

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

Обучающийся

И.А. Закревский

(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.Г. Смышляева

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

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

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

О.А. Головач

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

Аннотация

В работе разработана технология изготовления долбяка массой 0,09 килограмма из стали Р6М5 ГОСТ 19265-73 в количестве 20000 деталей в год. Технология соответствует стандартам качества и безопасности производства, а все изменения базовой технологии учитывают требования по экономической эффективности. Предлагаемая технология включает в себя процессы проката, обработки на станках с ЧПУ (токарная, фрезерная, шлифовальная), термической обработки. Все процессы обработки долбяка сопровождаются контролем качества. Выбранные технологические переходы осуществляются с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующая токарная операция выполнена с применением передовых технологических решений в конструировании оснащения. Конструкторская разработка направлена на усовершенствование станочного приспособления и инструментального оснащения для лимитирующей операции с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. В работе показано, что уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Меры безопасности включают в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. В результате усовершенствования средств технологического оснащения ожидается улучшение процесса обработки, снижение затрат на производство и повышение безопасности труда. Разработанная технология является высокопроизводительной, обеспечивает заданное качество детали, что позволяет снизить издержки производства.

Технология изготовления детали соответствует среднесерийным условиям производства. Она представляет собой оптимальное решение для производства долбяка и соответствует требованиям задания на проектирование.

Abstract

The work has developed a technology for manufacturing a cutter weighing 0.09 kilograms from steel R6M5 GOST 19265-73 in the amount of 20,000 parts per year. The technology meets the standards of quality and production safety, and all changes to the basic technology take into account the requirements for economic efficiency. The proposed technology includes the processes of rolling, processing on CNC machines (turning, milling, grinding), and heat treatment. All cutter processing processes are accompanied by quality control. Selected technological transitions are carried out using modern CNC equipment. The limiting turning operation was performed using advanced technological solutions in the design of equipment. The design development is aimed at improving the machine tooling and tooling for the limiting operation in order to increase the efficiency of material processing and improve the quality of surface treatment. The work shows that reducing the time and cost of processing on turning transitions, as well as increasing the service life of the tool, leads to an economic effect. Safety measures include mandatory maintenance of tools. As a result of the improvement of technological equipment, it is expected that the processing process will improve, production costs will decrease, and occupational safety will increase. The developed technology is highly productive, ensures the specified quality of the part, which allows reducing production costs.

The manufacturing technology of the part corresponds to average production conditions. It represents the optimal solution for the production of a cutter and meets the requirements of the design brief.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ технического объекта.....	9
1.1 Обоснование технологичности технического объекта	9
1.2 Постановка задач	11
2 Технология изготовления технического объекта	13
2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки.....	13
2.2 Расчет режимов резания и норм времени.....	21
3 Средства технического и технологического оснащения	24
3.1 Станочное приспособление	24
3.2 Инструментальное оснащение.....	27
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

Механическая обработка металлов и любых других сплавов или материалов имеет огромное значение в мире и в промышленности, так как это основа всего производства в мире [25]. Мы производим автомобили, самолеты, корабли, возводим города, создаём разнообразное оборудование, военную технику, различные детали механизмов, которые должны отвечать определённым требованиям и обладать высоким качеством. Всё это невозможно без какой-либо термообработки или мех-обработки материалов. Для правильного изготовления той или иной детали создаются большие технологические карты, в которых подробно описываются все технологические процессы, операции и процедуры, которые должна пройти заготовка, чтобы превратиться в качественную и долговечную деталь, которая прослужила бы долгие годы [1]. Без этих подробных инструкций люди не смогли бы сконструировать или правильно изготовить деталь. В противном случае, деталь может оказаться бракованной и поломаться, что в свою очередь может стать причиной порой больших последствий. Поэтому люди стремятся к тому, чтобы повысить качество любой продукции или процесса. Ведь высокое качество – это, в первую очередь, залог безопасности [16].

Представленная технология особенно актуальна в сфере автомобильной промышленности, связанной с транспортными средствами. Транспортное обслуживание имеет свои специфические особенности из-за того, что транспорт не производит материальную продукцию [22]. Суть транспортной услуги заключается в продолжении процесса обращения, который завершается передачей продукции потребителям. Транспортное обслуживание не может существовать отдельно, так как оно является коммерческой деятельностью, оказываемой другим предприятиям [9]. Услуги не могут быть запасены, так как они производятся и потребляются одновременно. Качество услуг определяется качеством их выполнения. Потребительная стоимость услуг зависит от соблюдения временных,

