

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 долбяка дискового

Обучающийся

Р.Р. Гальмутденов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.А. Боргардт

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

В работе показана технология изготовления долбяка дискового. Поставлена цель работы – сформировать умение моделирования технических объектов и технологических процессов, составления и ведения конструкторско-технологической документации; изучить возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов конкретной детали в рамках производственных возможностей базового предприятия, а также сформировать предложения по повышению эффективности изучаемого процесса путем применения экономически и технологически более выгодного оборудования.

В работе решаются следующие задачи: проведен литературный обзор технического объекта; проведен патентный обзор технического объекта; разработан перечень необходимых средств для моделирования разрабатываемого процесса; разработан перечень необходимых средств для проведения экспериментальных исследований; выполнена конструкторско-технологическая документация оборудования для проведения технологического процесса; скорректировано техническое задание, согласно разработанного перечня необходимых средств и конструкторско-технологической документации; подобран перечень необходимых средств для проведения научных исследований разрабатываемого процесса или проведения работ по выявлению недостатков применяемого в настоящее время предприятием технологического процесса; выполнены научные исследования и проведены необходимые мероприятия по выявлению недостатков существующего техпроцесса; проанализированы полученные результаты. Предложенные изменения обоснованы экономически. Показаны мероприятия по повышению экологической безопасности и охране труда.

Abstract

The paper presents the technology of manufacturing a disk cutter. The objective of the work is to develop the skill of modeling technical objects and technological processes, compiling and maintaining design and technological documentation; to study the possibilities of using various technological equipment to obtain the same design elements of a specific part within the production capabilities of the base enterprise, and to formulate proposals to improve the efficiency of the studied process by using more economically and technologically advantageous equipment. The following tasks are solved in the work: a literature review of the technical object was conducted; a patent review of the technical object was conducted; a list of necessary means for modeling the developed process was developed; a list of necessary means for conducting experimental studies was developed; design and technological documentation of the equipment for carrying out the technological process was prepared; the technical task was adjusted according to the developed list of necessary means and design and technological documentation; a list of necessary means for conducting scientific research of the developed process or for carrying out work to identify deficiencies of the technological process currently used by the enterprise was selected; scientific research was carried out and the necessary measures were taken to identify deficiencies of the existing technological process; the obtained results were analyzed. The proposed changes are economically justified. Measures to improve environmental safety and labor protection are shown.

Содержание

Введение	5
1 Исходные данные технического объекта	7
1.1 Технологичность технического объекта.....	7
1.2 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологии изготовления технического объекта.....	11
2.1 Получение заготовки и средства обработки	11
2.2 Расчет технологической операции	18
3 Средства оснащения.....	22
3.1 Проектирование станочного приспособления	22
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта	29
5 Экономическая эффективность работы	34
Заключение	38
Список используемой литературы и используемых источников.....	39
Приложение А Технологическая документация.....	42
Приложение Б Спецификации	53

Введение

В современных условиях развития машиностроения особую актуальность приобретает совершенствование технологических процессов изготовления деталей машин и механизмов. Важное место в этом процессе занимает разработка оптимальных технологических решений для производства деталей, к которым относится долбяк – одна из наиболее распространенных и важных деталей в машиностроении. В современных экономических условиях производство машиностроительной продукции требует применения современного высокотехнологичного оборудования [23]. Это позволяет существенно сократить эксплуатационные затраты, а соответственно – время на изготовление продукции, и в итоге максимально снизить себестоимость продукции и увеличить ее конкурентоспособность. Таким образом, изучение возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов детали является актуальной задачей для проектно-технологической деятельности [10].

Для успешного моделирования процесса изготовления детали необходим комплексный подход, включающий использование современного программного обеспечения, высокопроизводительных вычислительных систем, баз данных материалов и обрабатывающего оборудования [25]. Это позволяет: оптимизировать геометрию изделий, снизить количество брака за счет предварительного анализа процессов, ускорить разработку новых продуктов и технологий. Выбор конкретных средств зависит от масштаба работы, типа используемых материалов и уровня детализации моделирования.

Для проведения экспериментальных исследований процесса изготовления детали необходим следующий набор средств: оборудование и инструмент (современные станки и станочные комплексы, высокопроизводительный инструмент, измерительные датчики), материалы, инструменты анализа (координатно-измерительные машины,

термографические камеры, механические стенды для испытаний прочности), программное обеспечение. Правильно подобранные средства позволяют оптимизировать параметры получения заготовки, повысить качество изделий и снизить количество брака. Это особенно важно для предприятий, работающих в условиях высокой конкуренции и стремящихся к улучшению производственных процессов.

Особое внимание необходимо уделить качеству конструкторско-технологической документации, используемой в технологическом процессе. Она должна быть подробной и четкой, чтобы обеспечить корректную работу оборудования и высокое качество продукции [22]. Она включает: конструкторскую документацию (чертежи узлов и деталей, спецификации материалов и комплектующих), технологическую документацию (процессные карты, инструкции по эксплуатации и обслуживанию).

Правильно составленная документация позволяет оптимизировать производственные процессы, снизить количество брака и обеспечить безопасную работу оборудования [16]. Это особенно важно для предприятий, занимающихся массовым производством. Для минимизации технологических недостатков необходимо: оптимизировать процессы (использовать программное моделирование для предварительного анализа), подбирать качественные материалы (обеспечить правильную подготовку сырья), внедрять экологические технологии (установить системы переработки отходов и очистки воздуха), использовать автоматические системы контроля качества [24]. Правильная организация процесса и выбор оборудования помогут снизить влияние недостатков и повысить эффективность производства изделий.

1 Исходные данные технического объекта

1.1 Технологичность технического объекта

В работе осуществляется «разработка технологического процесса изготовления детали» [17] «Долбяк». «Основные характеристики данного инструмента в виде геометрических параметров, максимальных режимах резания, его химического состава и свойств материала (в качестве материала, исходя из служебного назначения детали целесообразно выбрать сталь Р6М5 по ГОСТ 19265-73)» [17], «из которого он изготавливается, приведены в таблице 1, а эскиз предлагаемой детали представлен на рисунке 1. Данный инструмент называется полностью «долбяком дисковым зуборезным» и предназначается он для получения зубьев цилиндрических колес» [18].

Таблица 1 – Основные характеристики детали

«Геометрические параметры детали							
Ширина В, мм	Диаметр вершин зубьев D, мм	Модуль m	Число зубьев Z	Задний угол α, °	Передний угол γ, °	Угол профиля γ ^б	
11	41,66±0,01	0,5	80	6	5	2°04′	
Поддерживаемые режимы резания при работе детали							
Глубина t, мм	Подача на обкатку S, мм/дв. ход	Подача на врезание S, мм/дв. ход	Скорость V, м/мин	Число двойных ходов k, об/мин			
1,1	0,15	0,036	35	400» [17]			
«Процентное содержание химических элементов в составе материала детали							
Элемент	C	S	P	Cr	W	V	Mo
Содержание, %	0,82-0,9	0,025	0,03	3,8-4,2	5,5-6,5	1,7-2,1	4,8-5,3
Физико-механические свойства материала детали							
σ _Т , МПа	σ _в , МПа	δ ₅ , %	ψ, %	КСУ, кДж/м ²		НВ	
510	850	12	14	180		269» [4]	

«Систематизацию и классификацию поверхностей проведем по рисунку

1.

