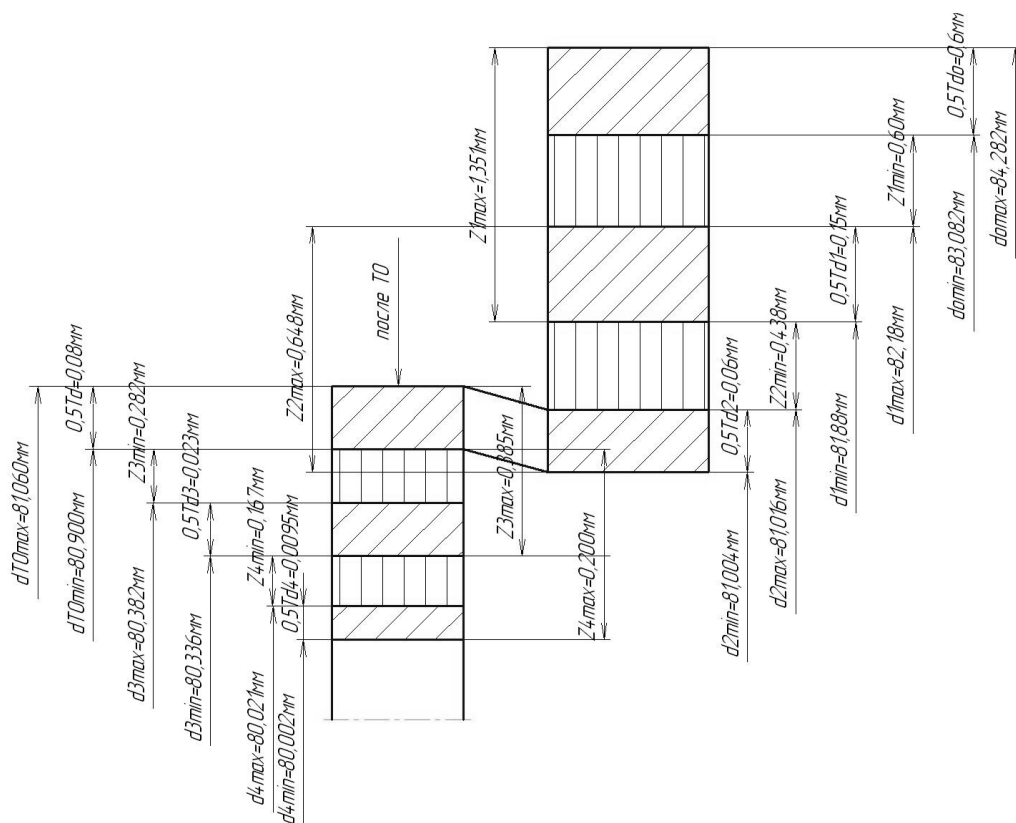


Рисунок 2 – Схема расположения припусков и межпереходных размеров

«Далее необходимо определить характеристики заготовки» [6].

«В данном случае заготовка имеет следующие параметры: класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности С2, исходный индекс для определения начальных допусков И12, наружные уклоны 5°, радиус

закруглений 4 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 0,8 мм, concentricity 1,0 мм, смещение по поверхности разъема штампа не более 0,6 мм» [6]. «Чертеж заготовки, содержащий все необходимые данные, приведен в графической части работы» [11].

2.2 Разработка плана изготовления

«План изготовления детали отражает последовательность операций технологического процесса» [16], а также его основные параметры.

Маршрут изготовления формируется путем объединения одинаковых методов обработки в операции. При этом следует учесть особенности среднесерийного типа производства, а также основные принципы формирования маршрута изготовления.

Во-первых, это принцип предшествования, то есть состояние заготовки на выходе одной операции должно являться входным состоянием для другой операции. Во-вторых, это принцип «наложения, то есть одна поверхность расположена на другой и не может быть обработана раньше» [9]. «Сформированный маршрут изготовления детали приведен в таблице 4, а также отражен в приложении А «Технологическая документация»» [11].

Таблица 4 – Технологический маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	1, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29,30, 31, 32, 36, 40, 43, 44, 46
010 Токарная	точение	2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 24, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44
015 Сверлильная	сверление	16
020 Зубофрезерная	зубофрезерование	22, 23
025 Зубодолбежная	зубодолбление	37, 38
030 Протяжная	протягивание	6, 7
035 Шевинговальная	шевингование	23
040 Зубозакругляющая	фрезерование	–
045 Термическая	закалка, отпуск	все

Продолжение таблицы 4

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
050 Внутришлифовальная	шлифование	1, 46
055 Зубохонинговальная	зубохонингование	38
060 Внутришлифовальная	шлифование	10, 12, 13
065 Внутришлифовальная	шлифование	10, 12, 13
070 Полировальная	полирование	13
075 Моечная	мойка	все
080 Контрольная	контроль	все

«Следующая задача при проектировании плана изготовления заключается в разработке схем базирования заготовок на операциях технологического процесса» [15]. «Решение этой задачи основано на соблюдении основных принципов базирования» [15]. «Также необходимо решить задачу определения технических требований на выполнение операций» [15]. Задача решается на основе рекомендаций и данных [15].

Формирование плана изготовления заключается в графическом отображении структуры операций с детализацией до установа. В обоснованных случаях допускается детализация по переходам. Исходя из особенностей среднесерийного типа производства, при формировании операций технологического процесса предпочтение следует отдавать операциям, реализация которых не требует применения специального оборудования и средств технологического оснащения, а также обеспечивает максимальную концентрацию переходов с последовательной обработкой поверхностей.

2.3 Технические средства оснащения технологического процесса

Принятые на данном этапе средства оснащения технологического процесса влияют абсолютно на все показатели проектируемой технологии и, в конечном счете, определяют ее эффективность.