направленных и других условий, что делает их не подлежащими замене. Спрос на услуги сильно изменчив по времени и месту, и транспорт не имеет достаточных ресурсов для сглаживания колебаний спроса. Перевозка грузов является основным видом услуг, предоставляемых транспортным предприятием. Кроме того, предприятие оказывает дополнительные маркетинговые, коммерческие, информационные и страховые услуги. Также на предприятии осуществляется ремонт автомобилей и продажа запчастей. Транспортная экспедиционная поддержка включает в себя планирование, организацию и выполнение доставки товаров от производства до потребителя с использованием оптимальных методов и приемов. Анализ спроса на транспортные услуги показывает, что для потребителей важно, чтобы товары были доставлены вовремя. При повышении требований потребителей к качеству продукции производители все чаще нуждаются в оперативной и надежной доставке товаров. Согласно анализу, экспедиторы оказывают грузовладельцам ряд основных логистических услуг, включающих: проведение расчетов с клиентами по доставляемым грузам, управление складскими операциями, выбор оптимальных маршрутов доставки, согласование тарифов с клиентами, мониторинг перемещения грузов, разработка информационных систем для управления данными, электронный обмен информацией с партнерами [23], управление транспортным парком компании, отслеживание выполнения заказов и контроль уровня запасов компании. Сертификационные процедуры необходимы для обеспечения защиты потребителей от продукции и услуг низкого качества или поддельных, не соответствующих заявленному производителем или поставщиком.

В работе используются станки с ЧПУ. Они обладают огромными преимуществами, включая возможность интеграции в автоматические линии производства [24]. Рассмотрим некоторые мировые производители станков с ЧПУ и бренды – это Mazak, Trumpf, DMG MORI, MAG, Haas, Hardinge, AMADA, Okuma, Makino, EMAG, SAMAT. Yamazaki Mazak производит токарные станки с ЧПУ, токарные центры с ЧПУ, системы ЧПУ,

многозадачные станки, фрезерные станки с ЧПУ, горизонтальные обрабатывающие центры, вертикальные обрабатывающие центры, лазерные станки с ЧПУ, FMS (гибкая производственная система), программное обеспечение CAD/CAM и системы управления. Trumpf является одним из ведущих производителей в области глобальных производственных технологий, основанный в 1923 году, и является одним из инициаторов немецкой индустрии [20]. TRUMPF Group является технологическим лидером и лидером рынка в области промышленных лазерных станков и лазерных систем. DMG MORI является совместным предприятием немецкой Demag и японской Mori Seiki. Вертикальные обрабатывающие центры, горизонтальные обрабатывающие центры, трехосные, четырехосные, пятиосевые, токарные и фрезерно-компаундные обрабатывающие центры, а также ультразвуковые / лазерные обрабатывающие центры производства Demagesen Seiki представляют направление развития и высочайший технический уровень станкостроительной промышленности в стране и за рубежом. Haas Automation является одним из лучших брендов станков с ЧПУ в Западном полушарии, производящим широкий «ассортимент вертикальных и горизонтальных обрабатывающих центров с ЧПУ, токарных станков с ЧПУ и поворотных столов [18]. Компания также производит серию специальных моделей, включая 5-осевые обрабатывающие центры, центры обработки пресс-форм, токарные станки [23] и порталные обрабатывающие центры. Hardinge проектирует, производит и продвигает высокоточные, высоконадежные металлорежущие станки и сопутствующие принадлежности для инструментов, которые завоевали репутацию на мировом рынке более 100 лет. AMADA занимается производством станков для изготовления листового металла. Это мировой лидер в области машин и оборудования для обработки листового металла. Okuma производит различные токарные станки с ЧПУ, токарные центры, вертикальные, горизонтальные, порталные (пятигранные) обрабатывающие центры и шлифовальные станки с ЧПУ [6]. Makino разработала первый в Японии фрезерный станок с ЧПУ в 1958 году, а в 1966

году успешно разработала первый в Японии обрабатывающий центр с ЧПУ. EMAG является «скрытым чемпионом» типичной немецкой станкостроительной промышленности. Компания обладает богатым опытом в производстве станков. Бизнес EMAG Group в основном распространяется на автомобилестроение и вспомогательные отрасли, машиностроение и аэрокосмическую промышленность, возобновляемые источники энергии, энергетику и нефтяную промышленность. EMAG является ведущим в мире производителем инвертированных станков с ЧПУ. SAMAT – средневожский станкостроительный завод осуществляет производство металлорежущих станков [19]. Производство началось в конце января 1926 года. Первым выпущенным станком на предприятии был токарно-винторезный станок со ступенчатым шкивом модели ТВ-155В.

В работе демонстрируется разработка нового технологического процесса изготовления долбяка с применением самых современных методов автоматизированного инженерного расчета, таких как MathCad и MatLab [3]. В работе на 025 токарной операции будем применять станок модели SAMAT 135 NC.

1 Анализ технического объекта

1.1 Обоснование технологичности технического объекта

Предлагается «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» [18] и предназначается для получения зубьев цилиндрических колес.

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^b	
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_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, кДж/м ²		НВ	
510	850	12	14	180		269» [4]	

Систематизацию и классификацию поверхностей проведем по рисунку

1.