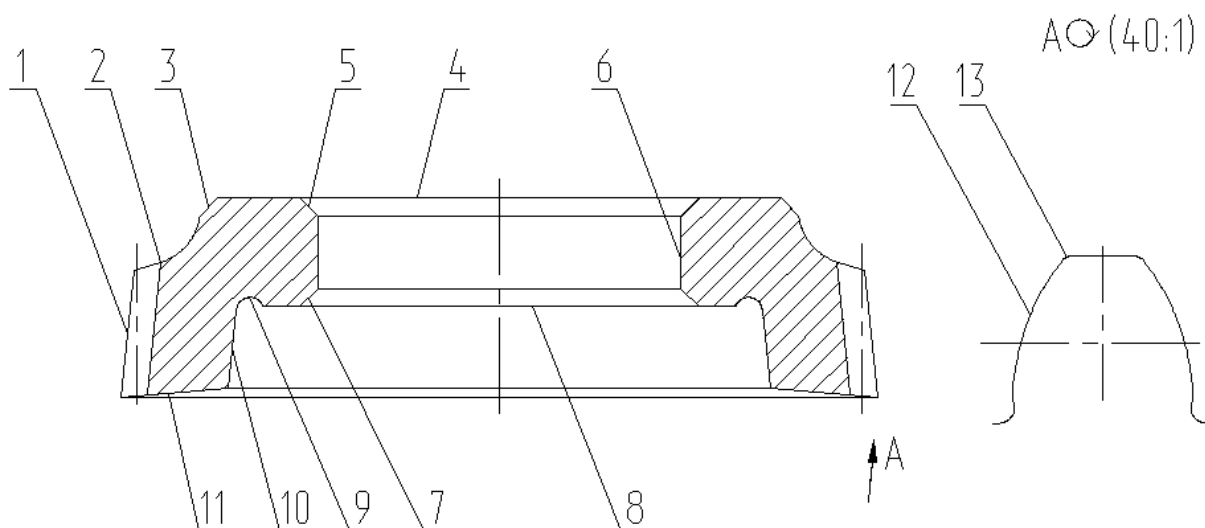


Рисунок 1 – Эскиз долбяка

Инновационность конструкции является совокупностью атрибутов, обеспечивающих повышенную эффективность этапов создания, применения и технического обслуживания изделия в соответствии с установленными стандартами качества» [9], а также производственными и операционными требованиями. Чтобы качественно и количественно определить инновационность конструкции, критично провести систематизацию всех ее поверхностей воспользуемся эскизом на рисунке 1.

Основными недостатками базового технологического процесса являются следующие изменения конечного продукта в неавтоматизированных условиях: точность, невысокая квалификация рабочих, ошибочность в изучение технологических данных.

С учетом выявленного недостатка производства, на место старого оборудования, в процесс изготовления детали необходимо ввести новое оборудование с числовым программным управлением.

Также проводится критический анализ основных технических процессов. Это дает возможность выявлять недостатки и разрабатывать более эффективные технические процессы на основе новых данных. Это изучение чертежа деталей, чтобы знать порядок изготовления деталей; проведение

анализа используемого оборудования, приспособления, режущий и измерительный инструмент; инструменты и средства управления должны быть разработаны с учетом типа производства; проведение контроля параметров детали. В процессе изготовления детали проверяют соосность, цилиндричность и параллельность. Для этого используются контрольно-измерительные приборы. Кроме того, при анализе технологичности конструкции детали необходимо учитывать оптимальную форму, взаимозаменяемость элементов и узлов, стандартизацию и единообразие детали и отдельных ее конструктивных элементов и так далее.

Альтернативный техпроцесс изготовления данной детали составлен оптимально, так как позволяет обойтись стандартным широкоуниверсальным набором режущего инструмента и оснастки без необходимости проектирования и изготовления оригинальных конструкций.

Таким образом, для снижения затрат на изготовление детали предлагается заменить три единицы используемого в базовом техпроцессе оборудования одной единицей, которая в настоящее время на предприятии отсутствует. Вывод об эффективности предлагаемых совершенствований можно сделать на основании итоговых показателей экономического расчета от предполагаемого внедрения, который будет показан в соответствующем разделе данной работы.

1.2 Задачи работы

Цель работы – сформировать умение моделирования технических объектов и технологических процессов, составления и ведения конструкторско-технологической документации; изучить возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов конкретной детали в рамках производственных возможностей базового предприятия, а также внесение

предложений по повышению эффективности изучаемого процесса путем применения экономически и технологически более выгодного оборудования.

Задачи работы: провести литературный обзор технического объекта; провести патентный обзор технического объекта; разработать перечень необходимых средств для моделирования разрабатываемого процесса; разработать перечень необходимых средств для проведения экспериментальных исследований; выполнить конструкторско-технологическую документацию оборудования для проведения технологического процесса; скорректировать техническое задание, согласно разработанного перечня необходимых средств и конструкторско-технологической документации; собрать перечень необходимых средств для проведения научных исследований разрабатываемого процесса или проведения работ по выявлению недостатков применяемого в настоящее время предприятием технологического процесса; выполнить научные исследования или провести необходимые мероприятия по выявлению недостатков существующего техпроцесса; изучить конструктивные особенности и технические требования к детали; проанализировать существующие методы механической обработки деталей; «разработать технологический процесс изготовления детали; произвести необходимые технологические расчеты; подобрать оборудование и технологическую оснастку» [4]; определить режимы резания; рассчитать нормы времени на операции; изучить производственную структуру механического цеха; ознакомиться с системой управления качеством на предприятии; разработать мероприятия по совершенствованию технологического процесса; проанализировать полученные результаты.

В «разделе проведен анализ исходных данных и определены задачи для достижения поставленной в работе цели» [4].

2 Разработка технологии изготовления технического объекта

2.1 Получение заготовки и средства обработки

В таблице 2 представлены исходные данные для выбора типа производства и проектирования заготовки.

Таблица 2 – Проектирование заготовки (исходные данные)

Масса детали, кг	Материал заготовки	Тип производства	Выпуск, шт.	Метод получения заготовки
0,09	P6M5 ГОСТ 19265-73	среднесерийный	20000	прокат

«Результаты анализа технологичности детали в первом разделе показывают, что заготовка может быть получена только из проката. Необходимо определить наибольший диаметр проката» [11]. «Для этого назначим припуск на максимальный размер детали 41,66 мм. На черновой операции точения припуск составит 2,4 мм, на чистовой – 0,6 мм, на черновой операции шлифования припуск составит 0,2 мм, на чистовой – 0,1 мм. Тогда можно определить диаметр проката» [17]:

$$D = 41,66 + 2,4 + 0,6 + 0,1 = 44,96 \text{ мм.}$$

Прокатка – это процесс пластической деформации формованных стальных частиц между вращающимися лопатками. Сила трения заставляет металл перемещаться по лезвию с заданной скоростью, а под действием давления, передаваемого лезвиями, инструменту придается необходимый крутящий момент.

«Согласно ГОСТа 2590-2006 выбираем соответствующий пруток:

$$\text{Круг} \frac{45-B1 \text{ ГОСТ } 2590-2006}{P6M5 \text{ ГОСТ } 19265-73}$$

Назначим припуски на подрезку торцевых поверхностей. На черновой подрезке торца припуск составит 1 мм на сторону, на чистовой – 0,3 мм, на

черновой операции шлифования торца припуск составит 0,1 мм на сторону, на чистовой – 0,05 мм. Тогда можно определить общую длину заготовки» [2]:

$$L = 11 + (1 + 0,3 + 0,1 + 0,05) \cdot 2 = 13,9 \text{ мм.}$$

«Принимаем $L = 14$ мм.

Объем прокатной заготовки, учитывая допуск $\varnothing 45,4$ мм, находится по формуле» [12]:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} \text{ мм}^3 \quad (1)$$

«Получим:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot 45,4^2 \cdot 14 = 22652 \text{ мм}^3.$$

Массу заготовки при прокате найдем по формуле:

$$M_{\text{ПР}} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где $M_{\text{ПР}}$ – масса проката, кг;

V – объем, мм³;

γ – плотность стали, кг/м³» [13].

«Получим:

$$M_{\text{ПР}} = 22652 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,178 \text{ кг.}$$

Значение коэффициента использования материала определим по формуле:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{ПР}}} \quad (3)$$

$$\text{Для проката» [17]: } K_{\text{ИМ}} = \frac{0,09}{0,178} = 0,50.$$

«На следующем этапе проектирования для выбранного типа производства необходимо определить припуски на точные поверхности [14].

