

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 полумуфты «Stromag»

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

Тольятти 2021

Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления полумуфты «Stromag».

Структура работы включает в себя введение, пять основных разделов, заключение, список используемых источников и приложения.

Введение посвящено обоснованию актуальности выбранной темы и формулировке цели работы, которая заключается в проектировании технологического процесса изготовления, который обеспечит выпуск годовой программы полумуфты «Stromag» в условиях среднесерийного производства отвечающего заданным параметрам качества изготовления с минимальными экономическими затратами.

Первый раздел содержит анализ имеющихся по рассматриваемой детали исходных данных, на основании которого ставятся задачи работы. Второй раздел содержит экономическое сравнение вариантов заготовок и проектирование оптимального варианта заготовки. Также в данном разделе спроектирован технологический процесс изготовления детали, включая выбор оборудования, инструмента, средств контроля и оснастки, проектирование технологических операций, включая расчет режимов резания и нормирование операций. Третий раздел содержит варианты дальнейшего технического совершенствования технологии изготовления для лимитирующих операций путем проектирования оснастки на шлифовальную операцию и режущего инструмента на токарные операции. В четвертом разделе разработаны мероприятия по обеспечению безопасности выполнения предложенной технологии и снижению ее влияния на экологию. В пятом разделе произведен расчет экономической эффективности предложенных технических решений. В заключении приведены основные результаты выполнения работы.

Работа состоит из 54 страниц записки и графической части в количестве 7,5 листов формата А1.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных..... | 5 |
| 1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации .. | 5 |
| 1.2 Анализ технологических показателей детали | 6 |
| 1.3 Анализ типа производства..... | 8 |
| 1.4 Задачи работы | 10 |
| 2 Разработка технологии изготовления | 11 |
| 2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки | 11 |
| 2.2 Разработка плана изготовления детали..... | 20 |
| 2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки..... | 21 |
| 2.4 Проектирование операций технологического процесса | 23 |
| 3 Разработка специальной технологической оснастки | 27 |
| 3.1 Разработка мембранного патрона..... | 27 |
| 3.2 Разработка токарного резца..... | 35 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта | 38 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта | 38 |
| 4.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 39 |
| 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков..... | 41 |
| 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта | 44 |
| 5 Экономическая эффективность работы | 47 |
| Заключение | 51 |
| Список используемых источников..... | 52 |
| Приложение А Технологическая документация..... | 55 |
| Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам | 66 |

Введение

Соединение силовых агрегатов с редукторами и исполнительными механизмами чаще всего производится при помощи муфт. Конструкция муфт может быть самой разнообразной и зависит, прежде всего, от области применения и служебного назначения механизма.

Муфты «Stromag» широко используются для соединения энергетических машин с редукторами и исполнительными механизмами. Одна из самых распространенных дисковая муфта. Это объясняется простотой конструкции, ее надежностью и универсальностью в использовании. При этом включение и выключение муфты происходит плавно, без резкого скачка нагрузок и ударов, что положительно сказывается на соединяемых муфтой механизмах. Конструкция данной муфты предусматривает возможность настройки ее на определенную величину передаваемого крутящего момента, что позволяет муфте предохранять соединяемые механизмы от критических перегрузок. Данные особенности приводят к необходимости применения в конструкции муфты деталей, требующих высокой точности исполнения. Одной из таких деталей в рассматриваемой муфте является полумуфта. Обеспечение заданных параметров точности выполняется на стадии ее изготовления. При этом необходимо понимать, что выбранная технология изготовления влияет в конечном итоге на стоимость продукции. Также следует учитывать, что важным фактором при проектировании технологии изготовления детали является тип производства в условиях которого происходит проектирование.

Исходя из сказанного, цель данной выпускной квалификационной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления, который обеспечит выпуск годовой программы полумуфты «Stromag» в условиях среднесерийного производства отвечающего заданным параметрам качества изготовления с наименьшими экономическими затратами.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Полумуфта является частью дисковой муфты, поэтому основным ее функциональным назначением является соединение выходного вала электродвигателя с входным валом редуктора исполнительного механизма и передача крутящего момента между ними. Полумуфта имеет зубчатый венец и шлицевое отверстие для передачи крутящего момента. Полумуфта устанавливается на выходном валу по посадке. Момент передается через шлицы на зубчатый венец и далее через набор фрикционных дисков и прижимные диски на вторую полумуфту, соединенную с входным валом редуктора.

На условия эксплуатации детали влияют условия эксплуатации оборудования. Как правило, оборудование данного типа эксплуатируется в закрытых производственных помещениях с параметрами микроклимата соответствующими стандартам, что исключает их значительные колебания и возможность возникновения экстремальных условий, выходящих за расчетные характеристики оборудования. В механизме полумуфта устанавливается в защитном кожухе. Это позволяет сделать вывод о том, что деталь эксплуатируется в пространстве закрытом от воздействия негативных внешних факторов, таких как технологические жидкости, пыль, стружка и так далее. Делаем вывод о том, что существенного влияния внешние условия на деталь не оказывают.

Важным фактором, возникающим в процессе эксплуатации оборудования, является возможность воздействия на деталь ударных нагрузок и вибраций, которые возникают вследствие особенностей работы оборудования. При этом величины таких нагрузок могут быть значительными по величине, что может привести к ускоренному износу

детали и преждевременному ее выходу из строя. Кроме того, возможно возникновение момента, значительно превышающего расчетный, что приведет к проскальзыванию нажимного диска и его интенсивному износу.

В целом условия эксплуатации можно охарактеризовать как типичные для деталей данного класса.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Анализ технологических показателей производим по методике [21]. Согласно данной методике при оценке детали на технологичность необходимо оценить материал детали, конструкцию детали и возможность изготовления.

Оценка технологических показателей материала детали основана на знании его характеристик. Характеристики, используемой для изготовления детали стали 25ХГЛ ГОСТ 977-88 приведем далее. «Химический состав: 0,2-0,5% углерода; 0,9-1,3% хрома; 0,85-1,15% марганца; 0,2-0,5% кремния; не более 0,05% серы и фосфора; не более 0,3% меди» [22]. «Физико-механические свойства: предел прочности при растяжении 510 МПа, твердость по шкале Бринелля 170 – 190 единиц» [22].

Исходя из свойств материала детали, можно сделать следующие выводы. Данный материал обладает хорошими показателями обрабатываемости. Также данный материал обладает хорошими литейными характеристиками, о чем свидетельствует буква Л в конце маркировки стали, которая указывает на принадлежность стали к классу литейных. Это позволит использовать для получения заготовки методы литья, что позволит получить контур заготовки максимально приближенный к контуру готовой детали и сократить напуски.

Оценка на технологичность конструкции полумуфты показала следующее. Конфигурация детали образована ступенчатыми наружными поверхностями и отверстием. Присутствуют стандартные конструктивные

элементы, такие как фаски и канавки. Имеются поверхности сложного профиля формирующие зубчатый венец и внутренние шлицы. Размеры детали и требуемая точность их выполнения соответствуют стандартам. Кроме приведенных характеристик технологичности конструкции важно оценить количество ответственных поверхностей. Решение этой задачи возможно путем их классификации по методике [2]. Эскиз детали приведен на рисунке 1, а сама классификация поверхностей представлена в виде таблицы 1.

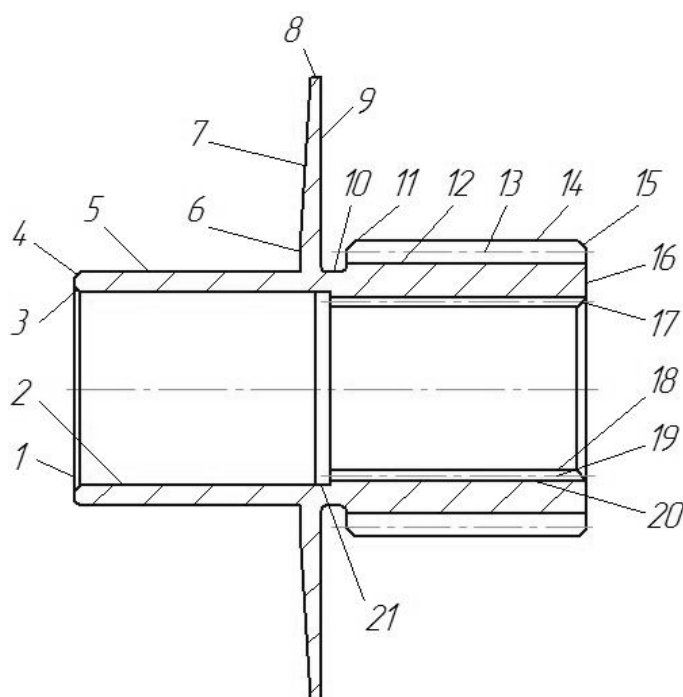


Рисунок 1 – Эскиз детали

Таблица 1 – Классификация поверхностей

| Вид поверхности | Номер поверхности |
|--------------------------------------|-------------------|
| Исполнительные поверхности | 9, 13, 19 |
| Основные конструкторские базы | 1, 2 |
| Вспомогательные конструкторские базы | 9, 13, 19, 20 |
| Свободные поверхности» | все остальные |

Из таблицы 1 следует, что количество ответственных поверхностей

достаточно большое. При изготовлении детали для их обработки используются более точные методы, что требует более тщательной технологической подготовки производства.

Оценка на технологичность конструкции детали позволяет сделать следующие выводы. Конструкция детали в целом может считаться технологичной и характерной для деталей данного класса.

Технологичность изготовления детали представляет собой комплексный показатель. Базирование детали не вызывает затруднений и может быть проведено с использованием типовых схем базирования, что позволит использовать для их реализации стандартную и типовую технологическую оснастку. Исходя из требуемой точности обработки для получения некоторых поверхностей необходимо применение точных методов обработки и соответствующих средств технологического оснащения. При этом возможно применение их в типовом исполнении. При проектировании технологии изготовления детали возможно применение типовых технологических процессов, что ускорит проектирование и повысит качество проектных решений.

Анализа технологических показателей показал, что полумуфта является технологичной деталью.

1.3 Анализ типа производства

Выполнение анализа производства основано на первоначальном определении его типа. Решение данной задачи возможно путем определения коэффициента закрепления операций. Однако, такой подход требует детальной проработки технологии изготовления детали и знания всей номенклатуры производства, что в условиях начальной стадии проектирования невозможно. В связи с этим применим упрощенную методику [11]. В соответствии с ней для детали массой 1,22 кг при годовой программе выпуска 8000 штук тип производства среднесерийный.