Технологическое оборудование должно обеспечивать соблюдение принципа концентрации переходов и достижение точности обработки путем

предварительной настройки на размер. Станочные приспособления должны обеспечивать необходимую точность установки, иметь необходимое быстродействие и другие эксплуатационные показатели. В качестве режущего инструмента необходимо использовать стандартный и широкоуниверсальный режущий инструмент. Режущий инструмент должен обеспечивать необходимую точность обработки, выполнение режимов резания, обладать необходимой стойкостью. В качестве контрольных средств необходимо использовать универсальные и стандартизированные средства контроля, обеспечивающие получение информации по результатам контроля в виде качественных характеристик.

«Выбор технических средств оснащения осуществляется с использованием источников [1], [8], [10], [13], [18], [20]. Результаты выбора приведены в таблице 5» [11].

Таблица 5 – Технические средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [1]	«патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80» [10]	«резец расточной специальный Т5К10, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10» [8]	«штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89» [13]
010 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [1]	«патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80» [10]	«резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец расточной специальный Т30К4, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10» [8]	«микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88» [13]
015 Сверлильная	«вертикально-сверлильный 2Н135» [1]	«оправка цанговая специальная» [10]	«сверло спиральное ГОСТ 10903-77 Р6М5» [8]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [13]

Продолжение таблицы 5

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
020 Зубофрезерная	«зубофрезерный 53А30П» [1]	«оправка цанговая специальная» [10]	«фреза червячная Ø100 ГОСТ 9324-80 Р9К10» [8]	«шаблон» [13]
025 Зубодолбежная	«зубодолбежный 5121» [1]	«оправка цанговая специальная» [10]	«долбяк чашечный Ø100 ГОСТ 9323-79 Р18» [8]	«шаблон» [13]
030 Протяжная	«протяжной 7Б56» [1]	«опора шаровая специальная» [10]	«протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9» [8]	«шаблон» [13]
035 Шевинговальная	«зубошевинговальный 5702В» [1]	«патрон цанговый специальный» [10]	«шевер дисковый Ø180 ГОСТ 8570-75 Р9Ф5» [8]	«шаблон» [13]
040 Зубозакругляющая	«зубозакругляющий ВС-320» [1]	«патрон цанговый специальный» [10]	«фреза специальная Р6М5» [8]	«шаблон» [13]
045 Термическая	«печь» [1]	–	–	–
050 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [1]	«патрон цанговый специальный» [10]	«круг шлифовальный 6 50х13х32 24А80К7V30м/с1А» [18]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [13]
055 Зубохонинговальная	«зубохонинговальный 5А913» [1]	«патрон цанговый специальный» [10]	«хон 24А90L4V» [18]	«шаблон» [13]
060 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [1]	«патрон цанговый специальный» [10]	«круг шлифовальный 1 32х13х40 24А80К7V30м/с1А» [18]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [13]
065 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [1]	«патрон цанговый специальный» [10]	«круг шлифовальный 1 32х13х40 25А90К7V30м/с1А» [18]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [13]
070 Полировальная	«полировальный шлифовальный 3А352» [1]	патрон цанговый специальный	«диск фибровый ГОСТ 8692-82» [18]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [13]
075 Моечная	«моечная машина» [1]	–	–	–

Продолжение таблицы 5

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
080 Контрольная	–	–	–	«контрольные приборы и приспособления согласно карте контроля» [13]

Выбранные технические средства оснащения технологического процесса отвечают всем требованиям среднесерийного типа производства. Следует отметить широкое применение станков оснащенных числовым программным управлением на токарных операциях, а также стандартных станочных приспособлений и режущего инструмента. Это позволит увеличить гибкость производства и расширить его номенклатуру.

«Данные представленные в таблице 5 заносятся в соответствующую технологическую документацию, представленную в приложении А «Технологическая документация»» [11].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

«Определение режимов резания и нормирование выполняется расчетно-аналитическим или статистическим методами в зависимости от требуемой точности» [7]. Приведем основные их положения.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}}, \quad (16)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об.;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [7].

«Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где d – диаметр обработки, мм» [7].

«Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (18)» [7]$$

«Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (19)$$

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

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

n_3 – размер партии деталей, шт.» [7]

«Штучное время операции:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}} \quad (20)$$

где T_0 – основное время выполнения операции, мин;

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

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

$T_{\text{п}}$ – время на личные потребности, мин» [7].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (21)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [7].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (22)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [7].

«Результаты расчета представлены в таблице 6» [11].

Таблица 6 – Определение режимов резания и нормирование

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин
005 А	1	0,3	70	320	115	1,2
	2	0,3	70	320	150	1,56
005 Б	1	0,3	70	320	82	0,85
	2	0,3	70	320	153	1,59
010 А	1	0,1	225	630	38	0,6
	2	0,1	225	630	4,75	0,08
	3	0,1	225	630	80	1,27
010 Б	1	0,1	225	630	60	0,95
	2	0,1	225	630	10,8	0,17
	3	0,1	225	630	4,75	0,08
015	1	0,4	30	400	48	0,3
020	1	1,5	60	200	38	1,33
025	1	0,3	25	390	32	2,6
030	1	–	3,5	–	950	0,27
035	1	120	12	260	38	0,92
040	1	0,3	35	1200	–	3,5
050 А	1	1,4	30	300	9	0,82
050 Б	1	1,4	30	300	6	0,89

Продолжение таблицы 6

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин
055	1	200	–	800	31	0,31
060	1	0,14	30	200	40	1,09
065	1	0,10	40	300	40	0,89
070	1	–	200	100	8	0,8

Результаты проведенных расчетов позволяют сделать следующие выводы. Следует усовершенствовать зубофрезерную операцию, так как при небольшом объеме механической обработки она является одной из самых продолжительных. А также рассмотреть возможность сокращения времени выполнения токарных операций, так как объем токарной обработки в технологическом процессе достаточно велик. Ряд операций имеют небольшую продолжительность выполнения, что дает возможность значительной догрузки используемого на них оборудования производством других деталей.