Выбираем конусную поверхность диаметром от 40 до 41,66 мм. Воспользуемся расчетно-аналитическим методом определения припусков» [17].

В ходе проектирования технологического процесса главная задача – сокращение трудоемкости выполнения работы. Ключевыми факторами, влияющими на эффективность механической обработки материалов, являются настройки параметров режимов резки, количество необходимых технологических переходов и операций, а также идеальная последовательность их выполнения. Поэтому первым шагом должно стать составление подробного плана механической обработки на станках.

Последовательность обработки:

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 1 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью равной 0,32 с 7 квалитетом образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На двадцать пятой операции точить и достичь параметр шероховатости поверхности до 2,5 с 10 квалитетом, базирование осуществлять по поверхностям номер 4 и номер 6.

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 2 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 2,5 с 10 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На пятнадцатой операции точить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 6 и номер 8.

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 3 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 2,5 с 10 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На пятнадцатой операции точить и достичь параметр шероховатости

поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 6 и номер 8.

Поверхность, представляющая собой плоскость, под номером 4 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 0,32 с 5 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На пятой операции отрезать, базирование осуществлять по поверхности 1.

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 5 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 2,5 с 10 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На десятой операции расточить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность, представляющая собой цилиндр, под номером 6 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 0,32 с 6 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На десятой операции расточить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 12 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 7 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 2,5 с 10 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На десятой операции расточить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность, представляющая собой плоскость, под номером 8 при механической обработке для достижения поставленных технологических

критериев качества с шероховатостью R_a равной 0,63 с 6 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На десятой операции точить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность сложной геометрии под номером 9 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 2,5 с 10 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На десятой операции расточить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 10 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 2,5 с 10 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На десятой операции расточить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность, представляющая собой конус, под номером 11 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 0,32 с 7 квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На пятой операции отрезать, базирование осуществлять по поверхности 1; на десятой операции точить и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 5 с 13 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 1 и номер 4.

Поверхность, представляющая собой боковую часть зубьев, под номером 12 при механической обработке для достижения поставленных технологических критериев качества с шероховатостью R_a равной 0,32 с 5

квалитетом IT образуется при соблюдении следующего порядка технологических операций. На тридцать пятой операции нарезать зубья и достичь параметр шероховатости поверхности R_a до 2,5 с 8 квалитетом IT , базирование осуществлять по поверхностям номер 4 и номер 6.

Остальные процессы в технологии изготовления следуют аналогичным принципам, принимая во внимание свойства материала, метод и степень обработки, а также стандарты качества, заданные для поверхностных слоев.

«Полученную деталь промыть, осуществить контрольную операцию и провести химико-термическую обработку» [17].

Согласно ГОСТ 14.404-93, эффективный выбор оборудования требует комплексного подхода, включающего анализ типологии производственных процедур, характеристик выпускаемой продукции, запланированной операционной последовательности, оптимизации интеграции операций, применения стандартизированного технологического оснащения и прочих релевантных факторов. В процессе подбора отдельных единиц оборудования особое внимание уделяется их функциональным возможностям по изготовлению деталей в соответствии с определёнными размерными, конфигурационными параметрами, критериями обработки поверхностей и допусками по точности.

Разработка и использование технологического оборудования, инструментов и измерительных приборов подчиняются стандарту ГОСТ 14.305-73, устанавливающему требования к данной категории оснастки. Параллельно, выбор аппаратуры для осуществления технического надзора за производственными операциями урегулирован стандартом ГОСТ 14.306-73, обеспечивающим соответствие оборудования заданным параметрам.

В рамках среднесерийного изготовления деталей, особое внимание уделяется многофункциональным аппаратам и обрабатывающим центрам, оснащённым системой ЧПУ. Такой выбор объясняется высокой адаптивностью данных устройств к производству широкого спектра изделий,

что позволяет быстро переориентировать производственные линии на новые типы продукции без существенных задержек.

«Для реализации предлагаемой последовательности обработки поверхностей детали и получения готового изделия необходим определенный состав средств технологического оснащения, который приведен в таблице 3» [19].

Таблица 3 – СТО

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Мерительный инструмент
«005	СИ-30	приспособление ГОСТ 12195-66	круг ГОСТ Р 52781-2007	ШПЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
010	SAMAT 135NC	патрон ГОСТ 2675-80 [13]	резец токарный проходной	калибр-скоба ГОСТ 18355-73 шаблон ГОСТ 2534-79 калибр-пробка
015			резец токарный проходной резец токарный расточной	
020				
025		патрон цанговый ГОСТ 17200-71		
030	п/а 3K227B	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	круг ГОСТ Р 52781-2007	шаблон ГОСТ 2534-79 калибр-пробка ГОСТ14827-69
035	KCM-03F3	приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом	фреза червячная модульная P18K5Ф2» [1]	шаблон ГОСТ 2534-73 приспособление мерительное с индикатором
«060	п/а 3K227B	патрон мембранный ОСТ 3-3443-76	круг ГОСТ Р 52781-2007	шаблон ГОСТ 2534-79 калибр-пробка ГОСТ14827-69 приспособление мерительное с индикатором
065	п/а 3K227B	патрон цанговый ГОСТ 17200-71		
070	п/а 5893			
075	п/а МИ-05			
080	п/а SHU-321.22			
095	п/а 3K227A	патрон мембранный ОСТ 3-3443-76		
100	п/а 5893			
105	п/а МИ-05			
110	п/а SHU-321.22			
115	п/а B3-44» [1]			шаблон ГОСТ 2534-73

В таблице 3 для каждой технологической операции показаны средства технологического оснащения. Выбор инструментов для резания и измерения опирается на параметры обработки, такие как сила резания, скорость подачи и глубина среза, а также учитывает их стоимость и расходы на содержание, не забывая про свойства исходного материала. Предпочтение лучше отдавать

универсальному инструменту, особенно при организации среднесерийного производства.

Для выполнения резаний на универсальных и токарных станках с числовым программным управлением мы применяем следующий набор инструментов: сверла диаметром 8 мм, 4,8 мм, 1,6 мм, 17 мм, и 2,3 мм, соответствующие ГОСТ 10902-77, изготовленные из инструментальной быстрорежущей стали марки P18. Для проходных и внутренних операций используются резцы 2140-0505 на основе P6M5 и 2102-0055 из T15K6 согласно ГОСТам 18872-73 и 18877-73 соответственно. Для фрезерования применяются фрезы с диаметрами 20 мм, 32 мм, и 6 мм, стандартизированные по ГОСТ 23248-78, с пластинками из быстрорежущей стали P8M3K6C. Также для обработки используется зенковка по ГОСТ 14953-80 и метчики для нарезки резьбы из стали У12 согласно ГОСТ 3266-81.

По завершению технологических операций обработки изделий используются традиционные измерительные приборы: штангенциркули, шаблоны, калибры, и пробки. Спецификации этих инструментов уточнены в документации механической обработки, а именно в операционных картах по форме 3 согласно стандарту ГОСТ 3.1404-86.

2.2 Расчет технологической операции

При настройке технологических параметров обработки необходимо придерживаться определённой алгоритмической последовательности. Ключевым этапом является корректный расчёт режимов резания с учётом комплексного анализа множества факторов: геометрических параметров режущего инструмента, включая размеры и форму резца; физико-химических свойств материала режущей части; особенностей обрабатываемого материала и его текущего состояния; технических характеристик производственного оборудования, в том числе класса станка и его энергетической мощности.

Такой многофакторный подход обеспечивает оптимальную настройку процесса обработки.

В данном случае приведено определение параметров режима резания на основе аналитических формул для одного технологического процесса. Для остальных этапов производственного цикла параметры резания вычисляются согласно стандартным нормам, принимая во внимание корректирующие коэффициенты.