Полученные данные необходимо уточнить после окончательного проектирования технологии изготовления детали и определения всей номенклатуры производства.

Среднесерийный тип производства имеет следующие особенности.

Разработка технологического процесса ведется с использованием последовательной стратегии проектирования. Допускается применение других видов стратегий, но для этого требуется обоснование. Организация технологического процесса не поточная. При данной форме организации необходимо организовать выпуск деталей партиями, повторяющимися в течение определенного времени. Заготовки для деталей данного типа с учетом особенностей применяемого материала рекомендуется получать методами литья. Припуски на обработку назначаются с применением статистического метода для неответственных поверхностей и с применением расчетно-аналитического метода для ответственных и высокоточных поверхностей. Разработка технологии изготовления ведется на базе типовых технологий в маршрутном или маршрутно-операционном виде. При этом методы обработки выбираются исходя из требуемых параметров обработки и обеспечения минимума коэффициента удельных затрат. Маршруты обработки разрабатываются в зависимости от производственных условий на основе принципов экстенсивной или интенсивной концентрации операций. Разработка технологических операций включает полную проработку вопросов определения режимов резания и нормирования на основе нормативов и расчетных формул. При этом необходимо учесть, что точность обработки достигается с применением метода работы на настроенном оборудовании. Оборудование для механической обработки предпочтительно использовать универсальное с использованием систем числового программного управления. Допускается использование специализированного оборудования в случае обоснованной необходимости. Станочные приспособления предпочтительно применять универсальные, переналаживаемые с механизированным приводом зажима. Допускается

использование специальных приспособлений в случае обоснованной необходимости. Режущие инструменты предпочтительно использовать стандартные, выпускаемые серийно. Допускается применение специального режущего инструмента в случае обоснованной необходимости. Средства контроля предпочтительно использовать универсальные, стандартизированные, с широким диапазоном контролируемого параметра. Допускается применение специальных средств контроля в случае обоснованной необходимости.

1.4 Задачи работы

Исходя из анализа, имеющихся для проектирования данных, проведенного выше, а также исходя из цели работы, сформулируем основные задачи, которые необходимо решить далее.

Необходимо провести экономическое сравнение возможных вариантов получения заготовок и провести проектирование заготовки. Спроектировать технологический процесс изготовления детали, включая выбор оборудования, инструмента, средств контроля и оснастки, проектирование технологических операций, включая расчет режимов резания и нормирование операций. Предложить варианты дальнейшего технического совершенствования технологии изготовления путем проектирования оснастки и режущего инструмента на лимитирующие операции. Разработать мероприятия по обеспечению безопасности выполнения предложенной технологии. Произвести расчет экономической эффективности предложенных технических решений.

В ходе выполнения первого раздела данной работы были проанализированы имеющиеся данные по рассматриваемой детали, на основании чего были поставлены задачи, которые необходимо решить для достижения цели данной работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Анализ, проведенный ранее, позволил выяснить, что заготовку полумуфты целесообразно получать методами литья. Проведя анализ литературы [20] приходим к выводу, что оптимальными вариантами получения заготовки для рассматриваемой детали могут быть литье в землю и литье в кокиль. Чтобы выбрать один из этих возможных вариантов получения заготовки проведем их сравнительный анализ с использованием методики [20]. Согласно данной методике выбор метода основан на сравнении общих затрат на получение детали из заготовок, которые рассчитываются по формуле:

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

где $C_{\text{ЗАГ}}$ – удельная стоимость получения заготовки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$C_{\text{МЕХ}}$ – удельная стоимость механической обработки, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{\text{ОТХ}}$ – удельная стоимость стружки, руб» [20].

«Удельная стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_6 \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\text{П}}, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения заготовки;

C_6 – затраты на получение заготовки рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент точности;

h_C – коэффициент сложности;

h_B – коэффициент массы;

h_M – коэффициент марки материала;

h_{Π} – коэффициент годовой программы» [20].

В данных и последующих расчетах при проектировании заготовки примем индекс 1 для метода получения заготовки литьем в землю, индекс 2 для метода получения заготовки для литьем в кокиль.

$$C_{\text{ЗАГ } 1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ р.}$$

$$C_{\text{ЗАГ } 2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ р.}$$

«Масса заготовки рассчитывается по формуле:

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

где K_p – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки» [20].

«Масса детали рассчитывается по формуле:

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

где V – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки, см^3 ;

ρ – плотность материала детали, $\text{кг}/\text{см}^3$ » [20].

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,046^2 \cdot 0,049 + 0,122^2 \cdot 0,004 + 0,058^2 \cdot 0,047 - 0,038^2 \times \right. \\ \left. \times 0,05 - 0,032^2 \cdot 0,050) \right) \cdot 0,785 = 1,22 \text{ кг.}$$

Рассчитываем массу заготовки по формуле (3).

$$Q_1 = 1,22 \cdot 1,5 = 1,83 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 1,22 \cdot 1,4 = 1,71 \text{ кг.}$$

«Удельная стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

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

где C_C – приведенные затраты, руб.;

C_K – приведенные капитальные вложения, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [20].

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

Имея все необходимые данные для определения общих затрат на получение детали производим соответствующие расчеты.

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 1,22 + 4,6 \cdot (1,83 - 1,22) - 1,4 \cdot (1,83 - 1,22) = 42,26 \text{ р.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 1,22 + 4,6 \cdot (1,71 - 1,22) - 1,4 \cdot (1,71 - 1,22) = 39,95 \text{ р.}$$

Проведенный сравнительный анализ показал большую эффективность метода получения заготовки литьем в кокиль е.

«Сравнительный экономический эффект при сравнении методов получения заготовки может быть определен по формуле:

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

где N – годовая программа выпуска деталей, шт» [20].

$$\mathcal{E} = (42,26 - 39,95) \cdot 8000 = 18480 \text{ р.}$$

После определения метода получения заготовки, проводим ее проектирование. Сначала определим припуски на каждую поверхность, необходимые для обработки. Для этого необходимо выбрать маршруты обработки данных поверхностей, в результате выполнения которых будут достигнуты заданные точность и шероховатость. Достижения определенных параметров поверхности можно добиться, используя несколько различных вариантов маршрутов обработки. Выбор оптимального варианта производится исходя из формы поверхности, ее расположения в конструкции детали и условия обеспечения минимального суммарного коэффициента удельных затрат. Более подробно данная методика, а также необходимые для проведения расчетов данные приведены в литературе [8]. Результаты определения маршрутов обработки поверхностей представим в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения маршрутов обработки поверхностей

| Номер поверхности | Форма и расположение поверхности | Требуемая точность | Требуемая шероховатость Ra, мкм | Маршрут обработки |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|--|
| 1 | плоская | 12 | 2,5 | точение черновое и чистовое, закалка, шлифование черновое |
| 2 | цилиндрическая внутренняя | 7 | 1,25 | точение черновое и чистовое, закалка, шлифование черновое и чистовое |
| 3 | коническая внутренняя | 12 | 12,5 | точение чистовое, закалка |
| 4 | коническая | 12 | 12,5 | точение чистовое, закалка |
| 5 | цилиндрическая | 7 | 1,6 | точение черновое и чистовое, закалка, шлифование черновое и чистовое |
| 6 | плоская | 12 | 12,5 | точение черновое, закалка |
| 7 | коническая | 12 | 12,5 | точение черновое, закалка |
| 8 | цилиндрическая | 12 | 12,5 | точение черновое, закалка |
| 9 | плоская | 12 | 3,2 | точение черновое и чистовое, закалка, шлифование черновое |
| 10 | цилиндрическая | 12 | 12,5 | точение черновое, закалка |
| 11 | коническая | 12 | 12,5 | точение чистовое, закалка |
| 12 | цилиндрическая | 12 | 12,5 | зубодолбление, закалка |
| 13 | эвольвента | 8. | 2,5 | зубодолбление, шевингование, закалка |
| 14 | цилиндрическая | 12 | 12,5 | точение черновое, закалка |
| 15 | коническая | 12 | 12,5 | точение чистовое, закалка |
| 16 | плоская | 12 | 12,5 | точение черновое и чистовое, закалка, шлифование черновое |
| 17 | коническая внутренняя | 12 | 12,5 | точение чистовое, закалка |
| 18 | цилиндрическая внутренняя | 12 | 12,5 | точение черновое, закалка |
| 19 | плоская внутренняя | 9 | 2,5 | протягивание, закалка |
| 20 | цилиндрическая | 7 | 2,5 | протягивание, закалка |

Продолжение таблицы 2

| Номер поверхности | Форма и расположение поверхности | Требуемая точность | Требуемая шероховатость Ra, мкм | Маршрут обработки |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | внутренняя | | | |
| 21 | цилиндрическая внутренняя | 12 | 12,5 | точение чистовое, закалка |

Имея маршруты обработки можно определить припуски по переходам для каждой поверхности. Определение припусков для поверхности номер 2 диаметром $38H7(+0,025)$ произведем расчетно-аналитическим методом [18], который позволяет определять припуски достаточно точно и минимизировать их значения, что важно в случае большого количества требуемых технологических переходов.

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

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

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [18].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i max} = z_{i min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (8)$$

где TD_i – операционный допуск на текущем переходе, мм;

TD_{i-1} – операционный допуск на предыдущем переходе, мм» [18].