В данном разделе успешно решены стандартные технологические задачи, такие как «проектирование заготовки, разработка плана изготовления, определение технических средств оснащения технологического процесса, определение режимов резания и нормирование технологических операций» [11].

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка цанговой оправки

В ходе анализа результатов нормирования было выявлено, что необходимо усовершенствовать зубофрезерную операцию, так как при небольшом объеме механической обработки она является одной из самых продолжительных. Анализируя причины этого, приходим к выводу, что значительную часть времени выполнения операции занимает время на снятие и установку заготовки в приспособлении. Устранение данного недостатка возможно путем механизации процесса закрепления. Эскиз данной операции приведен на рисунке 3.

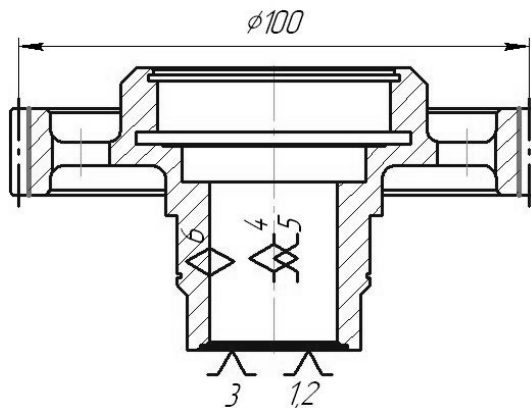


Рисунок 3 – Эскиз зубофрезерной операции

«Проектирование будем проводить на основе рекомендаций» [2].

«Основная составляющая силы резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{Dg \cdot n^w} k_{\text{мп}}, \quad (23)$$

где: C_p , x , y , u , g , w – коэффициенты и показатели степеней, которые

учитывают особенности обработки данного материала;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

k_{mp} – коэффициент, который учитывает влияние механических характеристик обрабатываемого материала» [2].

$$\ll k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,3} . \quad (24)$$

Выполняем расчеты.

$$k_{mp} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,3} = 1,0.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 9,25^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 20^{0,3} \cdot 1,0}{100^{1,1} \cdot 200^0} \cdot 1,0 = 186 \text{ Н} \gg [2].$$

«Из этого следует, что момент от составляющей силы резания P_z определяется по формуле:

$$M_{P_z} = P_z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (25)$$

где d_1 – обрабатываемый диаметр, мм» [2].

«Для обеспечения его уравнивания необходимо создать момент силы зажима равный:

$$M_{3P_z} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (26)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [2].

«Сила зажима, которую необходимо создать определяется из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов и составит:

$$W = \frac{P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \cdot K, \quad (27)$$

где K – коэффициент запаса» [2].

$$W = \frac{186 \cdot 218}{0,2 \cdot 53} \cdot 2,5 = 4782 \text{ Н.}$$

«Усилие, которое должен развивать силовой привод равно:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (28)$$

где Q_1 – сила на сжатие лепестков до заготовки, Н;

Q_2 – сила, создающая усилие зажима заготовки, Н» [2].

«Сила на сжатие лепестков до заготовки определяется по формуле:

$$Q_1 = R \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (29)$$

где R – сила, сжатия лепестков, Н;

α – угол цанги, град;

φ – угол трения цанги, град» [2].

«Сила, сжатия лепестков определяется по формуле:

$$R = \frac{3E \cdot J \cdot f \cdot z}{l}, \quad (30)$$

где E – модуль упругости материала цанги, МПа;

J – момент инерции сектора цилиндрической части цанги в месте

заделки лепестка, мм;

f – радиальный зазор, необходимый для свободной установки заготовки, мм;

z – число лепестков цанги;

l – длина лепестка цанги, мм» [2].

«Момент инерции сектора цилиндрической части цанги:

$$J = \frac{D^3 \cdot h}{8} \cdot \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (31)$$

где D – наружный диаметр поверхности лепестка, мм;

h – толщина лепестка, мм;

α_1 – угол цанги, град» [2].

Выполняем расчеты.

$$J = \frac{53^3 \cdot 3}{8} \cdot \left(0,26 + \sin 15 \cdot \cos 15 - \frac{2 \cdot \sin^2 15}{0,26} \right) = 1,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$R = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,8 \cdot 0,2 \cdot 3}{17} = 33437 \text{ Н}.$$

$$Q_1 = 33437 \cdot \text{tg}(15 + 6,59) = 13232 \text{ Н}.$$

«Сила, создающая усилие зажима заготовки определяется по формуле:

$$Q_2 = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi). \quad (32)» [2]$$

Выполняем расчеты.

$$Q_2 = 4782 \cdot \text{tg}(15 + 6,59) = 1892 \text{ Н}.$$

$$Q = 13232 + 1892 = 15124 \text{ Н}.$$

«Создание данного усилие планируется производить при помощи пневмоцилиндра с резиновой мембраной, диаметр поршня которого зависит от необходимой развиваемой мощности на штоке и в данном случае равен 200 мм и развивает усилие до 19000 Н» [2].

«Составим расчетную размерную схему для определения погрешности приспособления, представленную на рисунке 3» [2].