Для выполнения технологических переходов 1 и 2 применяется специализированный проходной сборный резец модели 2102-0055, соответствующий требованиям ГОСТ 18877-73. Режущая часть инструмента оснащена износостойкой пластиной из твёрдого сплава марки T15K6, что обеспечивает высокую эффективность обработки.

В таблице 4 показаны параметры обработки на 025 операции, в том числе конструктивные параметры резца, которые характеризуются габаритной высотой, шириной режущей части, общей длиной и протяженностью рабочей зоны.

Таблица 4 – Исходные данные для 025 операции

«Деталь		Материал		Заготовка		Приспособление		
долбяк		сталь Р6М5		прокат		патрон цанговый		
Оборудование								
Модель		Мощность, кВт		Число скоростей шпинделя		Частота вращения шпинделя, об/мин		
SAMAT 135NC		10		22		12,5-2000		
Переход	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин							
	Пластина	φ	λ	α	h	b	L» [7]	
	T15K6	93°	-2°	11°	25	25	125	
		105°	0°		10	10	100	
Переход	Обработка поверхностей с указанием размеров							
1 (точение)	Ø42 _{-0,1}		11,54±0,042		6°±15’		5°±15’	
2 (расточка)	Ø22 ^{+0,084}	Ø26 ^{+0,084}	Ø30 ^{+0,084}	R2» [2]	7,75±0,042	6,37±0,042	45°±20’	6°±15’

«Режимы резания для технологических операций будем определять табличным методом» [21]. Результаты отмечены в таблице 5.

Таблица 5 – Режимы резания

«Операция	Переход	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_t , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин» [15]
«015	Точить $\varnothing 42,6$	2,0	0,3	120	897	800	107,0
020	Точить $\varnothing 33$ Расточить $\varnothing 19,5$	0,3 0,25	0,15 0,15	285,3 265	2753 4327	2000 2000	207,2 122,5
030	Шлифовать $\varnothing 19,74$	0,12	5000** 0,008*	35	564	564	35
	Шлифовать $\varnothing 31$	0,12	5000** 0,008*	35	360	360	35
035	Фрезеровать $\varnothing 63$	1,0	2,0	80	404	400	79,1
060	Шлифовать $\varnothing 19,9$	0,08	4500** 0,005*	35	560	560	35
	Шлифовать $\varnothing 31$	0,08	4500** 0,005*	35	360	360	35
065	Шлифовать $\varnothing 24$	0,12	4500** 0,005*	35	696	696	35
	Шлифовать $\varnothing 42$	0,12	4500** 0,005*	35	265	265	35
070	Шлифовать зубья	0,08	0,04* ³ 1,5* ⁴ 10* ⁵	35 м/с	-	-	35 м/с
075	Заточить $\varnothing 42$	0,12	4000** 0,006*	35	265	265	35
080	Шлифовать $\varnothing 41,76$	0,12	0,006* 5	35	265	265	35
095	Шлифовать $\varnothing 20$	0,05	3500** 0,002*	35	560	560	35
	Шлифовать $\varnothing 31$	0,05	3500** 0,002*	35	360	360	35
100	Шлифовать зубья	0,04	0,025* ³ 1,5* ⁴ 8* ⁵	35 м/с	-	-	35 м/с
105	Заточить $\varnothing 42$	0,05	3500** 0,003*	35	265	265	35
110	Шлифовать $\varnothing 41,66$	0,05	0,003* 4	35	267	267	35
115	Заточить R0.1	0,1	0,010* 8* ⁵	15 м/с» [9]	-	-	15 м/с

В таблице 5 обозначено * – подача в мм/мин. В остальных операциях технологического цикла параметры резания устанавливаются согласно стандартам, адаптированным к специфическим условиям работы путём применения корректирующих коэффициентов. Нормы времени на проектируемые операции приведем в таблице 6.

Таблица 6 – Нормы времени (в минутах)

Операция	T_0	T_B	$T_{оп}$	$T_{шт-к}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	n	$T_{об,от}$
«010	0,256	0,277	0,533	0,032	25	0,565	472	0,516
015	0,179	0,292	0,471	0,028	17	0,499	472	0,535
020	0,073	0,333	0,406	0,024	21	0,430	472	0,474
025	0,100	0,407	0,507	0,030	21	0,537	472	0,581
030	0,120	0,336	0,456	0,046	18	0,502	472	0,540
055	2,400	0,322	2,722	0,163	26	2,885	472	2,940
060	0,171	0,336	0,507	0,054	18	0,561	472	0,599
065	0,115	0,336	0,451	0,045	15	0,496	472	0,528
070	7,933	0,373	8,306	1,353	26	9,659	472	9,714
075	0,110	0,303	0,413	0,042	15	0,455	472	0,487
080	0,182	0,303	0,485	0,054	15	0,539	472	0,571
095	0,285	0,336	0,621	0,073	18	0,694	472	0,732
100	10,244	0,373	10,617	1,739	26	12,356	472	12,411
105	0,114	0,303	0,417	0,043	15	0,460	472	0,492
110	0,206	0,303	0,509	0,058	15	0,567	472	0,599
115	2,400	0,270	2,670	0,416	15	3,086	472» [8]	3,118

В разделе проведен комплексный анализ «технологических операций, который включает в себя расчет режимов резания и норм времени на основе самых современных методик с использованием автоматизированных средств инженерных расчетов. Результаты раздела также представлены в Приложении А Технологическая документация в таблице А.1 и в Приложении Б Спецификации в таблице Б.1» [17].

3 Средства оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для 025 операции «проведем расчет при выбранных параметрах обработки цангового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке» [13]. «Ранее при проектировании 025 операции получено значение главной составляющей силы резания 92 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 2. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил» [15].

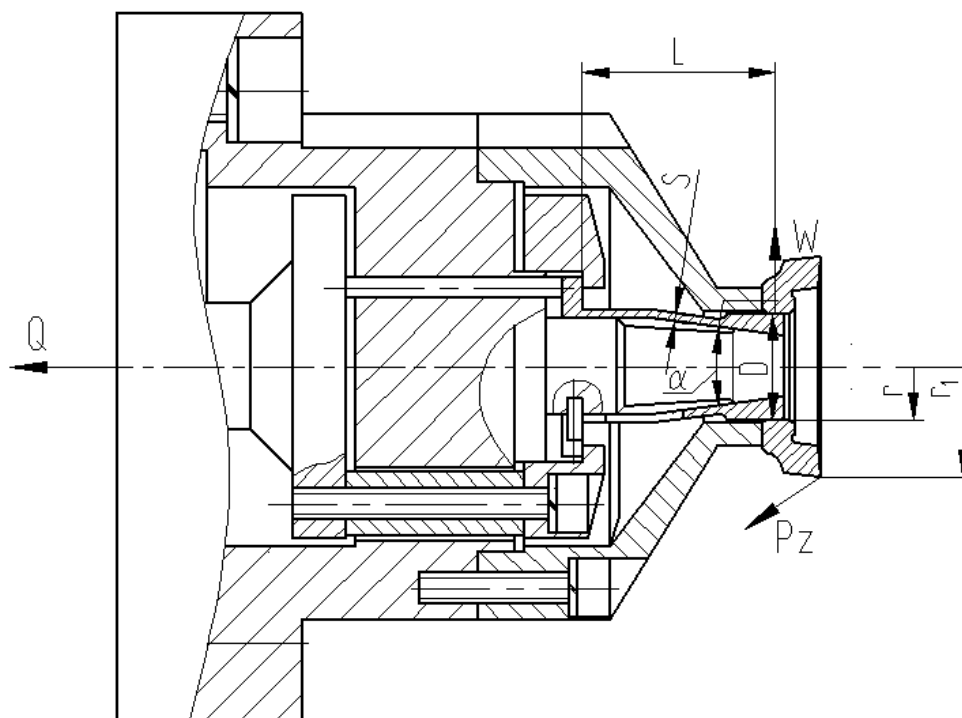


Рисунок 2 – Эскиз приспособления

«Проведем расчет силы зажима заготовки.