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9) \gg [18]$$

Проводим расчеты.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,280^2 + 0,080^2} = 0,691 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,100 + \sqrt{0,060^2 + 0,020^2} = 0,163 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,242 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,691 + 0,5 \cdot (0,620 + 0,250) = 1,146 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,163 + 0,5 \cdot (0,250 + 0,025) = 0,226 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{T0} + TD_3) = 0,421 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,039) = 0,460 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,242 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,274 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,146 + 0,691) = 0,919 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,226 + 0,163) = 0,195 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,460 + 0,421) = 0,441 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм.}$$

«Определение максимального операционного размера производится по формуле:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10) \gg [18]$$

«Определение минимального операционного размера производится по формуле:

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (11) \gg [18]$$

«Определение среднего операционного размера производится по формуле:

$$D_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i\text{ max}} + D_{i\text{ min}}). \quad (12) \gg [18]$$

Выполняем расчеты.

$$D_{4\text{ max}} = 38,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ min}} = 38,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4\text{ max}} + D_{4\text{ min}}) = 0,5 \cdot (38,025 + 38,000) = 38,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ max}} = D_{4\text{ max}} - 2 \cdot z_{4\text{ min}} = 38,025 - 2 \cdot 0,242 = 37,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ min}} = D_{3\text{ max}} - TD_3 = 37,580 - 0,039 = 37,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3\text{ max}} + D_{3\text{ min}}) = 0,5 \cdot (37,580 + 37,541) = 37,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО max}} = D_{3\text{ max}} - 2 \cdot z_{3\text{ min}} = 36,738 - 2 \cdot 0,421 = 36,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО min}} = D_{\text{ТО max}} - TD_3 = 36,738 - 0,039 = 36,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО ср}} = 0,5 \cdot (D_{\text{ТО max}} + D_{\text{ТО min}}) = 0,5 \cdot (36,738 + 36,699) = \\ = 36,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ max}} = D_{3\text{ max}} \cdot 0,999 = 36,738 \cdot 0,999 = 36,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ min}} = D_{2\text{ max}} - TD_2 = 36,701 - 0,250 = 36,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (36,701 + 36,451) = 36,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ max}} = D_{2\text{ max}} - 2 \cdot z_{2\text{ min}} = 36,701 - 2 \cdot 0,125 = 36,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ min}} = D_{1\text{ max}} - TD_1 = 36,449 - 0,100 = 36,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (36,449 + 36,023) = 36,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ max}} = D_{1\text{ max}} - 2 \cdot z_{1\text{ min}} = 36,023 - 2 \cdot 0,691 = 34,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ min}} = D_{0\text{ max}} - TD_0 = 34,641 - 0,62 = 34,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ ср}} = 0,5(D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5(34,641 + 34,021) = 34,331 \text{ мм.}$$

«Определение минимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{min} = D_{3 max} - D_{0 min}. \quad (13)» [18]$$

$$2z_{min} = 38,025 - 34,021 = 4,004 \text{ мм.}$$

«Определение максимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_3. \quad (14)» [18]$$

$$2z_{max} = 4,004 + 0,62 + 0,039 = 4,663 \text{ мм.}$$

«Определение среднего общего припуска производится по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)» [18]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,004 + 4,663) = 4,334 \text{ мм.}$$

Припуски на оставшиеся поверхности не требуют такой точности определения, что связано с меньшим количеством технологических переходов, необходимых для достижения заданных параметров поверхностей. Поэтому применим методику, основанную на статистических данных. Более подробно данная методика, а также необходимые для проведения расчетов данные приведены в литературе [16]. Результаты определения припусков представлены в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Результаты определения припусков

| Номер поверхности | Номер технологического перехода | Минимальный припуск, мм | Максимальный припуск, мм |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 1 | 1,6 | 3,775 |
| | 2 | 0,7 | 0,945 |
| | 3 | 0,4 | 0,497 |
| 5 | 1 | 1,7 | 3,93 |
| | 2 | 0,25 | 0,53 |
| | 3 | 0,25 | 0,32 |
| | 4 | 0,06 | 0,092 |

Продолжение таблицы 3

| Номер поверхности | Номер технологического перехода | Минимальный припуск, мм | Максимальный припуск, мм |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 9 | 1 | 2,2 | 4,325 |
| | 2 | 1,0 | 1,195 |
| | 3 | 0,5 | 0,64 |
| 13 | 1 | 0,5 | 0,64 |
| 16 | 1 | 1,8 | 4,325 |
| | 2 | 0,8 | 1,045 |
| | 3 | 0,4 | 0,497 |

Проектирование заготовки основано на определении ее характеристик, исходя из которых, определяются необходимые технологические напуски и допуски на размеры. Все необходимые данные берем из справочной литературы [5]. Предполагаемый контур заготовки приведен на рисунке 2.

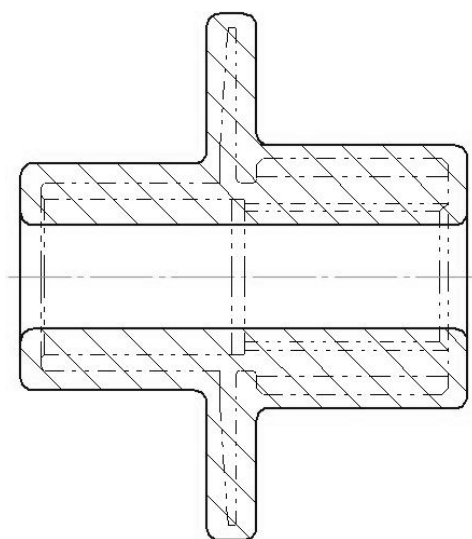


Рисунок 2 – Предполагаемый контур заготовки

Далее выполняем рабочий чертеж заготовки, представленный в графической части работы. На данном чертеже отражаем кроме непосредственно контура самой заготовки все полученные расчетные и справочные данные в виде размеров и технических требований к чертежу.

2.2 Разработка плана изготовления детали

Первым этапом разработки плана изготовления является определение маршрута изготовления. Для этого используется методика, согласно которой формирование маршрута производится с учетом типовых технологических маршрутов обработки [11, 20] путем исключения ненужных и добавления необходимых операций.

Формирование содержания операций производится путем анализа маршрутов обработки поверхностей, проведенных ранее. Для этого все поверхности, имеющие одинаковые методы обработки группируются в одну операцию. Далее, исходя из конструктивных особенностей детали и технологических возможностей оборудования, операция может быть разбита на несколько установов или несколько однотипных операций. Более подробно данная методика изложена в литературе [15]. Результаты определения маршрута изготовления приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрут изготовления

| Операция | Метод обработки | Номера обрабатываемых поверхностей |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| 005 Токарная | точение | 8, 9, 14, 16 |
| 010 Токарная | точение | 1, 2, 5, 6, 7, 18 |
| 015 Токарная | точение | 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17 |
| 020 Токарная | точение | 1, 2, 3, 4, 5, 21 |
| 025 Протяжная | протягивание | 19, 20 |
| 030 Зубодолбежная | долбление | 12, 13 |
| 035 Зубофасочная | фрезерование | |
| 040 Шевинговальная | шевингование | 13 |
| 045 Термическая | закалка, отпуск | все |
| 050 Шлифовальная | шлифование | 1, 16 |
| 055 Шлифовальная | шлифование | 9 |
| 060 Шлифовальная | шлифование | 2 |
| 065 Шлифовальная | шлифование | 5 |
| 070 Шлифовальная | шлифование | 2 |
| 075 Шлифовальная | шлифование | 5 |
| 080 Моечная | мойка | все |
| 085 Контрольная | контроль | все |

На следующем этапе разработки плана изготовления разрабатываются операционные эскизы с указанием на них операционных размеров и схем базирования. Расчет операционных размеров производится с учетом припусков под дальнейшую обработку, определенных ранее. Схемы базирования разрабатываются исходя из конструктивных особенностей детали и вида обработки. Также необходимо соблюдать принципы единства и постоянства баз и другие рекомендации, содержащихся в литературе [15].

Далее определяются технические требования на выполнение операций. Для этого используются статистические данные по экономически целесообразным достижимым данным методом обработки точности размеров и качества поверхностного и методика расчета [15].

Результаты разработки плана изготовления формируются в виде технологической документации согласно рекомендациям [15]. Данная технологическая документация представлена на листе графической части работы и в приложении А пояснительной записки.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Данный этап проектирования является определяющим с точки зрения обеспечения экономических показателей проектируемого технологического процесса. Основные рекомендации по используемому в условиях среднесерийного производства оборудованию и технологической оснастке были рассмотрены ранее в ходе анализа типа производства.

Конструктивные особенности детали и особенности спроектированного плана изготовления накладывают на выбор ряд специфических требований. Используемое оборудование должно обеспечивать как можно больший диапазон частот вращения шпинделя, что объясняется необходимостью догрузки оборудования другими деталями. Исходя из принятых схем базирования и конструкции детали, необходимо применять приспособления обеспечивающие центрирование заготовок в процессе их закрепления.

Исходя из марки обрабатываемого материала и его характеристик, предпочтительным является использование твердосплавных режущих элементов в конструкции инструмента. Желательно использовать средства контроля, которые дают количественные показатели, что необходимо для оперативного управления технологическим процессом.

Используя данные соображения, производим выбор оборудования и средств технологического оснащения с использованием справочных данных [3, 10, 13, 19]. Результаты выбора приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

| Операция | Оборудование | Станочные приспособления | Режущие инструменты | Средства контроля |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|---|---|
| 005 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80 | резец специальный | штангенциркуль ГОСТ 166-89 |
| 010 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80 | резец ГОСТ 18882-73, резец специальный | штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88 |
| 015 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80 | резец специальный | нутромер ГОСТ 10-88 |
| 020 Токарная | токарный SAMAT 135 NC | патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80 | резец специальный, резец Т15К6 ГОСТ 18882-73, резец ГОСТ 18882-73 | штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88 |
| 025 Протяжная | горизонтально-протяжной 7Б55У | опора шаровая специальная | протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 | калибр |
| 030 Зубодолбежная | зубодолбежный 7А412 | оправка цанговая | долбяк прямозубый чашечный тип 3 Ø 100 ГОСТ 9323-79 | калибр |
| 035 Зубофасочная | зубофасочный ВС500 | оправка цанговая | фреза специальная | калибр |
| 040 Шевинговальная | шевинговальный ВС-Е02ВФ2 | оправка цанговая | шевер дисковый | калибр |

Продолжение таблицы 5

| Операция | Оборудование | Станочные приспособления | Режущие инструменты | Средства контроля |
|---------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------|
| – | – | – | Ø180 ГОСТ 5392-80 | – |
| 045 Термическая | печь | – | – | – |
| 050 Шлифовальная | плоскошлифовальный 3Д722 | плита магнитная ГОСТ 17519-81 | круг 1 25А80К6V | скоба ГОСТ 11098-75 |
| 055 Шлифовальная | внутришлифовальный 3К227В | оправка цанговая | круг 11 24А90М7V | скоба ГОСТ 11098-75 |
| 060 Шлифовальная | внутришлифовальный 3К227В | патрон мембранный специальный | круг 1 24А46К7V | нутромер ГОСТ 10-88 |
| 065 Шлифовальная | круглошлифовальный 3М153 | патрон мембранный специальный | круг 1 24А60К7V | скоба ГОСТ 11098-75 |
| 070 Шлифовальная | внутришлифовальный 3К227В | патрон мембранный специальный | круг 1 23А60К5V | нутромер ГОСТ 10-88 |
| 075 Шлифовальная | круглошлифовальный 3М153В | патрон мембранный специальный | круг 1 24А80К6V | скоба рычажная ГОСТ 11098-75 |
| 080 Моечная | моечная машина | – | – | – |
| 085 Контрольная | контрольный стол | – | – | – |

Выбранное оборудование и технологическая оснастка заносятся в технологическую документацию. Полученные данные отражены на плане изготовления, технологических наладках, в маршрутной карте и операционных картах (Приложение А).