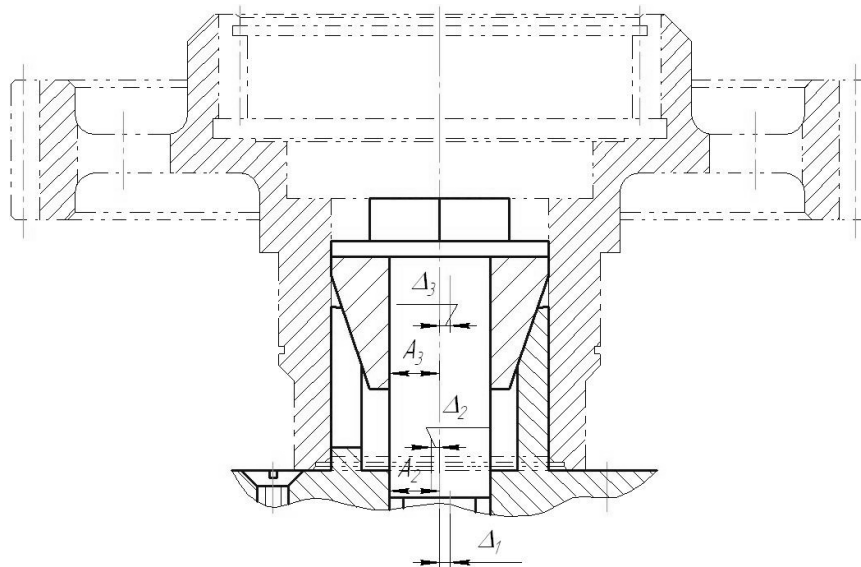


Рисунок 4 – Расчетная схема для определения погрешности приспособления

«Из схемы выводим формулу для определения погрешности установки:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (33)$$

где Δ_1 – погрешность сопряжения тяги и штока, мм;

Δ_2 – погрешность сопряжения тяги и направляющей, мм;

Δ_3 – погрешность сопряжения тяги и цанги, мм» [2].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

«Допустимая погрешность установки:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (34)$$

где Td – допуск на выполняемый размер, мм» [2].

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,46 = 0,138 \text{ мм.}$$

«Сравнивая расчетные и допустимые значения, приходим к выводу, что приспособление обеспечивает требуемую точность установки» [2].

Конструктивно приспособление состоит из цанги, размещенной в корпусе приспособления, упора, базирующего заготовку в осевом направлении и механизированного привода, обеспечивающего закрепление заготовки. Привод состоит из штока размещенного в корпусе с закрепленным на нем поршне с резиновой мембраной. В качестве рабочей среды, обеспечивающей необходимое давление в приводе, используется сжатый воздух, подаваемый из общезаводской пневматической системы.

Конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам».

3.2 Разработка токарного резца

В ходе анализа результатов нормирования операций было высказано предложение, рассмотреть возможность сокращения времени выполнения токарных операций, так как объем токарной обработки в технологическом процессе достаточно велик. Однако в данном случае возникает ряд проблем, связанных с уменьшением стойкости инструмента и снижением качества обработки, что объясняется появлением сливной стружки. «Решение этих проблем возможно путем изменения конструкции резца» [8]. «Проектирование осуществим с использованием методики» [8].

«Площадь сечения срезаемого слоя равна:

$$F = t \cdot S, \quad (35)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [8].

$$F = 1,01 \cdot 0,1 = 0,101 \text{ мм}^2.$$

«По данному значению площади сечения стружки подбираем все конструктивные параметры резца» [8].

Крепление режущей пластины к державке предполагается осуществить при помощи прихвата через винт.

«Минимально допустимый диаметр винта определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (36)$$

где Q_1 – сила, действующая на штифт при работе инструмента, Н;
 σ_d – допустимое материалом штифта напряжение, МПа» [8].

$$\ll Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (37)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение главной составляющей силы резания, Н» [8].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{980}{0,7} = 1400 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1400}{\pi \cdot 650}} = 1,4 \text{ мм.}$$

«Материал режущей части резца оставим без изменений. С целью увеличения деформации стружки при сходе по передней поверхности предлагается выполнить на режущей пластине уступ в соответствии рекомендациями» [8].

Предлагаемое техническое решение по данным исследований [8] позволят обеспечить требуемую стойкость режущего инструмента при увеличении режимов резания на 20% без потери качества обработки.

«Спроектированный резец представлен на чертеже графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [8].

В данном разделе разработаны специальные технические средства оснащения, что позволило снизить время проведения зубофрезерной и токарных операций.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В качестве объекта в данной выпускной квалификационной работе рассматривается технология изготовления шестерни привода тактового стола.

«Подробно технология изготовления рассмотрена в предыдущих пунктах работы. Приведем ее основные характеристики. Основными операциями механической обработки являются: токарные, сверлильная, протяжная, зуборезные, шлифовальные и полировальные. Технологическое оборудование: токарно-винторезный станок 16К20Ф3, вертикально-сверлильный 2Н135, зубофрезерный 53А30П, зубодолбежный 5121, протяжной станок 7Б56, зубошевинговальный 5702В, внутришлифовальный станок 3К227В, полировально-шлифовальный 3А352. Режущий инструмент: резцы токарные с твердосплавными режущими пластинами, фрезы, сверла, долбяки, протяжки, шлифовальные круги, диск фибровый. Средства технологического оснащения: патрон трехлапчатый ГОСТ 2675-80, оправка цанговая специальная, опора шаровая, патрон цанговый специальный» [11].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«Профессиональные риски определяются исходя из приведенных конструктивно-технологических характеристик технического объекта, опасных и/или вредных производственно-технологических факторов определенных по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», а также по Приказу Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору

методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков»» [5].

«Выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы: опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части; струи и волны, включая цунами; ветер и вихри, включая смерчи и торнадо), производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека, опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации, опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума, монотонность труда, тяжесть трудового процесса, опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [5].

«Возможно возникновение следующих рисков: удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека, заболевания кожи (дерматиты), ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру, воздействие общей вибрации на тело работника, снижение остроты слуха,

тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума, психоэмоциональные перегрузки, контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [5].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Исходя из того, что выявленные ранее риски, а также опасные и вредные производственные факторы являются типовыми для снижения и устранения их влияния предлагается применить стандартные методы и средства, выбранные в соответствии с Приказом Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней», а также Приказом Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [5]. Результаты приведены ниже.

Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказ Минтруда России № 771н): «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [5]; «проведение обучения по охране труда, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, обучения по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, инструктажей по охране труда, стажировки на рабочем месте (для определенных категорий работников) и проверки

знания требований охраны труда» [5]; «обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]; «проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [5]; «проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований)» [5]; «внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [5]; «устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов» [5].