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r_2}{f \cdot r_1}, \quad (4)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

r_1 – радиус поверхности контакта равен 19,5 мм;

r_2 – радиус обрабатываемой поверхности равен 42 мм;

f – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,16» [7].

«Коэффициент запаса K определим согласно» [13] равным 2,16. «Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 92 \cdot 42}{0,16 \cdot 19,5} = 3096 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = K \cdot (W_z + W_1) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \phi\right), \quad (5)$$

где $K = 1,05$; α – угол конуса цанги;

ϕ – угол трения между цангой и втулкой;

W_1 – сила зажима лепестков цанги» [13].

«Для расчета силы зажима трех лепестков цанги используем выражение:

$$W_1 = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot s \cdot D^3}{L^3}, \quad (6)$$

где Δ – зазор между цангой и заготовкой;

s – толщина лепестка цанги;

D – диаметр лепестка цанги;

L – длина лепестка цанги.

Соответственно получим:

$$W_1 = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 19,5^3}{36^3} = 191 \text{ Н.}$$

Тогда получим:

$$Q = 1,05 \cdot (3096 + 191) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50' \right) = 818 \text{ Н.}$$

Определим диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (7)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [15].

«Тогда получим:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{818}{0,4 \cdot 0,9}} = 55,7 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее стандартное к расчетному значение для диаметра штока 80 мм.

Ход штока поршня определим по формуле:

$$h_{ш} = S_{Ц} \cdot i_n, \quad (8)$$

где $S_{Ц}$ – ход лепестков цанги;

i_n – передаточное число по перемещению.

$$S_{Ц} = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p, \quad (9)$$

где T – допуск на размер $\varnothing 19,5$ равен 0,084 мм;

$\Delta_{ГАР}$ – гарантированный зазор равен 0,1 мм;

ΔS_p – запас хода цанги равен 0,08 мм» [17].

«Тогда получим:

$$S_{\text{ц}} = 0,084 + 0,1 + 0,08 = 0,26 \text{ мм};$$

$$i_n = \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{ctg} 7,5^\circ = 7,6;$$

$$h_{\text{ш}} = 0,26 \cdot 7,6 = 1,976 \text{ мм}.$$

Принимаем ход лепестков цанги 2 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [17].

3.2 Проектирование режущего инструмента

Сформируем перечень средств моделирования процесса оптимизации режущего инструмента. Цель: разработка модели, позволяющей оптимизировать геометрию, материал и условия эксплуатации режущего инструмента.

Необходимые ресурсы: программное обеспечение для компьютерного моделирования (например, ANSYS, SolidWorks, CATIA, Autodesk Inventor); базы данных по материалам (например, MatWeb, CES EduPack) для выбора оптимальных материалов; программы для расчета нагрузок и напряжений (например, MATLAB, Abaqus); системы автоматизированного проектирования (САПР) для создания 3D-моделей инструмента; программы для симуляции процессов резания (например, DEFORM, AdvantEdge).

Ставим задачу для получения необходимой информации для экспериментальных исследований: Проведение экспериментальных исследований с целью оценки эффективности предложенных усовершенствований.

Для успешного проведения экспериментальных исследований требуются следующие средства: испытательный стенд, оснащенный станком с ЧПУ для тестирования резцов; система датчиков, обеспечивающая измерение сил резания, температуры и вибрации. В состав системы входят тензометрические датчики, термопары и акселерометры; оборудование для микроскопического анализа поверхности резца, например, электронный

микроскоп; инструменты для измерения износа резца, включающие профилометры и микроскопы; материалы для изготовления опытных образцов резцов, такие как твердые сплавы, керамика и покрытия; оборудование для нанесения защитных покрытий, например, методом PVD или CVD; программное обеспечение для сбора и обработки данных, например, LabVIEW.

Целью исследования являются документы для проекта модернизации объекта исследований и разработка комплекта конструкторско-технологической документации, необходимой для производства и проведения испытаний усовершенствованного резца.

Для исследования необходимо получить следующие документы: чертежи резца, которые должны включать полную информацию о размерах, допусках и материалах; технологическая карта изготовления резца, которая описывает все этапы производственного процесса, включает в себя используемое оборудование и режимы обработки станка; программа для ЧПУ для проведения испытаний, которая обеспечивает автоматизированное управление станком во время работы и испытаний; методика проведения экспериментальных исследований, которая устанавливает порядок проведения испытаний, включает в себя размерные параметры и условия проведения испытаний; протоколы испытаний, которые должны зафиксировать полученные данные измерений параметров: сила резания, температура, износ в ходе испытаний; результаты моделирования и экспериментальных исследований, которые содержат анализ полученных данных, выводы о работе и эффективности улучшенного режущего инструмента.

Чертежи резца содержат детальную информацию о размерных параметрах, допусках, отклонениях и материал. Технологическая карта изготовления резца содержит этапы и операции по производству режущего инструмента.

Программы для станка с ЧПУ при проведении испытаний, обеспечивает автоматизацию выполнения испытаний. Регламент экспериментальных исследований описывает порядок и условия проведения испытаний. Бланки испытания должны фиксировать полученные данные испытаний: сила резания, температуры и степень износа. Протокол по результатам моделирования и экспериментальных исследований подводят к «итогам проведенных исследований и производят анализ полученных данных.

Современные методы моделирования позволяют оптимизировать геометрию канавок для достижения максимальной эффективности» [3]. Упрочняющие фаски и заточка с уменьшенными углами особенно актуальны для менее прочных твердосплавных резцов и резцов со сверхтвердыми синтетическими сплавами (например, на основе кубического нитрида бора или алмаза), позволяя компенсировать их меньшую прочность по сравнению с более износостойкими материалами. Пример моделирования режущего инструмента в виде резца показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Режущий инструмент

Примем основные параметры для резца и пластины, которые указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры резца и пластины

«Резец						
Материал	HRC	$\varphi, ^\circ$	$h, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$	$h_1, \text{ мм}$	$L, \text{ мм}$
40X	40...45	93	25	25	25	115
Пластина						
Твердый сплав		Передний угол $\gamma, ^\circ$		Задний угол $\alpha, ^\circ$		
T15K6		10		5» [12]		

В разделе показана практическая значимость работы, которая заключается в том, что разработанные технологические решения в виде станочного приспособления и режущего инструмента могут быть внедрены в производство, что позволит повысить эффективность изготовления деталей на предприятии. Сборочные единицы в виде отдельных деталей и элементов приспособлений представлены в Приложении Б Спецификации в таблице Б.1.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В «предлагаемом разделе техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда и в работе в целом является технологический процесс изготовления» [3] долбяк.

«Технологические операции: заготовительная, токарная, термообработка, шлифовальная, фрезерная. Рабочие места: оператор станков с ЧПУ, термист, контролёр ОТК, шлифовщик, оператор моечной установки. Оборудование: токарный станок SAMAT 135NC с ЧПУ, шлифовальный станок с ЧПУ СИ-30, фрезерный станок КСМ-03F3 с ЧПУ, муфельная печь установка для цементации, стол контролёра. Материалы: Сталь Р6М5 ГОСТ 19265, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества» [15]. Выбранные «средства технологического оснащения технологического процесса и расчет режимов резания детально расписан в пункте 2.2 раздела 2, а также в Приложении А в таблице А.1. В приложении Б в таблице Б.1 представлены спецификации для станочной и инструментальной оснастки. В составлении технологической документации учитываются графические схемы, чертежи и текстовые документы, эти документы в своей совокупности могут определять ход и порядок различных технологических операций» [15].

«Для идентификации опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке обычно руководствуются локальными нормативными документами, устанавливающими порядок этой процедуры. На производственном участке возможно возникновение травмирующих воздействий на человека. Это травма, поражение электрическим током, пожар, шум и так далее» [5].