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Проектирование технологических операций основывается на расчете режимов резания на их выполнение и проведении нормирования. Решение данной задачи производится исходя из рекомендаций, полученных в ходе анализа типа производства, с использованием методики и справочных данных [10, 12, 17].

«Расчет скорости резания производится по формуле:

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

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [12].

«По скорости резания, определяется частота вращения шпинделя по формуле:

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

где d – диаметр обработки, мм» [12].

По паспорту оборудования определяем ближайшее значение фактической частоты вращения. Затем определяем фактическую скорость резания по формуле:

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

Нормирование технологических операций заключается в определении норм времени на ее выполнение. «В среднесерийном производстве нормой времени является штучно-калькуляционное время, рассчитываемое по формуле:

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

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

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

$n_з$ – размер партии деталей, шт» [17].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_{п} \quad (20)$$

где T_o – основное время выполнения операции, мин;

T_b – вспомогательное время выполнения операции, мин;

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

$T_{п}$ – время на личные потребности, мин» [17].

Результаты расчета режимов резания и нормирования технологических операций приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчета режимов резания и нормирования

| Опера ция | Переход | Подача, мм/об | Скорость, м/мин | Частота, об/мин | Длина хода, мм | Основное время, мин | Штучно- калькуляцион ное время, мин |
|--------------|---------|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|--|
| 005 | 1 | 0,6 | 219 | 1600 | 96 | 0,1 | 0,76 |
| 010 | 1 | 0,6 | 219 | 1600 | 84 | 0,09 | 1,11 |
| | 2 | 0,3 | 223 | 1600 | 105 | 0,22 | |
| 015 | 1 | 0,3 | 230 | 1600 | 96 | 0,2 | 1,03 |
| | 2 | 0,15 | 240 | 2000 | 8 | 0,03 | |
| 020 | 1 | 0,3 | 231 | 1600 | 46 | 0,1 | 1,08 |
| | 2 | 0,15 | 239 | 2000 | 52 | 0,17 | |
| | 3 | 0,1 | 242 | 2000 | 2 | 0,01 | |
| 025 | 1 | | 4,5 | | 103 | 0,03 | 0,54 |
| 030 | 1 | 0,4 | 24 | 225 | 53 | 2,04 | 2,96 |
| 035 | 1 | | | 600 | | 0,45 | 1,25 |
| 040 | 1 | 0,02 | | 290 | 49 | 4,2 | 5,03 |
| 050 А | 1 | 0,035 | 15 | | 60 | 1,68 | 2,42 |
| 050 Б | 1 | 0,035 | 15 | | 40 | 1,73 | 2,48 |
| 055 | 1 | 0,0022 | 25 | 300 | 40 | 2,08 | 2,96 |
| 060 | 1 | 0,0075 | 25 | 200 | 52 | 1,63 | 2,47 |

Продолжение таблицы 6

| Опера ция | Переход | Подача, мм/об | Скорость, м/мин | Частота, об/мин | Длина хода, мм | Основное время, мин | Штучно- калькуляцион ное время, мин |
|--------------|---------|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|--|
| 065 | 1 | 0,024 | 30 | 200 | 45 | 1,85 | 2,74 |
| 070 | 1 | 0,0025 | 25 | 200 | 52 | 1,94 | 2,83 |
| 075 | 1 | 0,011 | 30 | 200 | 45 | 1,1 | 1,83 |

Режимы резания и нормы времени на выполнение операций заносятся в технологическую документацию. Полученные данные отражены на технологических наладках, в маршрутной карте и операционных картах (Приложение А).

В ходе разработке данного раздела получены следующие результаты. Проведено проектирование заготовки. Спроектирован технологический процесс изготовления детали, включая выбор оборудования, инструмента, средств контроля и оснастки, проектирование технологических операций, включая расчет режимов резания и нормирование операций.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка мембранного патрона

Одной из существенных проблем базового технологического процесса является отсутствие механизации закрепления заготовки на шлифовальной операции. Это не позволяет обеспечить минимальные припуски на обработку на данной операции, так как нестабильность сил закрепления, неизбежно возникающая при ручном закреплении, приводит к появлению дополнительных погрешностей при установке. Кроме того, ручное закрепление занимает существенно больше времени на снятие и установку заготовки. Решить описанную проблему можно путем проектирования специального станочного приспособления с механизированным приводом закрепления. Проектирование производим с использованием методики и данных литературы [6, 7]. Исходными данными для проектирования является эскиз выполнения операции, приведенный на рисунке 3.

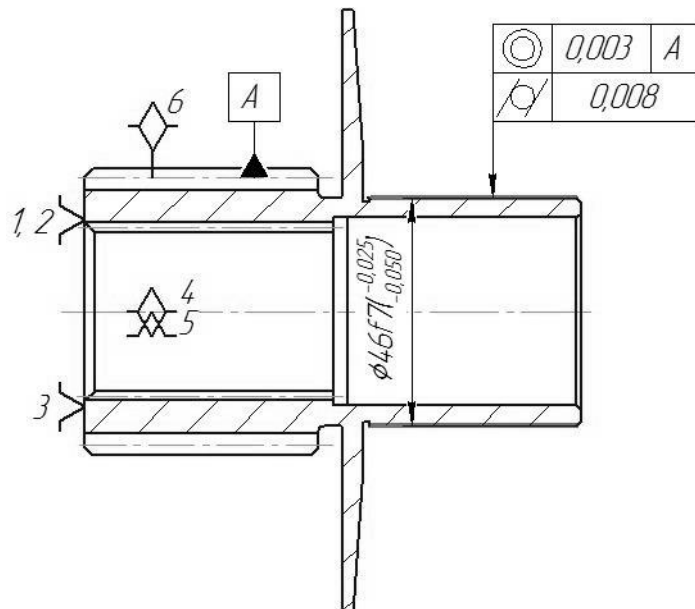


Рисунок 3 – Эскиз выполнения операции

Выбор зажимного механизма зависит от требуемой схемы базирования и точности обработки. Согласно рекомендациям [7] для приведенных на рисунке 3 данных необходимо применить мембранный зажимной механизм.

Проведение силового расчета данного зажимного механизма следует начинать с расчет сил резания. «При шлифовании для этого необходимо определить мощность резания по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (21)$$

где C_N , r , q , z – поправочные коэффициенты и показатели степеней, учитывающие фактические условия операции;

v_3 – скорость заготовки в процессе обработки, м/мин;

s – продольная подача, мм/об;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

b – ширина шлифования, мм» [19].

$$N = 0,36 \cdot 21^{0,35} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 1,8^{0,4} \cdot 55^{0,3} = 0,6 \text{ кВт.}$$

«Составляющая силы резания P_Z рассчитывается по формуле:

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot K_{PZ}, \quad (22)$$

где K_{PZ} – коэффициент условий операции» [19].

$$P_Z = \frac{0,6 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 219 \text{ Н.}$$

«Составляющая силы резания P_Y рассчитывается по формуле:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (23)$$

где K_{PY} – коэффициент условий операции» [19].

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 219 \cdot 1,25 = 329 \text{ Н.}$$

Реализация представленной схемы базирования возможна путем

применения в качестве установочных элементов роликов. Предполагаемая схема закрепления, реализующая данную схему, приведена на рисунке 4.

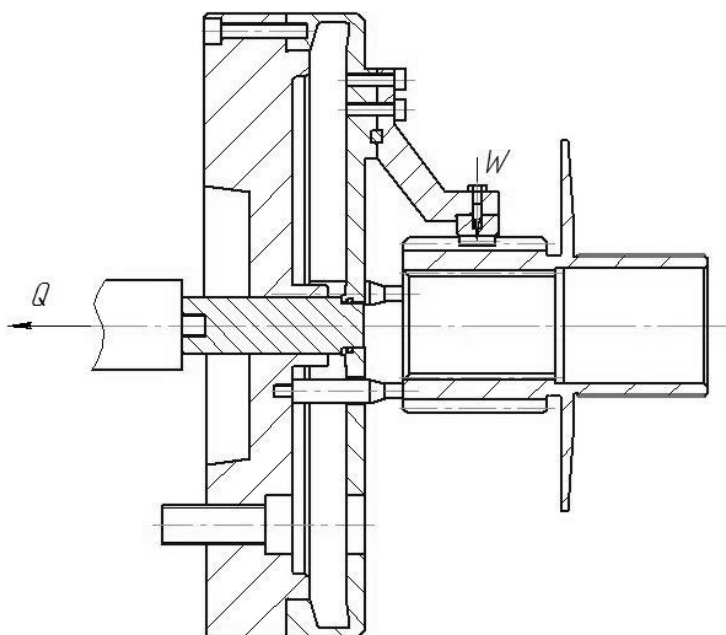


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки

Далее необходимо определить параметры роликов [6].

«Диаметр ролика определяется по формуле:

$$d = 2 \cdot [r_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - r_2 \cdot \sin \alpha_2], \quad (24)$$

где r_0 – радиус основной окружности, мм;

γ – угол контакта ролика с поверхностью, рад;

α_2 – угол смещения, рад;

r_2 – расстояние от оси патрона до точки контакта, мм» [6].

«Радиус основной окружности определяется по формуле:

$$r_0 = r_d \cdot \cos \alpha_1, \quad (25)$$

где r_d – радиус делительной окружности зубчатого венца, мм;

α_1 – угол зацепления, град» [6].

$$r_0 = 54 \cdot \cos 20^\circ = 50,743 \text{ мм.}$$

«Расстояние от оси патрона до точки контакта определяется по формуле:

$$r_2 = r_B - 0,3 \cdot m, \quad (26)$$

где r_B – радиус выступов, мм;

m – модуль, мм» [6].

$$r_2 = 59,38 - 0,3 \cdot 4 = 58,18 \text{ мм.}$$

«Угол смещения определяется по формуле:

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_0}{r_2}. \quad (27)$$

Исходя из выражения (29) определяем искомый угол» [6].

$$\cos \alpha_2 = \frac{50,743}{58,180} = 0,872, \text{ тогда } \alpha_2 = 30^\circ 12' 45''.$$

«Угол контакта ролика с поверхностью определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\pi}{z} - \left(\frac{s}{2r_d} + \theta_1 \right) + \theta_2, \quad (28)$$

где z – число зубьев;

s – толщина зуба по дуге делительной окружности, мм;

θ_1, θ_2 – углы эвольвенты, рад» [6].