Методы и средства снижения профессиональных рисков (Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 776н): «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [5]; «организация обучения, инструктажей, стажировки, проверки знаний, установка предупреждающих знаков, визуальных и звуковых предупреждающих сигналов, утверждение правил поведения на рабочих местах, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]; «использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [5]; «проведение специальной оценки условий труда с разработкой и реализацией мероприятий по снижению напряженности трудового процесса» [5]; «применение вибропоглощения и виброизоляции» [5]; «изоляция

токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [5]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5].

Принятые методы и средства позволят эффективно снизить негативное воздействие опасных и вредных факторов и возможность возникновения профессиональных рисков.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Пожарная безопасность обеспечивается исходя из класса пожара. В данном случае пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)» [5].

«Исходя из этого, определяем опасные факторы пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [5].

«Помещение относится к категории В4 помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б» [5].

«Исходя из класса пожара и категории пожароопасности помещения принимаем средства пожаротушения и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» [5]. Принимаем следующие средства пожаротушения, размещаемые непосредственно в производственном помещении: огнетушители, пожарные щиты, пожарные краны, ящики с песком, лопаты, покрывала для изоляции очага пожара, автоматические системы пожаротушения, датчики, пульт управления, оповещатели, системы пожаротушения, системы дымоудаления. Также должны проводиться следующие организационные мероприятия: инструкции по действиям персонала, инструктаж по пожарной безопасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Обеспечение экологической безопасности основано на знании негативных факторов, воздействующих на атмосферу, гидросферу и литосферу. Для их определения необходимо знать состав отходов и «выбросов, образующихся при осуществлении спроектированного технологического процесса» [5]. «Исходя из особенностей спроектированной технологии, возможно образование следующих отходов и выбросов» [5]. «В гидросферу и литосферу: масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [5]. «В атмосферу незначительное количество паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли» [5].

«Исходя из имеющихся данных по отходам и выбросам, а также ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» и ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» разрабатываем мероприятия по обеспечению экологической безопасности» [5]. Основные организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности

Объект воздействия	Отходы и выбросы	Мероприятия и/или технического средства
атмосфера	«пары смазочно-охлаждающей жидкости, абразивная пыль» [5]	«центробежные фильтры» [5]
гидросфера	«масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [5]	«комплексная система очистки сточных вод» [5]
литосфера	«масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [5]	«сортировка отходов по виду, переработка металлических отходов, утилизация отходов на специальных полигонах» [5]

Результатом выполнения данного раздела является оценка рассматриваемого технологического процесса изготовления на безопасность и экологичность ее выполнения, а также на соответствие норм пожарной безопасности. Предложен ряд мероприятий организационного и технического характера, которые обеспечивают безопасность и экологичность предлагаемой технологии изготовления.

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления заданной детали. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 5).



Рисунок 5 – Краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений

Как видно из рисунка 5, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данных операций. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 2,04 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической

эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 6.

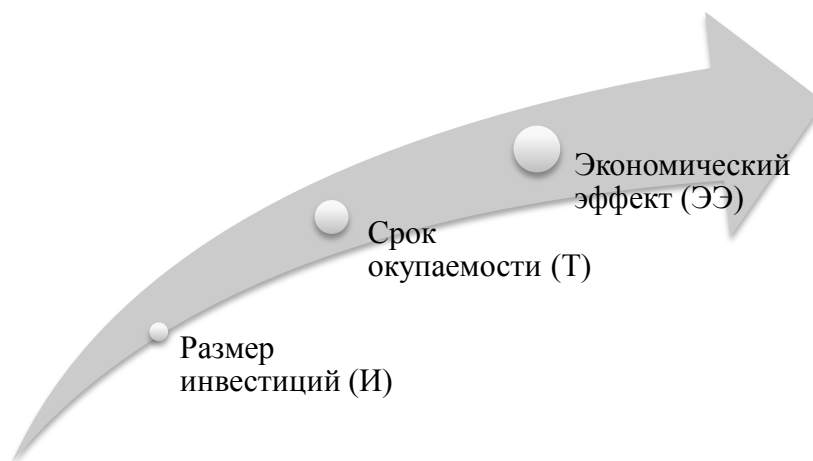


Рисунок 6 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 6, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [12], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 7.

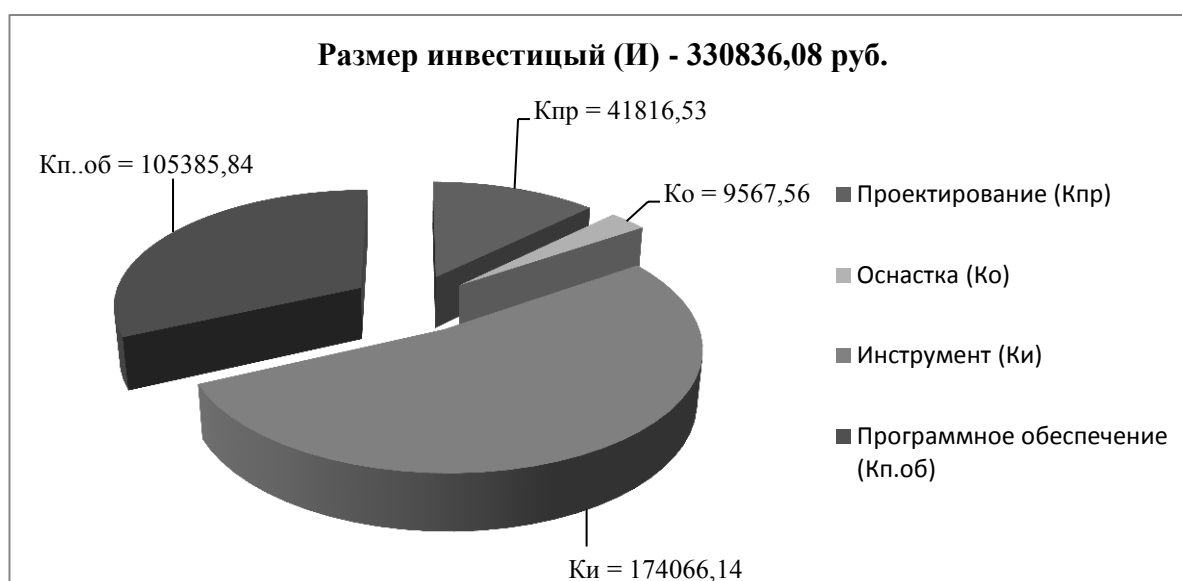


Рисунок 7 – Итоговый размер инвестиций и его детализация, руб.