«Источниками возникновения или получения травмы могут потенциально быть движущиеся части производственного оборудования, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.012–75; разрыв шлифовального круга,

вырыв обрабатываемой детали, вращающийся инструмент при обработке детали, приспособления для закрепления инструмента, перемещение шлифовальной бабки, слесарно-монтажный инструмент и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.033–78 2.

Источниками поражения электрическим током могут быть потенциально пробой фазы на корпус, нарушение изоляции токоведущих частей, перегрузка электрооборудования, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82 3» [20].

«Источниками возникновения пожара могут выступать действия, возникающие при нарушении изоляции токоведущих частей; перегрузке электрооборудования; нарушении технологического процесса; наличии промасленной ветоши; открытом огне и наличии искр; повышенной температуре воздуха и окружающих предметов; наличии токсичных продуктов горения; дыма; негерметичности системы питания; подаче топлива самотёком, курении в непосредственной близости от системы питания; применении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при мойке двигателя и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82.

Источниками возникновения шума является вибрация поверхностей оборудования, электродвигатель, непосредственно обработка резанием, компрессоры, двигатели автомобилей, механические передачи, воздухопроводы, технологическое оборудование и инструмент, уровень которого по ГОСТ 12.1.003–83 не может превышать 80 дБА» [5].

«Обязательно применение средств индивидуальной защиты и технических средств защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Так при защите от повышенной или пониженной температуры поверхностей оборудования, материалов применяется специальная одежда, защитные щитки, очки, перчатки и рукавицы, специальная обувь и ограждение опасной зоны» [5].

«При защите от поражения электрическим током применяются защитное заземление зануление, ограждение токопроводящих частей, применение УЗО, выравнивание потенциалов, спец одежда, защитные очки, перчатки и спец обувь.

Для защиты от движущихся машин и механизмов подвижных частей производственного оборудования; передвигающиеся изделий и заготовок применяются спец одежда, защитные очки, перчатки, головной убор (каска или каскетка) и спец обувь, зонирование территории цехов (обозначение безопасных проходов), сигнализация и защитные ограждения.

При защите от повышенного уровня шума на рабочем месте и повышенного уровня вибрации на объекте применяется спец одежда, спец обувь, перчатки, наушники, беруши, наладка оборудования, увеличение жёсткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [20].

«Для обеспечения пожарной безопасности технического объекта применяются технические средства: первичные (огнетушители, ящики с песком, пожарные краны, асбестовая ткань), мобильные (пожарные автомобили), стационарные установки и системы пожаротушения (пожарный резервуар, система пожаротушения), средства пожарной автоматики (приборы приёмно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией при пожаре), пожарное оборудование (пожарные шланги, наконечники пожарных рукавов, запорная аппаратура, насосное оборудование, разметка эвакуационная напольная), средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре (самоспасатель изолирующий противопожарный СИП-1М), пожарный инструмент (ломы, вёдра, багры, топоры, лестницы), пожарные сигнализация, связь и оповещение (система пожарной сигнализации, аварийное автономное освещение)» [5].

«Негативное экологические воздействие, влияющие на атмосферу – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно-аэрозольная взвесь.

Негативное экологическое воздействие, влияющие на гидросферу – это проливы загрязнённой воды и технических жидкостей при проведении профилактики и очистке оборудования в сточные воды.

Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу – проливы технических жидкостей (масла, СОЖ) при проведении профилактики и ремонта, а также в аварийных ситуациях, внесение частиц металлической стружки частиц окалина на поверхность полов» [5]. «Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду на рассматриваемой операции проводятся следующие мероприятия - применение защитных щитков препятствующих распространению паров, взвеси и разбрызгиванию СОЖ, подвод приточно-вытяжной вентиляции, оборудованной фильтрами» [5].

Техника безопасности представляет собой многогранную систему мер, направленных на создание безопасной рабочей среды и предотвращение производственных травм. Это не просто набор правил, а тщательно проработанная стратегия защиты человека в условиях современного производства.

Каждое предприятие инвестирует значительные ресурсы в обеспечение безопасности труда. Ключевую роль играет служба охраны труда, которая подчиняется главному инженеру и отвечает за комплексный подход к безопасности. Специалисты этой службы разрабатывают регламенты, контролируют их исполнение и проводят обучение персонала.

Комплексный подход к безопасности включает следующие направления работы: модернизация оборудования – постоянное совершенствование конструкций машин и механизмов для минимизации рисков травматизма; защитные системы – установка современных ограждений, защитных экранов и предохранительных устройств на всех производственных агрегатах; комфортные условия – обеспечение оптимальной освещенности, вентиляции, микроклимата и чистоты рабочих зон; предотвращение аварий – внедрение систем защиты от взрывов, утечек, разгерметизации, короткого замыкания и

других опасных ситуаций; обучение персонала – проведение вводного инструктажа, регулярных тренингов и тестирования знаний по безопасности; информационное обеспечение – размещение наглядных пособий, схем эвакуации и инструкций в местах потенциального риска.

Культура безопасности формируется не только за счет организационных мер, но и через осознанное отношение каждого работника. Пренебрежение правилами может привести к серьезным последствиям. Именно поэтому так важно не только знать, но и строго соблюдать все требования безопасности, ведь от этого зависит здоровье и жизнь как самого работника, так и его коллег.

Безопасность на производстве – это не просто набор правил, а основа успешной и эффективной работы каждого сотрудника. Актуален лозунг: ваша безопасность – в ваших руках!

Первоочередные требования: новый вид работ требует обязательного дополнительного инструктажа. Лучше уточнить детали, чем рисковать здоровьем; сосредоточенность – ключевой фактор безопасности. Отключить телефон, не отвлекаться на посторонние разговоры и не отвлекать других работников.

Современные технологии значительно повышают уровень безопасности на производстве, но их эффективность напрямую зависит от грамотности персонала. Регулярные инструктажи, тренировки по эвакуации и постоянное обучение – это фундамент безопасной работы.

В разделе представлен анализ потенциально опасных и вредных производственных факторов с большой долей вероятности возможных при функционировании рассматриваемого технического объекта.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений» [6].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 4.

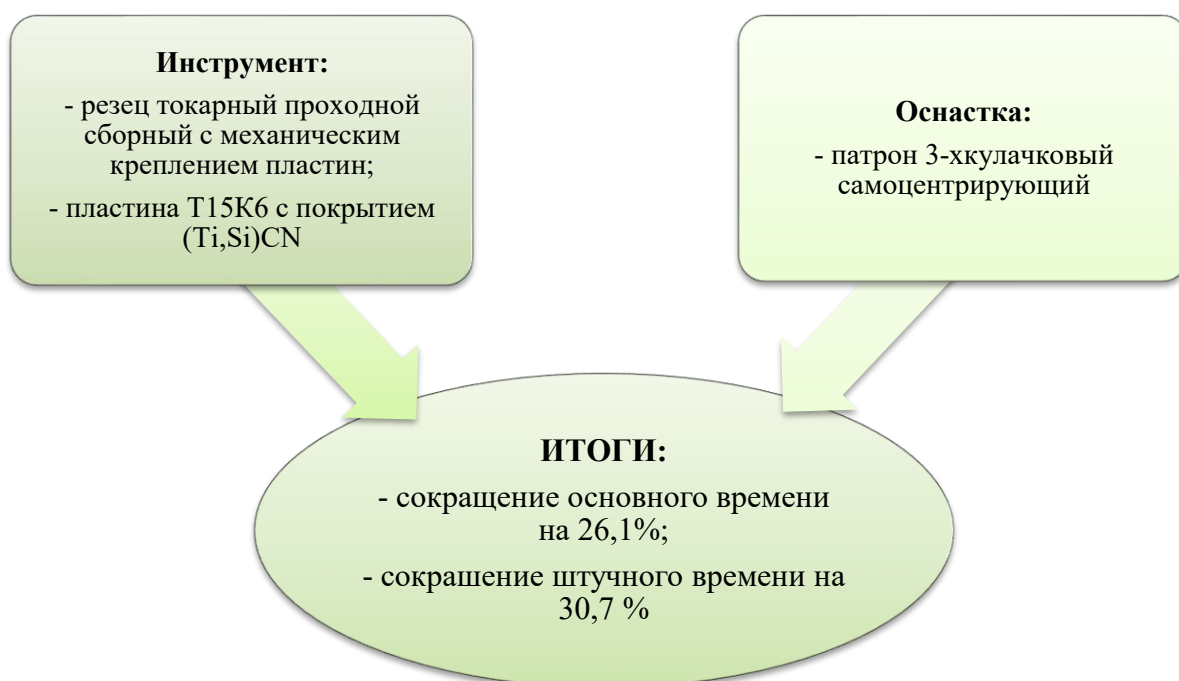


Рисунок 4 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [6]. «Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 5» [6].