«Углы эвольвенты определяется по формуле:

$$\theta_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_1, \quad (29)$$

$$\theta_1 = \operatorname{tg} 0,349 - 0,349 = 0,0149 \text{ рад.}$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \alpha_2. \quad (30) \gg [6].$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} 0,475 - 0,475 = 0,039196 \text{ рад.}$$

Рассчитываем угол контакта ролика с поверхностью по формуле (28).

$$\gamma = \frac{\pi}{27} - \left(\frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 \right) + 0,039196 = 0,09259 \text{ рад.}$$

При данных значениях угла ролик должен иметь диаметр 15,98 мм.

Округляем полученное значение до 16 мм.

На следующем этапе проектирования патрона необходимо провести проверку на отсутствие кромочного контакта.

«Расстояние между осями ролика и патрона определяется по формуле:

$$L^l = \frac{r_0}{\cos \alpha_3}, \quad (31)$$

где α_3 – угол между осью ролика и точкой контакта, рад» [6].

«Угол между осью ролика и точкой контакта определяется по формуле:

$$\alpha_3 = \frac{s}{2 \cdot r_d} + \theta_1 + \frac{d^l}{2 \cdot r_0} - \frac{\pi}{z}. \quad (32) \gg [6]$$

$$\alpha_3 = \frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 + \frac{16}{2 \cdot 50,743} - \frac{\pi}{27} = 0,069987.$$

Рассчитываем расстояние между осями ролика и патрона по формуле (31).

$$L^l = \frac{50,743}{\cos 30^{\circ}31'} = 60,052.$$

«Радиус расположения точки контакта с зубом по формуле:

$$r_2^l = \sqrt{\left(L^l \cdot \sin \alpha_3 - \frac{d^l}{2} \right)^2 + r_0^2}. \quad (33) \gg [6]$$

$$r_2^I = \sqrt{\left(60,052 \cdot \sin 32^\circ 31' - \frac{16}{2}\right)^2 + 50,743^2} = 56,17 \text{ мм.}$$

Условие отсутствия кромочного контакта в данном случае выполняется, так как радиус расположения точки контакта с зубом меньше радиуса окружности выступов.

«Сила закрепления, прикладываемую к одному кулачку, определяется по формуле:

$$Q = \frac{k \cdot M_P}{n \cdot f \cdot b'} \quad (34)$$

где k – коэффициент, учитывающий условия выполнения операции;

M_P – момент резания, Н;

n – количество роликов, шт.;

f – коэффициент трения по поверхностям контакта детали и ролика;

b – половина диаметра базовой поверхности детали, мм» [6].

$$Q = \frac{1,5 \cdot 6355}{3 \cdot 0,15 \cdot 3,6} = 5884 \text{ Н.}$$

«Момент деформации мембраны определяем по формуле:

$$M_{\text{изг}} = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b'} \quad (35)$$

где l – расстояние между средней плоскостью мембраны и серединой роликов, мм» [7].

$$M_{\text{изг}} = \frac{5884 \cdot 3 \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot 3,6} = 156 \text{ Н.}$$

«Момент закрепления определяется по формуле:

$$M_3 = 0,58 \cdot M_{\text{изг}} \quad (36) \gg [7].$$

$$M_3 = 0,58 \cdot 156 = 90,5 \text{ Н.}$$

«Жесткость мембраны определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 \cdot (1 - \mu^2)}, \quad (37)$$

где E – модуль упругости мембраны, МПа;

h – толщина мембраны, см.

μ – коэффициент Пуассона» [6].

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,7}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} = 13462 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

«Минимальный угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot (1 + \mu)}. \quad (38) \gg [6]$$

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot (1 + 0,3)} = 0,0186 \text{ рад}.$$

«Максимальный угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l}. \quad (39)$$

где δ – допуск на диаметр, мм;

Δ – зазор для закладывания заготовки в кулачки, мм» [6].

$$\varphi' = 0,0186 + \frac{0,025}{2 \cdot 5} + \frac{0,35}{2 \cdot 5} = 0,0561 \text{ рад}.$$

«Усилие деформирующее мембрану определяется по формуле:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}}, \quad (40)$$

где a – половина диаметра мембраны, мм» [6].

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot 13462 \cdot 0,0561}{2,3 \cdot \lg \frac{1,1}{3,6}} = 8506 \text{ Н}.$$

«Напряжение в мембране определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (1 + \mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right), \quad (41)$$

где r_0 – радиус окружности контакта штока и мембраны, мм» [6].

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 8506 \cdot (1 + 0,3)}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left(\ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 10778 \text{ МПа}$$

По данному напряжению подбирается материал из которого изготавливается мембрана.

Механизация закрепления обеспечивается при помощи применения в конструкции приспособления гидроцилиндра, диаметр поршня которого определяется по формуле:

$$\langle D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (42)$$

где P – давление воздуха, МПа» [7].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{5884}{1,0}} = 88 \text{ мм.}$$

Данное расчетное значение округляем до ближайшего большего из стандартного ряда, равное 90 мм. Такое решение позволит снизить стоимость конструкции за счет применения стандартного гидроцилиндра.

«Точность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (43)$$

где ε_6 – погрешность базирования от несовпадения измерительной и технологической баз, мм;

ε_3 – погрешность возникающая при закреплении вследствие смещения измерительных баз, мм;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность точности изготовления базирующих элементов приспособления, мм» [7].

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,003^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

Приспособление считается отвечающим заданным требованиям по точности, если погрешность установки в нем меньше, чем допустимая погрешность установки для данной операции, которая в данном случае составляет 0,008 мм. Делаем вывод о том, что приспособление обеспечивает необходимую точность установки.

Приспособление состоит из корпуса, в который устанавливается мембрана и опоры для обеспечения базирования заготовки в осевом направлении. К мембране крепятся кулачки с закрепленными на них роликами. Силовой привод приспособления состоит из гидроцилиндра и толкателя, соединенного со штоком гидроцилиндра.

Процесс работы приспособления выглядит следующим образом. Заготовка устанавливается по опорам. Масло подается в полость гидроцилиндра, где размещен шток. Поршень движется в направлении от передней крышки и тянет за собой шток, соединенный с толкателем. Толкатель освобождает мембрану, которая под действием сил упругости распрямляется и кулачки с роликами сходятся к центру, обеспечивая закрепление заготовки. При подаче масла в противоположную полость поршень движется к передней крышке, возвращая систему в исходное положение. Происходит деформация мембраны толкателем и кулачки расходятся, тем самым высвобождают заготовку.

Спроектированный патрон со всеми необходимыми техническими требованиями приведен на листе графической части, а его спецификация в приложении Б данной пояснительной записки.

3.2 Разработка токарного резца

Анализ технологии изготовления полумуфты, спроектированной на базе типового технологического процесса, показал, что применение стандартных резцов приводит к появлению ряда недостатков. Во-первых, это

значительное вспомогательное время на данных операциях, связанное с обслуживанием режущего инструмента. Во-вторых, это неудовлетворительное стружкообразование.

Сокращение вспомогательного времени на выполнение токарной операции возможно путем сокращения времени на замену режущей пластины. Для этого спроектируем резец с соответствующей системой крепления режущей пластины. Проектирование будем производить для расточного резца с использованием методики и данных [1, 14].

Основные параметры резца оставляем неизменными. Материал трехгранной режущей пластины Т5К10, главный угол в плане равный 93° . Данные параметры позволяют получать заданные параметры обрабатываемых поверхностей и обеспечить расчетные режимы резания

Для того, что бы определить параметры державки резца рассчитывается площадь сечения стружки по формуле:

$$\langle F = t \cdot S, \quad (44)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [14].

$$F = 0,53 \cdot 0,3 = 0,16 \text{ мм}^2.$$

Исходя из полученных параметров, резец должен иметь державку прямоугольного сечения со сторонами 20 мм и 25 мм. Данное сечение является минимально допустимым. Однако, его необоснованное увеличение приведет к увеличению металлоемкости конструкции резца и росту его стоимости.

Крепление режущей пластины будем производить путем поджима ее к штифту при помощи винта.

В данной конструкции наиболее нагруженным силовым элементом является штифт. Поэтому необходимо рассчитать его минимально допустимый диаметр по формуле:

$$\ll D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (45)$$

где Q_1 – усилие от сил резания при обработке, Н;

σ_d – максимально допустимое напряжение, МПа» [1].

«Усилие от сил резания при обработке рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (46)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [1].

Проводим расчеты

$$Q_1 = \frac{460}{0,7} = 657 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 657}{\pi \cdot 510}} = 1,28 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр винта является минимально допустимым, поэтому в конструкции резца, применен винт большего диаметра равный 3 мм, что связано с удобством его использования, а также возможностью возникновения в процессе обработки сил, значение которых выходит за расчетные значения.

Вторую проблему, связанную с неудовлетворительным стружкообразованием решим при помощи технического решения, которое заключается в выполнении на режущей пластине уступа, предающего стружке в процессе резания дополнительную деформацию. Параметры данного уступа примем по рекомендациям [14].

Конструкция резца подробно представлена на листе графической части работы и в спецификации приложения Б данной пояснительной записки.

В ходе разработки данного раздела предложены варианты технического совершенствования токарной черновой операции путем проектирования оснастки и режущего инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

На основе анализа исходных данных, была поставлена задача, которая заключается в анализе технологического процесса на безопасность и экологичность его выполнения. Для этого будем использовать рекомендации и справочные данные [4].

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

Конструктивно-технологические характеристики спроектированного технологического процесса изготовления полумуфты «Stromag» кратко описаны в таблице 7 в виде технологического паспорта технического объекта.