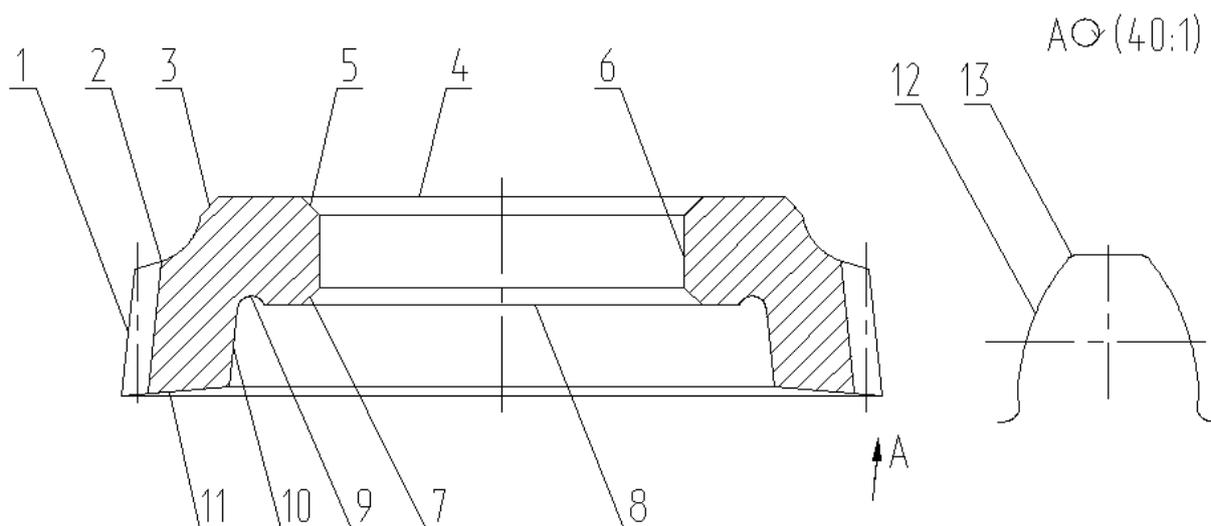


Рисунок 1 – Эскиз долбяка

В «качестве основных конструкторских баз будем использовать плоскую поверхность 4 и цилиндрическую поверхность 6. В качестве вспомогательной конструкторской базы будем использовать плоскую поверхность 8. Исполнительными поверхностями детали, определяющими служебное назначение» [17] при обработке зубьев цилиндрических колес являются конусная поверхность 1, конусная поверхность 11, поверхность сложной формы 12 и цилиндрическая поверхность 13.

При изучении процесса обработки детали были обнаружены недостатки. Оборудование морально устарело, в следствии чего, снижается производительность труда [4]. Для устранения выявленных проблем в исходном технологическом процессе предлагается следующий план мероприятий: замена устаревшего оборудования.

Современное оборудование должно соответствовать следующим техническим и технологическим требованиям: точность: оборудование должно обеспечивать точность обработки, чтобы соответствовать требованиям к качеству продукции; автоматизация [8]: оборудование должно быть полностью автоматизировано для выполнения технологических задач без постоянного присутствия оператора; программируемость: оборудование

должно поддерживать программирование для выполнения различных задач обработки; безопасность: оборудование должно быть безопасным в использовании и обеспечивать безопасность; эффективность: оборудование должно быть энергоэффективным и способным работать в течение длительного времени без перегрева и износа; техническое обслуживание: Оборудование должно быть простым в обслуживании [18], с возможностью замены изношенных или поврежденных компонентов; совместимость: оборудование должно быть совместимо с другими схемами и технологиями, используемыми в производстве [10].

Возможность изготовления детали является достижимой в виду ее технологичности. Таким образом реализация проектирования технологического процесса является реальной.

1.2 Постановка задач

Необходимо спроектировать технологический процесс изготовления обоймы механизма передачи движения, который включает широкое использование автоматизированных систем, высокопроизводительных средств оснащения и инструмент. Необходимо применить программное управление процессом обработки, особенно для переходов по точению. На высокоточные операции необходимо предусмотреть системы контроля.

Предложить технологию, которая должна включать в себя процессы проката, обработки на станках с ЧПУ, термическую обработку. Все процессы обработки долбяка сопровождать контролем качества. Технологические переходы осуществить с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующую токарную операцию выполнить с применением передовых технологических решений в конструировании оснащения. Конструкторскую разработку направить на усовершенствование станочного приспособления и инструментального оснащения для лимитирующей операции с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества

обработки поверхности. Доказать, что уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Для этого требуется спроектировать соответствующие приспособление и инструментальное оснащение. Предложить меры безопасности, которые в обязательном порядке должны включать в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. Усовершенствовать средства технологического оснащения для улучшения процесса обработки, снижения затрат на производство и повышения безопасности труда. Разработать высокопроизводительную технологию, которая должна обеспечить заданное качество детали, что позволит в итоге снизить издержки производства.

В разделе созданы все предпосылки для разработки технологии изготовления детали, которая соответствует среднесерийным условиям производства. Поставлены задачи для работы, решение которых в последующих разделах приведет к созданию условий производства долбяка, соответствующим требованиям задания на проектирование.

2 Технология изготовления технического объекта

2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее 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	Р6М5 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]:

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

«Согласно ГОСТа 2590-2006 выбираем соответствующий пруток:

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

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].