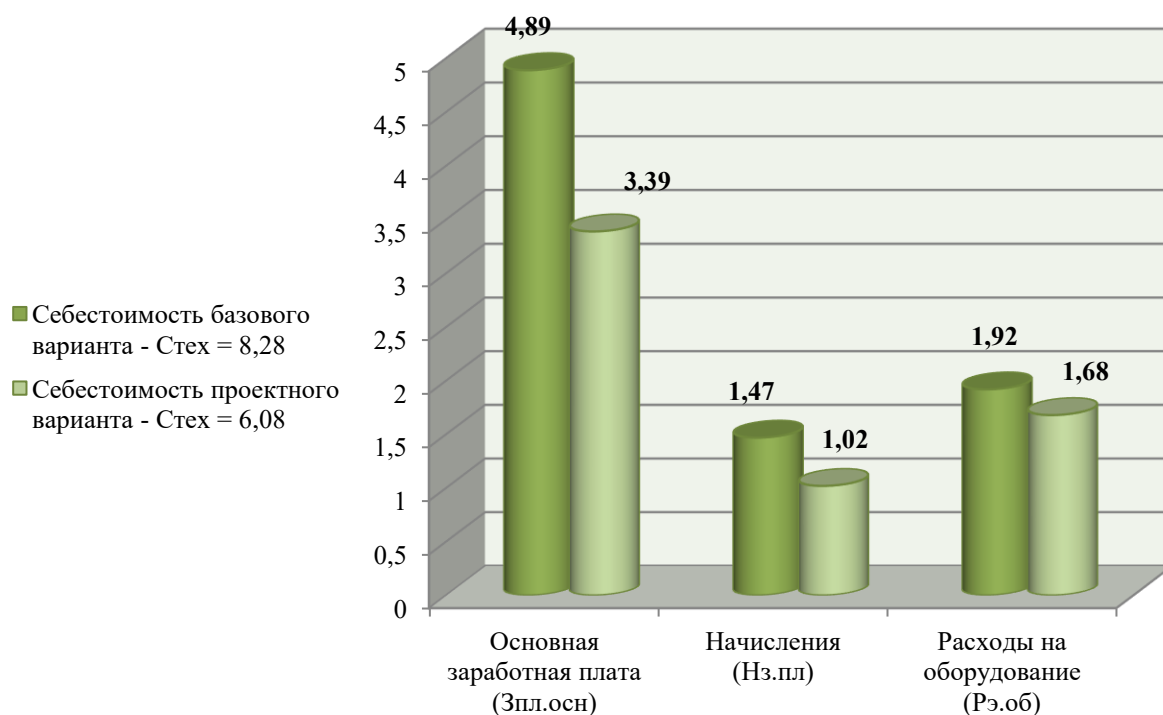


Рисунок 5 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 5 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которая составляет около 60 процентов от общего объема, в обоих вариантах. При этом, «технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет» [6] около 17 процентов, также в обоих вариантах.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб «инвестиций. Для этого прибегнем к методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса. По причине того, что изменения технологического процесса касаются лишь инструмента и оснастки, масштаб инвестиций будет основываться на частичном перечне затрат. Это будут: затраты на проектирование ($K_{пр}$), оснастку (K_o), инструмент ($K_{и}$) и корректировку программного обеспечения

($K_{к.пр.о}$)» [6]. На изображении (рисунок 6) ясно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

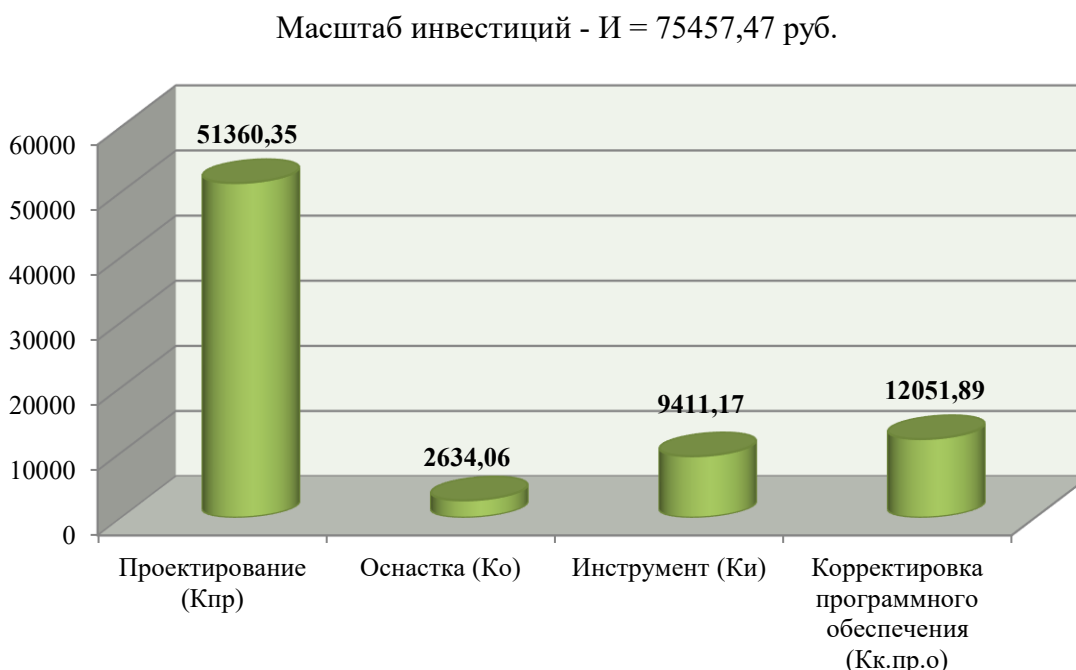


Рисунок 6 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 6 показывает, что подавляющая часть инвестиций (68,1 процента) приходится на проектирование. В то же время, затраты на оснастку составляют лишь 3,5 процента, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых «экономических показателей: чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта. Расчет выполняется в соответствии с методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 7» [6].