Таблица 7 – Технологический паспорт технического объекта

| «Технологический процесс» [4] | «Технологическая операция, вид выполняемых работ» [4] | «Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [4] | «Оборудование, техническое устройство, приспособление» [4] | «Материалы, вещества» [4] |
|--|---|--|--|--|
| технологический процесс изготовления полумуфты | токарная операция | «оператор станков с числовым управлением» [4] | «токарный SAMAT 135 NC, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, резец специальный» [4] | «сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88, смазочно-охлаждающая жидкость, ветошь» [4] |
| | шлифовальная операция | «шлифовщик» [4] | «внутришлифовальный 3К227В, патрон мембранный специальный, круг 1 24А46К7V» [4] | «сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88, смазочно-охлаждающая жидкость, ветошь» [4] |

Данные представленные в таблице 7 принимаем за основу для проведения дальнейшего анализа спроектированного технологического процесса.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

На первом этапе необходимо выявить риски, которые возникают в ходе выполнения технологического процесса и источники их возникновения. Возникновение рисков зависит от вида выполняемых работ на операциях технологического процесса, а также от особенностей используемого оборудования и средств технологического оснащения. Результаты идентификации профессиональных рисков представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

| «Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [4] | «Опасный и/или вредный производственный фактор» [4] | «Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [4] |
|---|--|--|
| токарная операция, шлифовальная операция | «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы» [4] | «станки, средства технологического оснащения, внутрицеховой транспорт» [4] |
| | «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [4] | «металлорежущий инструмент, заготовка» [4] |

Продолжение таблицы 8

| «Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [4] | «Опасный и/или вредный производственный фактор» [4] | «Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [4] |
|---|---|---|
| | «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [4] | «станки, средства технологического оснащения, средства внутрицеховой транспортировки» [4] |
| | «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [4] | «станки, средства технологического оснащения, внутрицеховой транспорт» [4] |
| | «опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [4] | «станки» [4] |
| | «отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [4] | «станки, средства технологического оснащения» [4] |
| | «вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)» [4] | «смазочно-охлаждающая жидкость» [4] |
| | «физическая динамическая нагрузка» [4] | «станки, средства технологического оснащения, заготовки» [4] |
| | «стереотипные рабочие движения» [4] | «станки, средства технологического оснащения, заготовки» [4] |

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

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

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение и устранение влияния выявленных в предыдущем пункте профессиональных рисков является ключевой задачей обеспечения производственной безопасности. Решение этой задачи выполним путем разработки соответствующих организационно-технических методов и применения технических средств, в частности средств индивидуальной защиты. Результаты приведены в таблице 9.

Таблица 9 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

| Опасный и/или вредный производственный фактор | Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора | Средства индивидуальной защиты работника» [4] |
|--|--|--|
| «неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств, зачистка заусенцев» [4] | «нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [4] |

Продолжение таблицы 9

| «Опасный и/или вредный производственный фактор» [4] | «Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [4] | «Средства индивидуальной защиты работника» [4] |
|---|--|--|
| «опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных виброгасящих приспособлений и устройств» [4] | «ботинки кожаные с защитным подноском» [4] |
| «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств» [4] | «костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные» [4] |
| «опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение средств поглощения шума» [4] | «наушники противошумные» [4] |
| «опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, систем аварийного отключения оборудования» [4] | «спецодежда» [4] |
| «отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [4] | «проведение инструктажей по охране труда, применение местного освещения» [4] | – |

Продолжение таблицы 9

| «Опасный и/или вредный производственный фактор» [4] | «Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [4] | «Средства индивидуальной защиты работника» [4] |
|---|---|--|
| «вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм» [4] | «проведение инструктажей по охране труда, применение специальных ограждающих устройств» [4] | «костюм для защиты от общих производственных загрязнений, халат для защиты от общих загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником» [4] |
| «физическая динамическая нагрузка» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [4] | – |
| «стереотипные рабочие движения» [4] | «проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [4] | – |

Приведенные в таблице 9 организационно-технические мероприятия, а также средства индивидуальной защиты в полной мере позволяют защитить работников от воздействия соответствующих опасных и вредных производственных факторов или снизить воздействие данных факторов до

допустимых нормативных значений.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Следующим этапом обеспечения безопасности выполнения технологического процесса является обеспечение пожарной безопасности на производственном участке. Решение данной задачи зависит от класса возможного пожара, возникающих при этом опасных факторов и сопутствующих проявлений пожара. Данные сведения для рассматриваемого производственного участка приведены в таблице 10.

Таблица 10 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»

| Участок, подразделение | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара» [4] |
|--------------------------------|--|--|---|---|
| участок изготовления полумуфты | «токарный SAMAT 135 NC, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, резец специальный, «внутришлифовальный 3K227B, патрон мембранный специальный, круг 1 24A46K7V» [4] | «пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)» [4] | «пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму» [4] | «осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, произошедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [4] |

Используя данные таблицы 9, выбираем технические средства обеспечения пожарной безопасности. При выборе данных средств основное внимание обращаем на класс возможного пожара, а также на возникающие

опасные факторы. Результаты заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – «Технические средства пожарной безопасности»

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Стационарные установки и системы пожаротушения | Средства пожарной автоматики | Пожарное оборудование | Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре | Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный) | Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [4] |
|--|--|--|---|--|--|--|---|
| «огнетушители, гидромомпы, ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна войлочные маты, кошмы, ломы, пилы, топоры» [4] | «пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители» [4] | «газовая система пожаротушения» [4] | «извещатели и пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; приборы управления пожарные; системы передачи извещений о пожаре» [4] | «клапаны, гидранты, колонки, стволы, рукава, соединительные колонки, гидроэлеваторы» [4] | «противогазы, самоспасатели» [4] | «конусные ведра; ломы; багры с деревянной ручкой; ножницы, резиновые коврики и резиновые боты; полотно; лопаты; тележка; экран защитного действия» [4] | «оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход»» [4] |

Представленные в таблице 11 технические средства позволяют организовать эффективную систему тушения пожаров и эвакуации в случае его возникновения. Кроме технических средств для предотвращения пожаров применяется ряд организационных мероприятий. Соответствующие мероприятия для рассматриваемого производственного участка, разработанные исходя из характеристик возможного пожара, приведены в таблице 12.

Таблица 12 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»

| Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта | Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий | Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты |
|---|--|---|
| технологический процесс изготовления полумуфты | разработка приказов и распоряжений в части организации по обеспечению пожарной безопасности объекта, разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности | пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [4] |

Предлагаемые в таблицах 11 и 12 технические средства и организационные мероприятия позволяют в полной мере обеспечить пожарную безопасность на производственном участке, то есть данный участок можно признать соответствующим нормам пожарной безопасности.

Результатом выполнения данного раздела стала разработка мероприятий, направленных на обеспечение безопасности выполнения спроектированного технологического процесса и его пожарной безопасности. Для этого проведены мероприятия по выявлению негативных факторов и их устранению.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операции 025 токарная оборудование и инструмент, а на операции 075 шлифовальная – инструмент. Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 025 и 075, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета использовались:

- паспорт станка;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [9, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные

вложения, которые составят 396046,96 рубля.

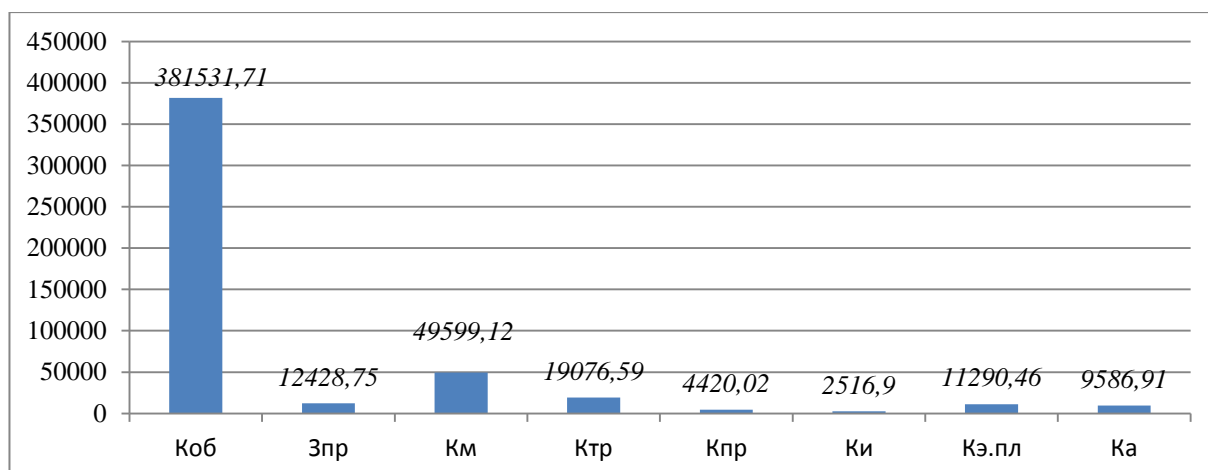


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются две величины:

- затраты на основное технологическое оборудование (КОБ), их величина составляет 96,33 % от всей величины капитальных вложений;
- затраты на доставку и монтаж оборудования (КМ), величина которых соответствует 12,52 % от всей величины капитальных вложений.

Величина всех остальных значений не превышают даже 5 %, и находятся в интервале от 0,64 % до 4,82 %. Но не смотря на их относительно не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат изменяющихся технических условий выполнения операций. Речь идет о таких показателях как: приобретение приспособления (K_{IP}), затраты на проектирование (Z_{IP}), затраты на транспортные средства (K_{TP}), затраты на инструмент ($K_{И}$), затраты на производственную площадь ($K_{Э.ПЛ}$) и затраты на управляющую программу (K_A).

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Полумуфта «Stromag»», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

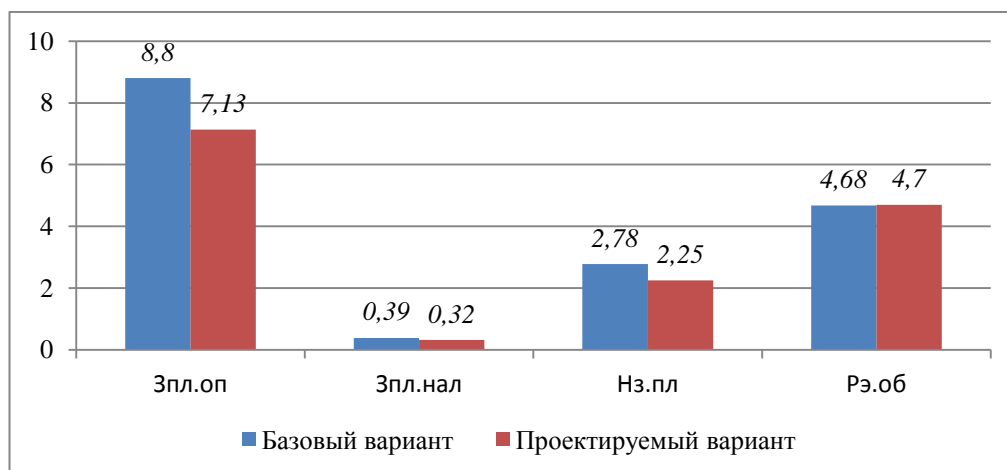


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Полумуфта «Stromag»», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения и определение разницы в себестоимости между вариантами не окажет.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- заработная плата оператора (ЗПЛ.ОП), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного и сверлильного станков, доля которой составляет 52,88 % для базового варианта и 49,55 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 28,08 % для базового варианта и 32,61 % для

проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Полумуфта «Stromag»» по операциям 025 и 075 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

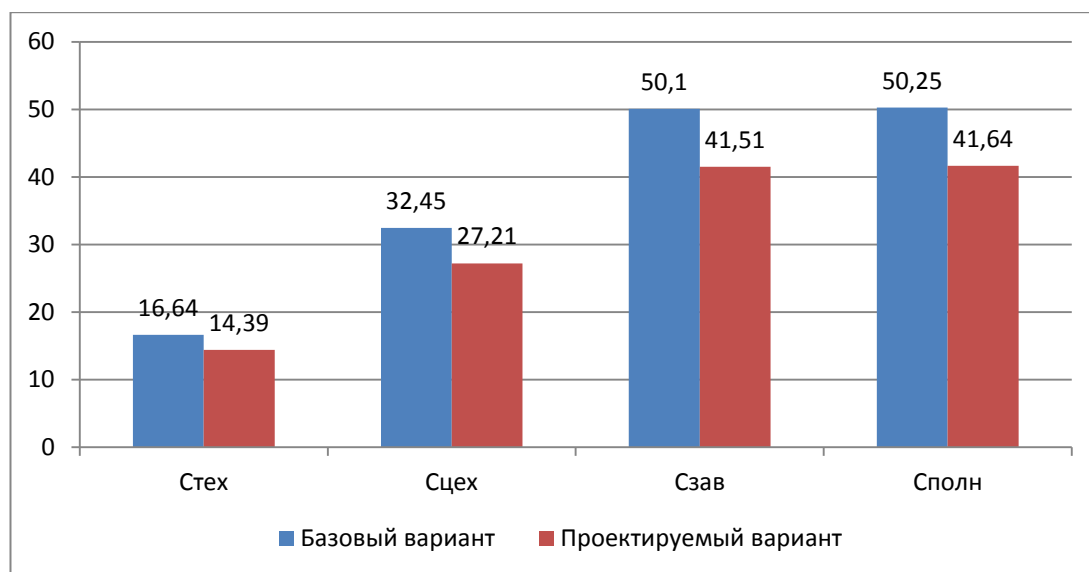


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 50,25 рубля, а для проектируемого варианта – 41,64 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 396046,96 рублей, окупятся в течение четырех лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 73396,53 рубля. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,19 рублей.

Заключение

Основными результатами выполнения данной выпускной квалификационной работы являются следующие. Проанализированы имеющиеся исходные данные по рассматриваемой детали, на основании чего поставлены задачи работы, которые впоследствии были поэтапно решены. Проведен экономический анализ вариантов получения заготовок, в результате чего выбран оптимальный вариант. Спроектирована заготовка путем проведения подробного определения припусков на обработку, напусков и допусков. Спроектирован технологический процесс изготовления детали, включая выбор оборудования, инструмента, средств контроля и оснастки, проектирование технологических операций, включая расчет режимов резания и нормирование операций. В ходе выполнения данного этапа использованы соответствующие типу производства методики расчета и проектирования, основанные на типовых технологических решениях. С целью дальнейшего технического совершенствования технологии изготовления детали спроектирована оснастка на шлифовальную операцию и режущий инструмент на токарные операции. Результатом данных мероприятий стало сокращение времени выполнения данных операций и увеличение их технического совершенства. Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности выполнения предложенной технологии и сокращению ее влияния на экологию. Произведен расчет экономических показателей предложенных технических решений. Данные расчеты показали эффективность предложенных решений.

Результатом всех вышеперечисленных мероприятий стало достижение цели данной выпускной квалификационной работы, которая заключается в проектировании технологического процесса изготовления, который обеспечит выпуск годовой программы полумуфты «Stromag» в условиях среднесерийного производства отвечающего заданным параметрам качества изготовления с наименьшими экономическими затратами.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов : монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 25.09.2021).
2. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 20.08.2021).
3. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва : Машиностроение, 2007. – 463 с.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 12.10.2021).
5. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 45 с.
6. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.09.2021).
7. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с.
8. Копылов Ю.Р. Дистанционное изучение курса «Технология

машиностроения» в Интернете : учебное пособие / Ю.Р. Копылов, А.А. Болдырев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/138166> (дата обращения: 06.08.2021).

9. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 18.10.2021).

10. Макаров В.Ф. Выбор абразивных инструментов и режимов резания для высокоэффективного шлифования заготовок : учебное пособие / В.Ф. Макаров. – Пермь : ПНИПУ, 2011. – 231 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160502> (дата обращения: 21.09.2021).

11. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 21.08.2021).

12. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. –216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 09.09.2021).

13. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 18.08.2021).

14. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 25.09.2021).

15. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное

учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 15.08.2021).

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

17. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 23.08.2021).

18. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 941 с.

20. Технологии машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н.М. Султан-заде [и др.]. – Москва. : ФОРУМ, 2016. – 287 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/515097> (дата обращения: 08.08.2021).

21. Технология машиностроения: курсов. проектирование и диплом. проектирование: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 443 с.

22. Химический состав и физико-механические свойства стали 12ХГЛ [Электронный ресурс]. – URL: https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/25 (дата обращения: 08.08.2021).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|-----|----------|------|----------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----|----|-----|------|----|------|-----|------|-----|
| Дробь | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разработал | | Пындарь | | | | | | ТГУ кафедры ОТМП | | | | | | | | | | |
| Проверил | | Козлов | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утвердил | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | Полумуфта | | | | | | | | | | |
| М01 | | Сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М02 | | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н. расх. | КИМ | Код заготовки | Профиль и размеры | | КД | МЗ | | | | | | |
| | | | 166 | 122 | 1 | | 071 | 24 | φ129,2x109,8 | | 1 | 171 | | | | | | |
| А | | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | | Обозначение документа | | | | | | | | | | |
| Б | | Код, наименование оборудования | | | | | | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тноз | Тшт |
| А03 | | XX XX XX | | 000 | | Заготовительная | | | | | | | | | | | | |
| Б04 | | Литейная машина | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А06 | | XX XX XX | | 005 | | 4110 Токарная | | | | | | | | | | | | |
| Б07 | | 381101 | | Токарный | | SAMAT 135 NC | | 3 | 18217 | 422 | 1P | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | 0,76 | |
| О 08 | | Точить поверхности 8, 9, 14, 16 в размер φ122 ^{+0,4} , φ58 ^{+0,3} , 103,9 ^{+0,35} , 52,2 ^{+0,25} . | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 09 | | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный специальный Т5К10; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 10 | | 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 12 | | XX XX XX | | 010 | | 4110 Токарная | | | | | | | | | | | | |
| Б 13 | | 381101 | | Токарный | | SAMAT 135 NC | | 3 | 18217 | 422 | 1P | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | 1,11 | |
| О 14 | | Точить поверхности 1, 2, 5, 6, 7, 18 в размер φ62 ^{+0,35} , φ47,12 ^{+0,25} , φ32 ^{+0,25} , φ34,584 _{0,25} , 102,3 ^{+0,35} , | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О 15 | | 57,2 ^{+0,35} , 51,2 ^{+0,35} . | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 16 | | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный Т5К10; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|------|--|--------------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|-----|------|-----|--|--|--|--|
| | | | | | | Код, наименование оборудования | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпоз | Тшт | | | | |
| 0 19 | | | | | 392190 Резец расточной ГОСТ 18882-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T20 | | | | | Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A22 | | | | | XX XX XX 015 4110 Токарная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б23 | | | | | 381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 103 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 024 | | | | | Точить поверхности 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17 в размер $\phi 46^{+0,12}$, $\phi 58^{+0,12}$, $101,5^{+0,14}$, $49,6^{+0,14}$, $5_{0,16}$, 16x45, 2x45. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T25 | | | | | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный специальный Т15К6; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 26 | | | | | 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 28 | | | | | XX XX XX 020 4110 Токарная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 29 | | | | | 381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 108 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 30 | | | | | Точить поверхности 1, 2, 3, 4, 5, 21 в размер $\phi 46,62^{+0,1}$, $\phi 36,71_{0,1}$, $\phi 38,5_{0,1}$, $100,8^{+0,14}$, $50,4^{+0,12}$, $3_{0,04}$. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 31 | | | | | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный Т15К6; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 32 | | | | | 392190 Резец расточной ГОСТ 18882-73 Т15К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18882-73 Т5К10; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 33 | | | | | 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 35 | | | | | XX XX XX 025 4180 Протяжная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 36 | | | | | 381756 Протяжной 7Б55У 3 16458 422 1Р 1 1 1 1200 1 0,54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 37 | | | | | Протянуть поверхности 19, 20 в размер $\phi 36^{+0,025}$, $6^{+0,06}$, $6_{0,03}$. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 38 | | | | | 396190 Опора шаровая; 392335 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9; 393110 Калибр. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 40 | | | | | XX XX XX 030 4152 Зубодолбежная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 41 | | | | | 381517 Зубодолбежный 7А412 3 12287 422 1Р 1 1 1 1200 1 2,96 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| A | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|------|---|--------------------------------|-------|-------|----|----|----|------|------|----|-----|------|-----|------|
| | | | | | | Код, наименование оборудования | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпоэ | Тшт | |
| 0 42 | | | | | Нарезать зубья поверхности 12, 13 в размер $\phi 54$, $m=2$ 10 степени точности. | | | | | | | | | | | | | |
| Т 43 | | | | | 396190 Оправка цанговая; 392413 Долбяк прямозубый чашечный тип 3 $\phi 100$ ГОСТ9323-79 Р6М5; | | | | | | | | | | | | | |
| Т 44 | | | | | 393110 Калибр. | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 46 | | | | | XX XX XX 035 4156 Зубофасочная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 47 | | | | | 381575 Зубофасочный ВС500 | 3 | 18632 | 422 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | | | | 1,25 |
| 0 48 | | | | | Снять фаски. | | | | | | | | | | | | | |
| Т 49 | | | | | 396190 Оправка цанговая; 391820 Фреза специальная Р6М5; 393110 Калибр. | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 51 | | | | | XX XX XX 040 4162 Шевинговальная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 52 | | | | | 38185X Шевинговальный ВС-Е02ВФ2 | 3 | 12287 | 422 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | | | | 5,03 |
| 0 53 | | | | | Нарезать зубья поверхность 13 в размер $\phi 54$, $m=2$ 7 степени точности. | | | | | | | | | | | | | |
| Т 54 | | | | | 396190 Оправка цанговая; 392431 Шейвер дисковый $\phi 180$ ГОСТ5392-80 Р18; 393110 Калибр. | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 56 | | | | | XX XX XX 045 Термическая | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 58 | | | | | XX XX XX 050 4130 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 59 | | | | | 381310 Плоскошлифовальный ЗД722 | 3 | 18873 | 312 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | | | | 4,9 |
| 0 60 | | | | | Шлифовать установ А поверхность 16 в размер $100,4^{+0,054}$; установ Б пов. 1 в размер $100^{+0,054}$. | | | | | | | | | | | | | |
| Т 61 | | | | | 396190 Плита магнитная ГОСТ17519-81; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скоба СР ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 63 | | | | | XX XX XX 055 4132 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 64 | | | | | 381312 Внутришлифовальный ЗК227В | 3 | 18873 | 312 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 1200 | 1 | | | | 2,96 |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| A | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | | | |
|------|---|----|----|------|----------------------------|-----------------------|-------|---|----|----|------|----|----|-----|------|-----|--|
| | | | | | | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпоз | Тшт | |
| 0 65 | Шлифовать поверхность 9 в размер 48 ^{+0,14} | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 66 | 396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 68 | XX XX XX 060 4132 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 69 | 381312 Внутришлифовальный ЗК227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,47 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 70 | Шлифовать поверхность 2 в размер $\phi 37,551_{-0,039}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 71 | 396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 73 | XX XX XX 065 4130 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 74 | 381311 Круглошлифовальный ЗМ153 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,74 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 75 | Шлифовать поверхность 5 в размер $\phi 46,012_{+0,039}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | 396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 78 | XX XX XX 070 4132 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 79 | 381312 Внутришлифовальный ЗК227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,83 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 80 | Шлифовать поверхность 2 в размер $\phi 38_{+0,025}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 81 | 396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 83 | XX XX XX 075 4130 Шлифовальная | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 84 | 381311 Круглошлифовальный ЗМ153 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,83 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 85 | Шлифовать поверхность 5 в размер $\phi 46_{-0,025}^{0,05}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 86 | 396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