Далее покажем в какой последовательности обрабатываются поверхности детали.

Конусная поверхность 1 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 0,32 микрометра с седьмым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 025 операции токарно-чистовой точить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрометров с десятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку; на 065 операции торце-шлифовальной шлифовать начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрометров с шестым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; на 075 операции заточной заточить и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрометров с седьмым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; на 105 операции заточной заточить и довести шероховатость поверхности R_a до 0,32 микрометров с седьмым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6.

Конусная поверхность 2 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 2,5 микрометра с десятым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 015 операции токарно-черновой точить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 6 и 8; на 020 операции токарно-чистовой точить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрометров с десятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 8; провести термическую обработку.

Конусная поверхность 3 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 2,5 микрометра с десятым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 015 операции токарно-черновой точить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5

микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 6 и 8; на 020 операции токарно-чистовой точить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрометров с десятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 8; провести термическую обработку.

Плоская поверхность 4 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 0,32 микрометра с пятым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 005 операции отрезать, при этом базировать по поверхности 1; на 015 операции токарно-черновой точить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 6 и 8; на 020 операции токарно-чистовой точить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрометров с десятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 8; на 030 операции торце-внутришлифовальной шлифовать начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 1,25 микрометров с восьмым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 8; провести термическую обработку; на 060 операции торце-внутришлифовальной шлифовать начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрометров с шестым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 12 и 8; на 095 операции торце-внутришлифовальной шлифовать начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 0,32 микрометров с пятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 12 и 8.

Конусная поверхность 5 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 2,5 микрометра с десятым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 010 операции токарно-черновой расточить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по

поверхностям 1 и 4; на 025 операции токарно-чистовой расточить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрон с десятым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку.

Цилиндрическая поверхность 6 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 0,32 микрон с шестым качеством точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 010 операции токарно-черновой расточить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрон с двенадцатым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 4; на 020 операции токарно-чистовой расточить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрон с десятым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 8; на 030 операции торце-внутришлифовальной шлифовать начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 1,25 микрон с восьмым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 8; провести термическую обработку; на 060 операции торце-внутришлифовальной шлифовать начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрон с шестым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 12 и 8; на 095 операции торце-внутришлифовальной шлифовать начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 0,32 микрон с шестым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 12 и 8.

Конусная поверхность 7 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 2,5 микрон с десятым качеством точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 010 операции токарно-черновой расточить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрон с тринадцатым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 4; на 025 операции токарно-чистовой расточить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрон с десятым

квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку.

Плоская поверхность 8 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 0,63 микрометра с шестым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 010 операции токарно-черновой точить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 4; на 025 операции токарно-чистовой точить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрометров с десятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку; на 065 операции торце-шлифовальной шлифовать начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрометров с шестым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6.

Поверхность сложной формы 9 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 2,5 микрометра с десятым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 010 операции токарно-черновой расточить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 4; на 025 операции токарно-чистовой расточить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрометров с десятым квалитетом точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку.

Конусная поверхность 10 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 2,5 микрометра с десятым квалитетом точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 010 операции токарно-черновой расточить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрометров с тринадцатым квалитетом точности IT , при этом базировать по

поверхностям 1 и 4; на 025 операции токарно-чистовой расточить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрон с десятым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку.

Конусная поверхность 11 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 0,32 микрон с седьмым качеством точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 005 операции отрезать, при этом базировать по поверхности 1; на 010 операции токарно-черновой точить начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 5 микрон с тринадцатым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 1 и 4; на 025 операции токарно-чистовой точить начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрон с десятым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку; на 065 операции торце-шлифовальной шлифовать начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрон с шестым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; на 075 операции заточной заточить и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63 микрон с седьмым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; на 105 операции заточной заточить и довести шероховатость поверхности R_a до 0,32 микрон с седьмым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6.

Боковая поверхность зубьев 12 для получения требуемого качества технических показателей при механической обработке с шероховатостью R_a равной 0,32 микрон с пятым качеством точности IT получается в ходе выполнения ряда технологических операций. На 035 операции зубофрезерной нарезать зубья и довести шероховатость поверхности R_a до 2,5 микрон с восьмым качеством точности IT , при этом базировать по поверхностям 4 и 6; провести термическую обработку; на 070 операции зубошлифовальной шлифовать зубья начерно и довести шероховатость поверхности R_a до 0,63

микрометров с шестым качеством точности *IT*, при этом базировать по поверхностям 4 и 6; на 100 операции зубошлифовальной шлифовать зубья начисто и довести шероховатость поверхности R_a до 0,32 микрометров с пятым качеством точности *IT*, при этом базировать по поверхностям 4 и 6.

Промыть полученную деталь, осуществить контрольную операцию и провести химико-термическую обработку.