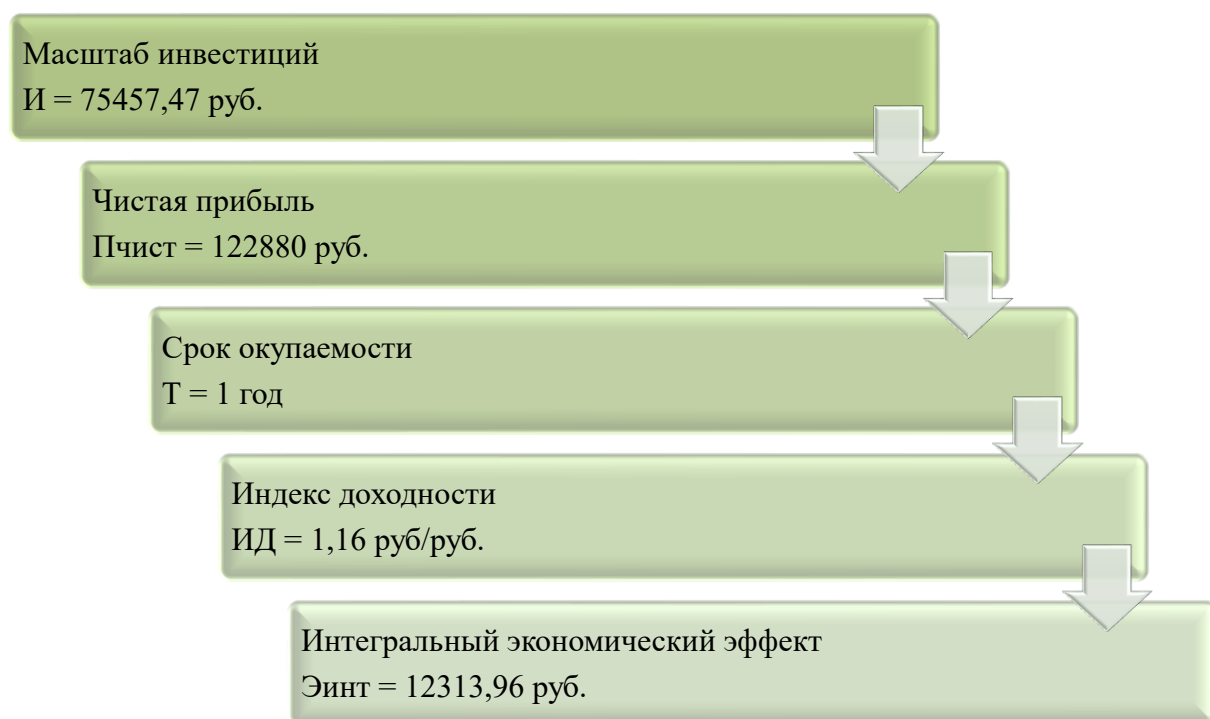


Рисунок 7 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

В разделе, основываясь на проделанных расчетах, можно сделать заключение об эффективности данного технологического процесса. Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 12313,96 рублей.

Заключение

В работе была достигнута поставленная цель – закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков в области разработки технологических процессов механической обработки деталей, а также сформировано умение моделирования технических объектов и технологических процессов, составления и ведения конструкторско-технологической документации; изучены возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов конкретной детали в рамках производственных возможностей базового предприятия, а также сформированы предложения по повышению эффективности изучаемого процесса путем применения экономически и технологически более выгодного оборудования.

Решены поставленные задачи работы: был детально изучен технологический процесс изготовления детали, включая анализ конструктивных особенностей, технических требований и методов механической обработки; проведен литературный обзор технического объекта; проведен патентный обзор технического объекта; проведены технологические расчеты, осуществлен подбор оборудования и оснастки, определены режимы резания и расчет норм времени, которые позволили создать оптимальный процесс изготовления детали. Изучение производственной структуры механического цеха и системы управления качеством на предприятии дало возможность разработать конкретные мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные технологические решения могут быть внедрены в производство, что позволит повысить эффективность изготовления деталей на реальном предприятии. Предложенные изменения обоснованы экономически. Показаны мероприятия для повышения безопасности выполнения технологического процесса.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
13. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
14. 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. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.
15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
16. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
18. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.
19. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) «Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в», «Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)» / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

20. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
21. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
22. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.
23. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
24. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156.
25. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

45

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

[illegible]

Продолжение таблицы А.1

Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
												01101.24205			1		1						
Разраб.	Гальмутдинов					ТГУ						XXXXX.XXXX											
Пров.	Гуляев											10141.00001											
												Долбяк				Цех		Уч.		РМ		Опер 010	
Н. Контр.	Гуляев																						

Переход 1

Переход 2

▽ Ra2,5

КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Гальмутдинов																		
Пров.	Гуляев																		
Н. Контр.	Гуляев																		
				ТГУ															
				Долбяк															
Наименование операции				Материал		твёрдость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД			
4153 Зубофрезерная				Сталь Р6М5		240 НВ		166		0,09		Ø45x14		0,178		1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То		Тв		Тпз		Тшт		СОЖ					
КСМ-03F3				XXXXXX		2,400		0,322		26		2,885		Укринол- 1					
Р				ПИ		D или B		L		t		i		S		n		V	
01				мм		мм		мм		мм/об		об/мин		м/мин					
002	1. Установить и снять заготовку																		
T03	3961811XXX-приспособление специальное																		
004	2. Фрезеровать зубья, выдерж. разм. 1-2																		
T05	391810XXX- фреза червячная модульная Р18К5Ф2 ГОСТ 15127-69, 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																		
T06	3917400XXX- приспособление мерительное с индикатором																		
P07	XX			40,0		7,0		1,0		1		2,0		400		79,1			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
ОКП																			

Продолжение таблицы А.1

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
										01101.24205					1		1					
Разраб.	Гальмутденов					ТГУ								XXXX.XXXX								
Прое.	Гуляев													10141.00001								
															Цех		Уч.		РМ		Опер	
Н. Контр.	Гуляев															065						

Модуль	m	0,5
Число зубьев	Z_u	80
Угол давления на Dd	α_{du}	20°
Диаметр делительной окружности	Dd	40,00
Диаметр основной окружности	Do	37,5877
Диаметр наружный сточенного долбяка	D_{e2}	41,03
Диаметр сектора обката	$D_{сек}$	39,762

*Размеры для справок

КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Гальмутденов																		
Пров.	Гуляев																		
Н. Контр.	Гуляев																		
				ТГУ															
				Долбяк															
Наименование операции				Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД					
4142 Заточная				Сталь Р6М5		240 НВ	166	0,09	Ø45x14				0,178	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Те	Тпз	Тшт	СОЖ									
МИ-05				XXXXXX		0,110	0,303	15	0,455	Укринол- 1									
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V						
01							мм	мм	мм		м/ход	об/мин	м/мин						
02О	1. Установить и снять заготовку																		
03Т	396131XXX- патрон цанговый																		
04О	2. Заточить переднюю поверхность зубьев, выдерж. разм. 1-2																		
05Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 20x20x8 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007																		
06Т	3917400XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
07Р	XX					42/33	6,0	0,12	-	0,006	265	35							
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
ОКП																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
												01101.24205			1		1		
Разраб.	Гальмутдинов			ТГУ						XXXX.XXXX 10141.00001									
Пров.	Гуляев																		
Н. Контр.	Гуляев											Долбяк		Цех	Уч.	РМ	Опер.		
																		070	

КЭ	
----	--

Приложение Б Спецификации

Таблица Б.1 – Спецификации

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			25.БР.ОТМП.003.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	25.БР.ОТМП.003.60.001	Корпус	1	
		2	25.БР.ОТМП.003.60.002	Шток	1	
		3	25.БР.ОТМП.003.60.003	Опора	1	
		4	25.БР.ОТМП.003.60.004	Цанга	1	
		5	25.БР.ОТМП.003.60.005	Кольцо	1	
		6	25.БР.ОТМП.003.60.006	Втулка	4	
		7	25.БР.ОТМП.003.60.007	Плунжер	4	
		8	25.БР.ОТМП.003.60.008	Муфта	1	
		9	25.БР.ОТМП.003.60.009	Цилиндр	1	
		10	25.БР.ОТМП.003.60.010	Хвостовик	1	
		11	25.БР.ОТМП.003.60.011	Шток	1	
		12	25.БР.ОТМП.003.60.012	Поршень	1	
		13	25.БР.ОТМП.003.60.013	Втулка	2	
		14	25.БР.ОТМП.003.60.014	Корпус	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		15		Винт М5-6х8		
				ГОСТ 4587-72	4	
				25.БР.ОТМП.003.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Патрон цанговый	
Разработал	Гальмутдинов					
Проверил	Гуляев					
Н. Контр.	Гуляев					
Утв.	Лозиное					
					Лит.	Лист
						1
						2
					ТГУ, ИМ, гр. ТМ6-2101а	

Продолжение таблицы Б.1

54

Продолжение таблицы Б.1

55

Продолжение таблицы Б.1

56

Продолжение таблицы Б.1

57