Как видно из рисунка 7, самую весомую долю в инвестициях занимают затраты на инструмент ($K_{И}$), их доля составляет 52,61 %, это связано с тем что инструмент имеет высокую стоимости закупки. Следующая, не менее значимая, это такая статья затрат, как «затраты на программное обеспечение ($K_{ПОВ}$)». Ее доля в общем размере инвестиций составит 31,85 %, это обосновывается тем, что любое изменение в технологическом процессе – это обязательная корректировка используемой программы. Далее – это затраты на программирование, их доля составляет 12,64 %. Оставшаяся статья затрат, составляет 2,89 %, и существенной весомости в размере инвестиций не имеет, но тем не менее их увеличивает.

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле (38):

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1, \quad (38)$$

где « $П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [12].

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ($C_1 = 259,91$ руб. и $C_2 = 222,93$ руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ($П_{Г} = 6000$ шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [12] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (38) можно представить в развернутом формате в формуле (39):

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1, \quad (39)$$

где « $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [12].

$$T = \frac{330836,08}{(259,91 - 222,93) \cdot 6000 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = \frac{330836,08}{177504} + 1 = 2,864 = 3 \text{ года.}$$

Экономический эффект определяется по формуле (40), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - I, \quad (40)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли для принятого горизонта расчета» [12].

$$\begin{aligned} \text{ЭЭ} &= \left(177504 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) \right) - 330836,08 = \\ &= 42987,35 \text{ р.} \end{aligned}$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 42987,35 рублей. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

В ходе выполнения данного раздела была произведена экономическая оценка предлагаемой технологии изготовления шестерни и изменений, внесенных в нее. Установлено, что экономический эффект имеет положительное значение. Все предлагаемые решения признаны эффективными.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является технология изготовления шестерни привода тактового стола, спроектированная на основе типовой технологии изготовления деталей данного класса и ее совершенствовании для максимального снижения затрат на изготовление в заданных производственных условиях. Для этого были решены следующие задачи.

Рассмотрены исходные данные для проектирования и проведен их анализ для определения задач работы, которые необходимо выполнить для достижения ее цели.

«Решены стандартные технологические задачи, такие как проектирование заготовки, разработка плана изготовления, определение технических средств оснащения технологического процесса, определение режимов резания и нормирование технологических операций» [11].

«Разработаны специальные технические средства оснащения» [11], что позволило снизить время проведения токарной и зубофрезерной операций за счет механизации процесса закрепления заготовки и внесения изменений в конструкцию режущего инструмента. Первое решение позволило сократить вспомогательное время на снятие и установку заготовки, а второе интенсифицировать на 15% режимы обработки, сохранив при этом требуемое качество обработки стойкость режущего инструмента.

Спроектированная технология изготовления шестерни оценена на безопасность и экологичность ее выполнения с учетом применения предлагаемых специальных технических средств.

Произведена экономическая оценка предлагаемой технологии изготовления шестерни и изменений, внесенных в нее. Установлено, что экономический эффект имеет положительное значение. Все предлагаемые решения признаны эффективными.

Список используемых источников

1. 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: 15.04.2024).

2. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2023. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 12.04.2024).

3. Бурчаков Ш. А. Технология машиностроения : учебное пособие / Ш. А. Бурчаков. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346982> (дата обращения: 29.03.2024).

4. 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: 27.03.2024).

5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2024. – 22 с.

6. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.

7. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833110> (дата обращения: 19.03.2024).

8. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 21.04.2024).

9. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 05.04.2024).

10. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 20.04.2024).

11. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 24.04.2024).

12. 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: 28.04.2024).

13. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 356 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/208667> (дата обращения: 21.04.2024).

14. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3 –е изд., доп. – Москва : ИНФРА –М, 2022. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 03.04.2024).

15. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций

[Электронный ресурс] : электрон. учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

16. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 11.04.2024).

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

18. Справочник конструктора –инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2 –е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2006. – 541 с.

19. Справочник технолога : справочник / А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Б. М. Базров [и др.] ; под общей редакцией А. Г.Суслова. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 800 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387530> (дата обращения: 28.03.2024).

20. Сысоев С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 352 с. – ISBN 978-5-507-47502-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/383858> (дата обращения: 02.04.2024).