«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	ШЦ2-250-0,1 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	
020		патрон цанговый ГОСТ 17200-71	резец токарный расточной	
025				
030	п/а 3К227В	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	круг ГОСТ Р 52781-2007	шаблон ГОСТ 2534-79 калибр-пробка ГОСТ14827-69
035	КСМ-03F3	приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом	фреза червячная модульная Р18К5Ф2» [1]	шаблон ГОСТ 2534-73 приспособление мерительное с индикатором
«060	п/а 3К227В	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 3К227В	патрон цанговый ГОСТ 17200-71		
070	п/а 5893			
075	п/а МИ-05			
080	п/а SHU-321.22			
095	п/а 3К227А	патрон мембранный ОСТ 3-3443-76		
100	п/а 5893			
105	п/а МИ-05			
110	п/а SHU-321.22			
115	п/а ВЗ-44» [1]			

В таблице 3 для каждой технологической операции указан выбор СТО: необходимое оборудование, приспособления, инструмент и средства контроля

[6]. Более подробная информация находится в технологической документации, которая показана в приложении А в таблице А.1.

Конструкторско-технологическая документация – это документация с графической и текстовой информацией, определяющей состав изделия.

Конструкторская документация делится на проектную, рабочую и технологическую. Проектная документация: техническое предложение; технический проект; чертёж общего вида; эскизный проект. Рабочая документация: графическая; рабочие чертежи (деталей, сборочные): текстовая (спецификация, пояснительная записка). Технологическая документация: маршрутно-комплектовочная карта; карта технологического процесса; ведомость деталей; операционная карта; инструкция; карта эскизов.

2.2 Расчет режимов резания и норм времени

В таблице 4 показаны параметры обработки на 025 операции.

Таблица 4 – Исходные данные для 025 операции

«Деталь	Материал		Заготовка		Приспособление			
долбёж	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]	
«1	T15K6	93°	-2°	11°	25	25	125	
2		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	Наименование перехода	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 v_T , 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. 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	$T_{ОБ,О-Т}$
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	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 таких» [17], как MatLab и MathCad их приложений Simulink. Результаты раздела также представлены в Приложениях А и Б в таблицах А.1 и Б.1.

3 Средства технического и технологического оснащения

3.1 Станочное приспособление

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].

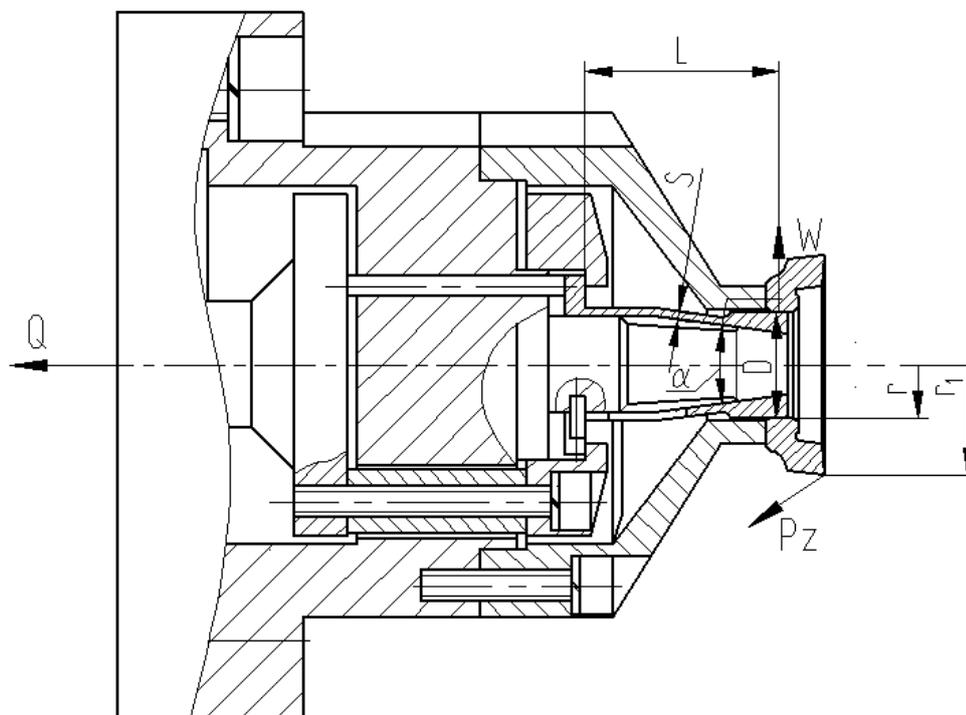


Рисунок 2 – Эскиз приспособления

«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:

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

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

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

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

3.2 Инструментальное оснащение

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

Таблица 7 – Параметры резца и пластины

«Резец						
Материал	HRC	$\varphi, ^\circ$	h, мм	b, мм	h ₁ , мм	L, мм
40X	40...45	93	25	25	25	115
Пластина						
Твердый сплав		Передний угол $\gamma, ^\circ$		Задний угол $\alpha, ^\circ$		
T15K6		10		5» [12]		

Для токарных операций при загрузке и выгрузке деталей принимаем промышленный робот ABB IRB 1100. Далее приведем технические характеристики.

Общие характеристики: тип робота: универсальный; тип запястья: сферический; число степеней свободы: 6 осей; максимальная досягаемость: 727 мм; грузоподъемность: 25 кг; вес манипулятора: 50 кг; привод: электрический. Преимущества: грузоподъемность позволяет работать с тяжелыми заготовками, а рабочий объем обеспечивает возможность манипулировать заготовками в широком пространстве. Скорость: обеспечивает эффективную работу; точность: гарантирует высокое качество обработки материалов; программируемость: позволяет создавать сложные программы для обработки. Описание робота. Разнообразные детали:

оборудование должно быть способно работать с различными типами заготовок, изготовленных из различных материалов; грузоподъемность и рабочая зона: масса заготовки: до 4,1 кг; рабочая зона должна соответствовать размерам и кинематике робота; подключение инженерных средств: клиент обеспечивает подключение и доставку необходимых инженерных средств в согласованные точки; распределение инженерных ресурсов от точки подключения до точек потребления на оборудовании осуществляется участником; участник должен предоставить список необходимых инженерных средств, их основные требования и расходы; клиент обеспечивает подключение электричества только к одной точке; распределение электроэнергии по точкам потребления оборудования проводится участником; участник должен предоставить информацию о установленной электрической мощности оборудования. Сигналы связи: для автоматического контроля и управления всеми технологическими процессами, связанными с оборудованием, такими как поставка деталей от источников и тому подобное, участник должен будет согласиться с заказчиком по списку и типам сигналов связи; стоимость предлагаемого оборудования не должна быть увеличена; установка необходимых кабелей и самих кабелей осуществляется заказчиком. Общие технические требования к оборудованию: переход на другие токарные станки: оборудование должно иметь возможность перехода на другие токарные станки путем переналадки или установки сменных частей; переход должен быть удобным для персонала и быстрым;

В разделе были представлены результаты проектирования станочного и инструментального оснащения для реализации предлагаемой технологии изготовления долбяка. 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» [5] 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].

В технологическом процессе используется промышленный робот АBB IRB 1100. В качестве мероприятий для осуществления безопасности его работы предусмотрены следующие условия эксплуатации. Адаптация к условиям окружающей среды: оборудование должно быть адаптировано для использования в условиях повышенной влажности и температуры до 30 °С. Защитные двери: оборудование должно быть оснащено защитными дверями, которые автоматически останавливают его при открытии во время работы; двери должны быть выполнены из прозрачного небьющегося материала для визуального контроля работы оборудования. Защитные ограждения: все электродвигатели и мотор-редукторы должны иметь защитное ограждение из нержавеющей стали. Общие требования к системе автоматического управления оборудованием: система управления должна обеспечивать как автоматический, так и ручное управление всеми процессами; должна быть возможность переключения между режимами управления; система управления должна регистрировать и хранить все технологические и рабочие параметры процесса производства деталей в течение не менее 30 дней; данные должны быть доступны для просмотра и анализа; промышленные контроллеры и сети: Должны использоваться промышленные контроллеры и

сети, рекомендованный тип – АВВ IRB 1100. Панели управления: должны быть предусмотрены панели управления для удобного управления роботом; модули удаленного доступа: Должны быть предусмотрены модули удаленного доступа для сервисного обслуживания и управления; датчики и приборы контроля: Должны быть установлены необходимые датчики и приборы контроля для обеспечения безопасной и эффективной работы робота; все программное обеспечение, электрические и пневматические схемы, схемы автоматизации Оборудования должны быть полностью русифицированы; должна быть обеспечена возможность создания не менее 10 различных рабочих программ; программы должны быть легко редактируемыми и загружаемыми в память робота; система управления должна обеспечивать автоматическое управление подачей продукции, моющих средств и их возвратом; должны быть предусмотрены соответствующие сигналы входа/выхода; при наладке Оборудования должна быть обеспечена возможность ручного пошагового управления роботом в целом и отдельными его узлами; все исполнительные механизмы должны быть оснащены обратными связями для контроля работы; система управления должна производить самодиагностику работы датчиков и исполнительных механизмов. Должна быть реализована система оповещения аварийных ситуаций и подсказок в поиске неисправностей; должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация о состоянии оборудования; для управления асинхронными двигателями должны использоваться частотные преобразователи.

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

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены разработке технологического процесса изготовления долбяка. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих разработок.

Для этого, сначала, на рисунке 3, представим результат этой разработки, а точнее изменившиеся условия технологического процесса.

Проектируемый вариант Операция 025 - Токарная чистовая
<ul style="list-style-type: none">• Инструмент – резцы токарные проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин; пластина T15K6 с покрытием (Ti, Si) CN• Оснастка – патрон токарный 3-х кулачковый, с более быстрым откликом на выполнение действий по закреплению детали

Рисунок 3 – Изменившиеся условия технологического процесса

Как видно из рисунка 3, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данной операции. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления долбяка, основное и вспомогательное время, примерно на 16,6 %. На снижение основного времени выполнения операции, непосредственное влияние, оказал применяемый инструмент с повышенной стойкостью. Что касается вспомогательного времени, то на его изменение повлиял применяемый токарный патрон с более быстрым откликом на выполнение действий.