21. Химический состав и физико-механические свойства стали 12ХН3А [Электронный ресурс]. – URL: http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12ХН3А (дата обращения: 10.03.2024).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
0 69					<i>Долбить пов. 37, 38 в размер 8-й степени точности.</i>															
Т 70					<i>396171 Приспособление специальное; 392410 Дольяк чашечный ГОСТ 9323-79 Р18; 394300 Прибор</i>															
Т 71					<i>измерительный универсальный.</i>															
72																				
А 73					<i>XX XX XX 030 4155 Протяжная</i>															
Б 74					<i>381573 Горизонтально-протяжной 7556 3 16458 422 1Р 1 1 1 1200 1 1,15</i>															
0 75					<i>Протянуть поверхность 11 в размер; $\phi 56_{-0,032}^{+0,10}$; $\phi 60_{-0,10}^{+0,10}$.</i>															
Т 76					<i>396171 Приспособление специальное; 392341 Протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25969-83; 393400 Калибр.</i>															
77																				
А 78					<i>XX XX XX 035 4157 Шевинговальная</i>															
Б 79					<i>381574 Зубошевинговальный 5702В 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,8</i>															
0 80					<i>Шевинговать пов. 23 в размер 6-й степени точности</i>															
Т 81					<i>396171 Приспособление специальное; 391810 Шейвер дисковый Р9Ф5 ГОСТ8570-75 394300 Прибор</i>															
Т 82					<i>измерительный универсальный.</i>															
83																				
А 84					<i>XX XX XX 040 4162 Зубозакругляющая</i>															
Б 85					<i>381574 Зубозакругляющий ВС-320А 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 4,3</i>															
0 86					<i>Закруглить торцовые поверхности зубьев внешнего венца.</i>															
Т 87					<i>396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза Р6М5 специальная; 393400 Калибр.</i>															
88																				
А 89					<i>XX XX XX 045 Термическая</i>															
90																				
А 91					<i>XX XX XX 050 4132 Внутришлифовальная</i>															
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б 94					381312 Внутршлифовальный ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	2,31
О 95	Шлифовать поверхности: Установ А пов. 46 в размер 118 ^{+0,007} ; Установ Б пов. 1 117,5 ^{+0,007} .														
Т 96	396171Приспособление специальное; 39810Крцг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
97															
А 98	XX XX XX 055 XXXX Зудохонинговальная														
Б 99					381574 Зудшлифовальный 5В832	3	12290	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,24
О 100	Хонинговать пов. 38 в размер 7-й степени точности.														
Т 101	396171Приспособление специальное; 397710 Хон; 394300 Прибор измерительный универсальный.														
102															
А 103	XX XX XX 060 4132 Внутршлифовальная														
Б 104					381312 Внутршлифовальный ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,89
О 105	Шлифовать пов. 10, 12, 13 размер $\phi 80,382_{-0,063}$; $\phi 90,186_{-0,063}$; $61,76_{-0,057}$.														
Т 106	396171Приспособление специальное; 39810Крцг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
107															
А 108	XX XX XX 065 4132 Внутршлифовальная														
Б 109					381312 Внутршлифовальный ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,76
О 110	Шлифовать пов. 10, 12, 13 размер $\phi 80_{-0,021}$; $\phi 90_{-0,170}$.														
Т 111	396171Приспособление специальное; 39810Крцг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
112															
А 113	XX XX XX 070 4191 Полировальная														
Б 114					381337 Полировально-шлифовальный ЗА352	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,65
О 115	Полировать пов. 13.														
Т 116	396171Приспособление специальное; 397710Крцг полировальный; 394300Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 117	XX	XX	XX	075	Маячная.										
118															
А 119	XX	XX	XX	080	Контрольная.										
120															
121															
122															
123															
124															
125															
126															
127															
128															
129															
130															
131															
132															
133															
134															
135															
136															
137															
138															
139															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Баржаб			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Токарная		Сталь 12ХНЗА ГОСТ4543-71		HВ 220	166	75	φ222x120,5			83	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тпа	тип	слож					
16К20Ф3				3,15			4,15	Угловая-1					
			пи	о или в	L	t	i	s	п	v			
от	1. Установить заготовку												
Т.з.	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;												
Т.з.	392152 Резец расточной специальный Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4.												
о.з.	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 24 выдерживая размеры												
о.з.	согласно эскиза.												
Р.з.		1				0,27	0,1	630	225				
Р.з.		2				2,31	0,1	630	225				
Р.з.		3				0,91	0,1	630	225				
о.з.	3. Переустановить заготовку												
о.з.	4. Точить последовательно поверхности и торцы: 33, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 46 выдерживая												