На основе описанных изменений, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 4.

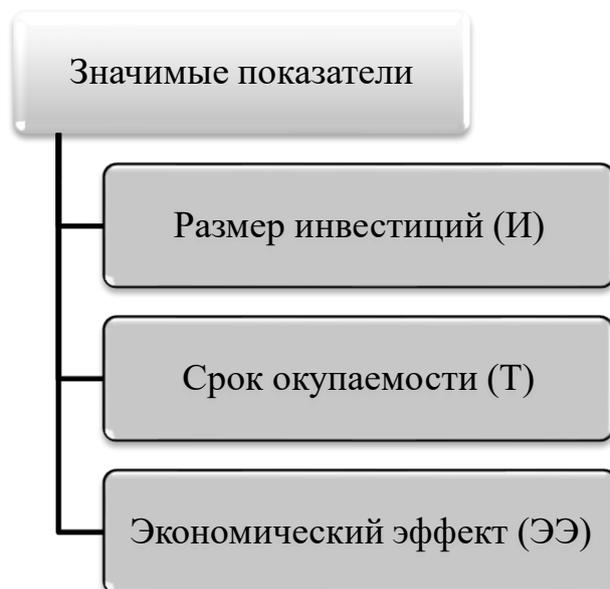


Рисунок 4 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 4, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенную разработку. Для его определения используют специальную методику [6], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 5.

Анализируя рисунок 5, можно сказать, что максимальную долю инвестиций занимают затраты на проектирование ($K_{ПР}$), которые учитывают весь спектр трудовых затрат при разработке технологического процесса. Их доля в общем размере инвестиций составит 73,9 %, что в денежном эквиваленте составляет 58365,2 рублей. Следующей по весомости влияния на величину инвестиций, можно считать затраты на программное обеспечение ($K_{ПО}$), которые составляют 15,26 %, что в денежном эквиваленте соответствует

12048,41 рублей. Далее, это затраты инструмент ($K_{И}$), которые составляют 7,72 % или 6093,19 рублей. Завершающей по весомости можно считать затраты на оснастку ($K_{О}$), их доля составляет 3,13 %, что составляет 2468,79 рублей.

Размер инвестиций (I) = 78975,58 руб.

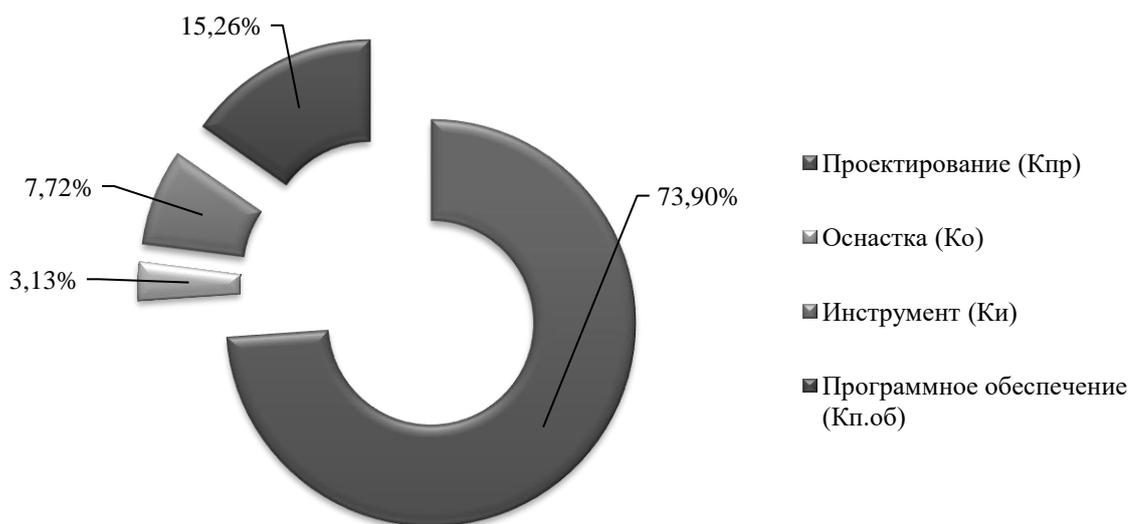


Рисунок 5 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значения срока окупаемости в сокращенном и развернутом формате можно рассчитать по формуле (10).

$$T = \frac{I}{P_{\text{чист}}}, \text{ год} \quad (10)$$

где « $P_{\text{чист}}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [6]

Размер чистой прибыли определялся по специальной методике [6] с применением программного обеспечения, которое упростило процесс получения значений.

$$T = \frac{78975,58}{113920} = 0,693 = 1 \text{ год}$$

Расчет величины экономического эффекта производится по формуле (11)

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T \text{П}_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - \text{И} \quad (11)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета» [6]

$$\text{ЭЭ} = \left(113920 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,15)^1} \right) \right) - 78975,58 = 10283,72 \text{ руб.}$$

В разделе, согласно проведенным расчетам, получен экономический эффект в размере 10283,72 руб. Положительная величина этого показателя позволяет считать целесообразными и обоснованными предложенные изменения технологического процесса.

Заключение

В работе разработана технология для производства долбяка массой 0,09 килограмма из стали Р6М5 ГОСТ 19265-73 в количестве 20000 деталей в год. Технология была выполнена с учетом всех необходимых стандартов качества и безопасности производства, а все предложенные изменения полностью обоснованы по экономической эффективности. Предлагаемая технология включает в себя процессы проката, обработки на станках с ЧПУ (токарная, фрезерная, шлифовальная), термической обработки. Все процессы обработки долбяка подвергаются контролю качества. Выбранные технологические переходы осуществляются с применением современного оборудования с ЧПУ. Лимитирующая токарная операция выполнена с применением передовых технологических решений в конструировании оснащения. Конструкторская разработка направлена на усовершенствование станочного приспособления и инструментального оснащения для лимитирующей операции с целью повышения эффективности обработки материала и улучшения качества обработки поверхности. В работе доказано, что уменьшение времени и затрат на обработку на токарных переходах, а также увеличение срока службы инструмента приводит к экономическому эффекту. Предложенные меры безопасности включают в себя проведение обязательного технического обслуживания инструментов. В результате усовершенствования средств технологического оснащения достигнуто улучшение процесса обработки, снижение затрат на производство и повышение безопасности труда. Разработанная технология является высокопроизводительной, обеспечивает заданное качество детали, что позволяет снизить издержки производства. Технология изготовления детали соответствует среднесерийным условиям производства. Она представляет собой оптимальное решение для производства долбяка и соответствует требованиям задания на проектирование.

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 Б
Спецификации**

Таблица Б.1 – Спецификации

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
A1			24.БР.ОТМП.108.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	24.БР.ОТМП.108.60.001	Корпус	1	
		2	24.БР.ОТМП.108.60.002	Шток	1	
		3	24.БР.ОТМП.108.60.003	Опора	1	
		4	24.БР.ОТМП.108.60.004	Цанга	1	
		5	24.БР.ОТМП.108.60.005	Кольцо	1	
		6	24.БР.ОТМП.108.60.006	Втулка	4	
		7	24.БР.ОТМП.108.60.007	Плунжер	4	
		8	24.БР.ОТМП.108.60.008	Муфта	1	
		9	24.БР.ОТМП.108.60.009	Цилиндр	1	
		10	24.БР.ОТМП.108.60.010	Хвостовик	1	
		11	24.БР.ОТМП.108.60.011	Шток	1	
		12	24.БР.ОТМП.108.60.012	Поршень	1	
		13	24.БР.ОТМП.108.60.013	Втулка	2	
		14	24.БР.ОТМП.108.60.014	Корпус	1	
				24.БР.ОТМП.108.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разработал		Закревский			Лит.	Лист
Проверил		Гуляев				Листов
						1
						3
Н. контр.		Гуляев			ТГУ, ИМ, гр. ТМ6-2001а	
Утв.		Логинов				
				Патрон цанговый		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Стандартные изделия		
		15		Винт М5-6gx8		
				ГОСТ 4587-72	4	
				Винты ГОСТ 11738-84		
		16		М6-6gx30.68	4	
		17		М6-6gx50.68	4	
		18		М8-6gx30.68	4	
		19		М12-6gx40.68	4	
		20		Гайка М16x1,5-6Н		
				ГОСТ 11871-88	1	
		21		Кольцо 38.65Г		
				ГОСТ 2833-77	1	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		22		340-230-46-2	2	
		23		580-680-46-2	3	
		24		700-800-58-2	3	
		25		Кольцо 7035		
				ГОСТ 569-80	1	
		26		Подшипник 3108		
					Лист	
					24.БР.ОТМП.108.60.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.	
				Документация			
A1			24.БР.ОТМП.108.61.000СБ	Сборочный чертеж			
				Сборочные единицы			
		1	24.БР.ОТМП.108.61.100	Оправка	1		
				Детали			
		2	24.БР.ОТМП.108.61.002	Винт	2		
		3	24.БР.ОТМП.108.61.003	Корпус	1		
		4	24.БР.ОТМП.108.61.004	Корпус	1		
		5	24.БР.ОТМП.108.61.005	Ножка	4		
		6	24.БР.ОТМП.108.61.006	Основание	1		
		7	24.БР.ОТМП.108.61.007	Плита	1		
		8	24.БР.ОТМП.108.61.008	Стойка	1		
		9	24.БР.ОТМП.108.61.009	Планка	1		
		10	24.БР.ОТМП.108.61.010	Табличка	1		
		11	24.БР.ОТМП.108.61.011	Фланец	1		
				Стандартные изделия			
				Винты ГОСТ 11738-72			
		12		M5x14.88	2		
		13		M6x16.88	3		
		14		M6x20.88	3		
				24.БР.ОТМП.108.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разработал		Закревский					
Проверил		Гуляев					
Н. контр.		Гуляев					
Утв.		Логинов					
Приспособление контрольное					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ, ИМ, гр. ТМ6-2001а		