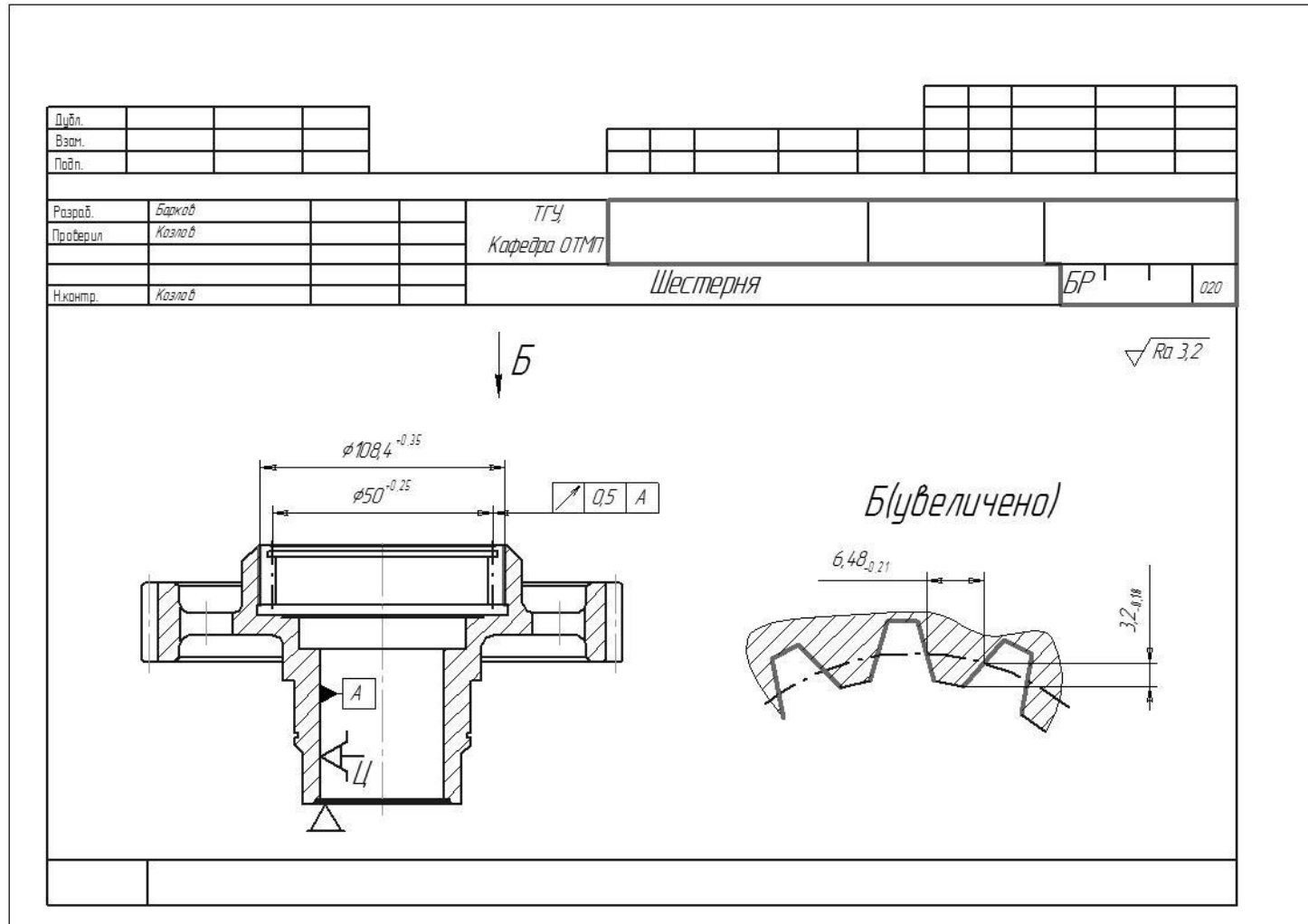
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Баржаб			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Исполн.	Козлов			Шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
Токарная		Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71		НВ 220	166	75	#222x120,5			83	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож					
16К20Ф3				3,15			4,15	Угловая-1					
		пи	о или в	L	r	i	s	п	v				
0 ₁₁	размеры согласно эскиза.												
P ₁₂		1				1,01	0,1	630	225				
P ₁₃		2				8,8	0,1	630	225				
P ₁₄		3				1,75	0,1	630	225				
0 ₁₅	5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
8													
17													
18													
19													
20													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Баржаб			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Исполн.	Козлов			Шестерня						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
Зубодолбежная		Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71		НВ 220	166	7,5	#222x120,5			8,3	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож					
5121				26			3,4	Укоротил-1					
			пи	о или в	l	t	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку												
Т.з.	396171 Приспособление специальное; 392410 Долбяк чашечный ГОСТ 9323-79 Р18.												
02	2. Долбить пов. 37, 38 выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.з.			1			2,44		0,3	100	25			
03	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Листов	
									Лит.	Листов
Перв. примен.		Формат	Зона	Лист						
						<u>Документация</u>				
		A1			24.БР.ОТМП.119.65.00.000СБ	Сборочный чертеж				
						<u>Детали</u>				
Склад №		A3	1		24.БР.ОТМП.119.65.00.001	Втулка	1			
		A4	2		24.БР.ОТМП.119.65.00.002	Гайка опорная М40	1			
		A4	3		24.БР.ОТМП.119.65.00.003	Гильза	1			
		A4	4		24.БР.ОТМП.119.65.00.004	Кольцо	1			
		A2	5		24.БР.ОТМП.119.65.00.005	Корпус	1			
		A3	6		24.БР.ОТМП.119.65.00.006	Крышка	1			
		A3	7		24.БР.ОТМП.119.65.00.007	Крышка	1			
		A4	8		24.БР.ОТМП.119.65.00.008	Крышка	1			
		A3	9		24.БР.ОТМП.119.65.00.009	Мембрана	1			
Лист и дата		A2	10		24.БР.ОТМП.119.65.00.010	Опорная плита	1			
		A3	11		24.БР.ОТМП.119.65.00.011	Переходник	1			
		A3	12		24.БР.ОТМП.119.65.00.012	Поршень	1			
		A4	13		24.БР.ОТМП.119.65.00.013	Сторонное кольцо	1			
		A4	14		24.БР.ОТМП.119.65.00.014	Тяга	1			
Изм. №		A4	15		24.БР.ОТМП.119.65.00.015	Цанга	1			
Изм. №		A4	16		24.БР.ОТМП.119.65.00.016	Шток	1			
Взам. инв. №						<u>Стандартные изделия</u>				
Лист и дата			17			Винт М4х10	4			
						ГОСТ 14475-80				
					24.БР.ОТМП.119.65.00.000					
Изм. №		Разработ.	Барков		Приспособление станочное			Лит.	Лист	Листов
		Проб.	Козлов						1	2
		Н.контр.	Козлов		ТГУ, ИМ гр. ТМбдо-2001а					
		Утв.	Логинов							
					Копировал			Формат А4		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

	Перв. примен.		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Формат	Зона				
Строч. №	A2		24.БР.ОТМП.119.70.00.000СБ	Сборочный чертеж		
				Документация		
				Детали		
	A3	1	24.БР.ОТМП.119.70.00.001	Державка резца	1	
	A4	2	24.БР.ОТМП.119.70.00.002	Штифт цилиндрический	1	
	A4	3	24.БР.ОТМП.119.70.00.003	Прихват	1	
				Стандартные изделия		
		4		Винт зажимной ГОСТ 17475-80	1	
		5		Пластина опорная ГОСТ 19046-80	1	
		6		Пластина режущая ГОСТ 19046-80	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.119.70.00.000	
Разраб.	Барков				Лист	Листов
Проб.	Козлов					1
Н.контр.	Козлов				ТГУ, ИМ	
Утв.	Лагинов				гр. ТМбдо-2001а	
					Формат А4	

Копировал