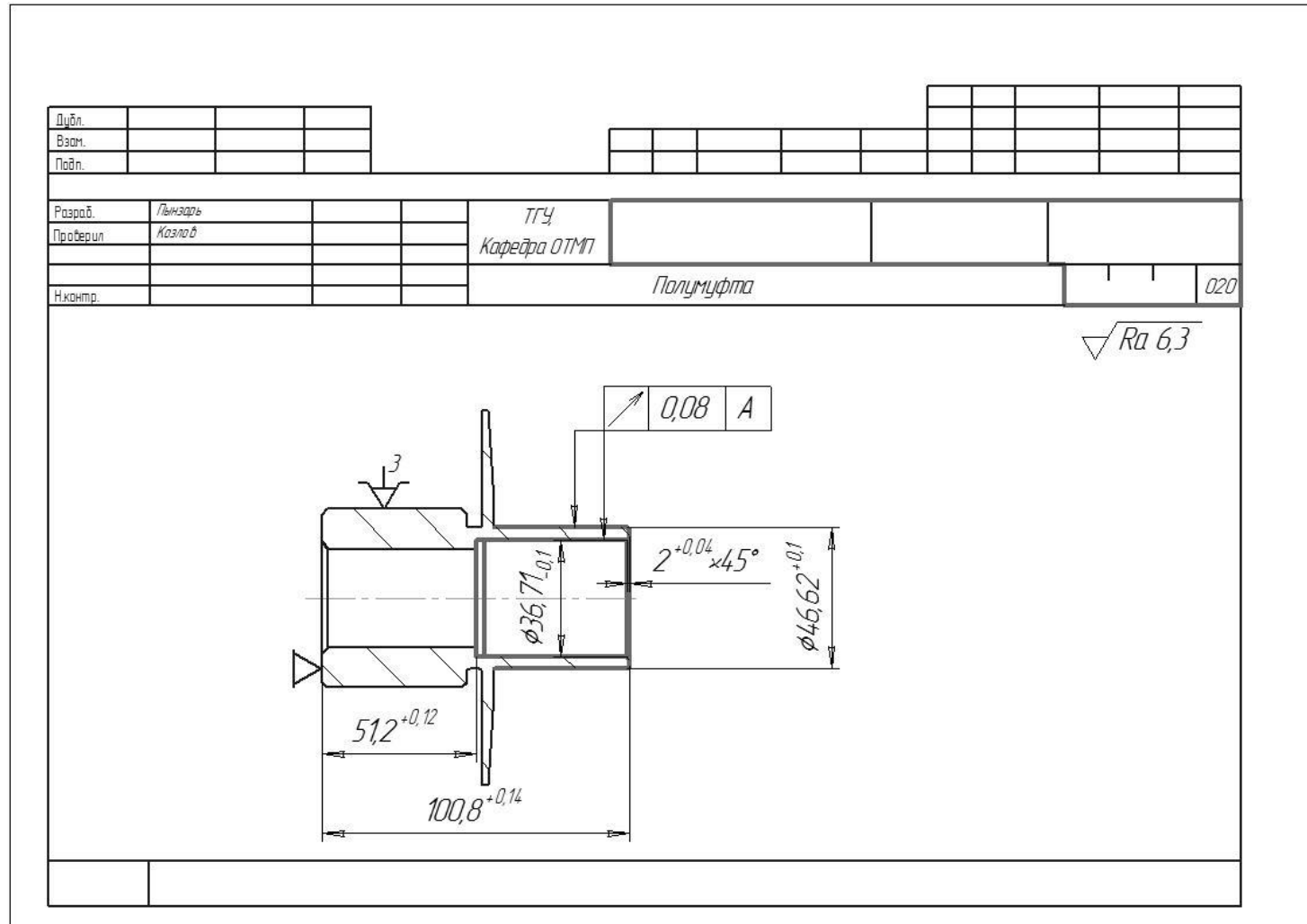
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------|----|----|------|----------------------------|-----------------------|---|----|----|------|----|----|-----|------|-----|
| Б | Код, наименование оборудования | | | | СМ | проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпаз | Тшт |
| А 88 | XX | XX | XX | 080 | Маячная | | | | | | | | | | |
| 89 | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 90 | XX | XX | XX | 085 | Контрольная | | | | | | | | | | |
| 91 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 93 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 94 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 96 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 97 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 99 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 102 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 103 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 104 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 105 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 106 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 107 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 108 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 109 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



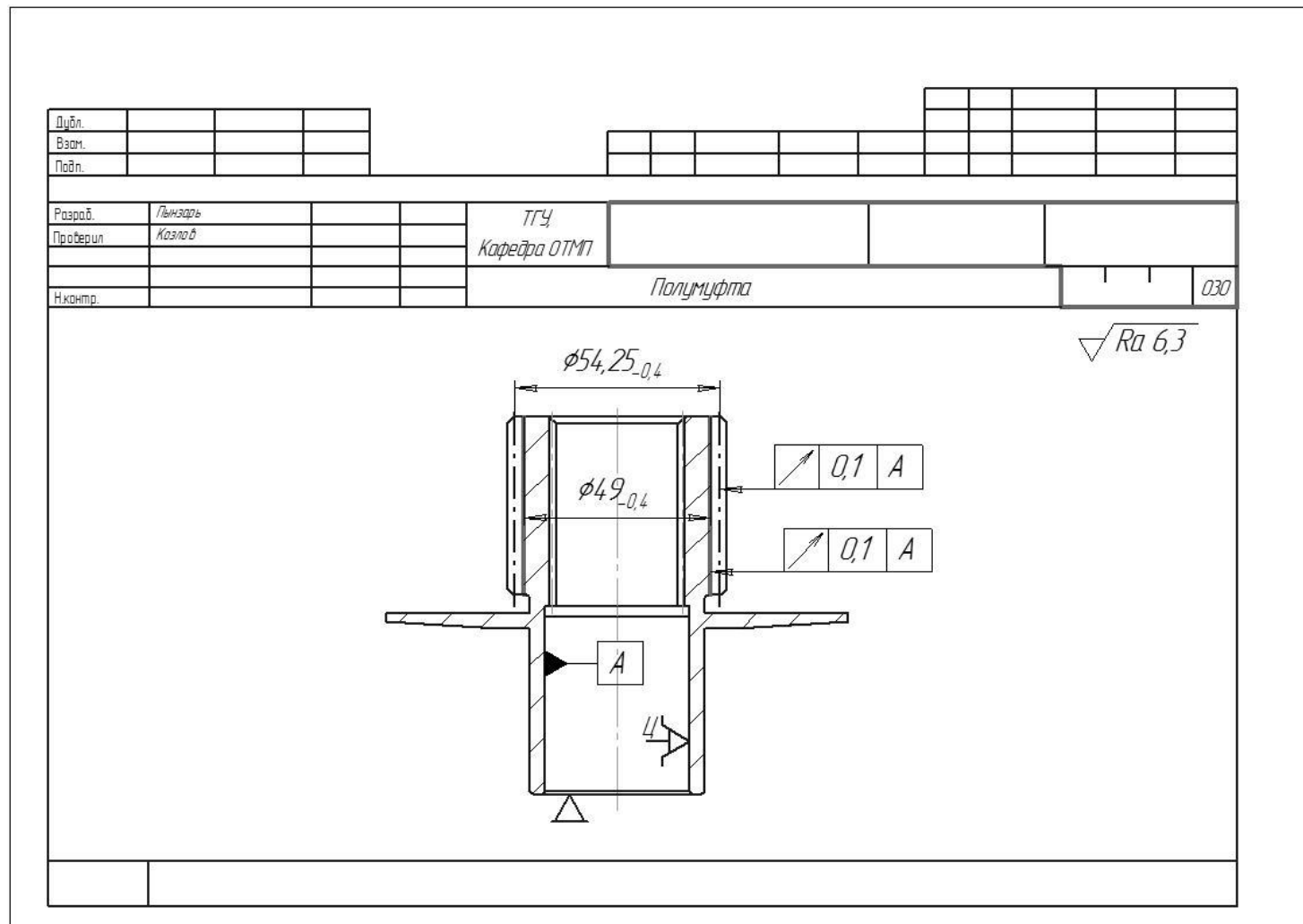
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| ГОСТ 3.116-82 | | | | | | | | | | Форм 1 | | | |
|------------------------------|--|-------------------------|---------|--------------|-----|-----|-------------------|-----------|-----|--------|------|------|-------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Льнзарь | | | ТГУ | | | | | | | | | |
| Проверил | Козлов | | | Кафедра ОТМП | | | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | Полумуфта | | | | | | Цех | Уч. | Р.М. | Опер. |
| Наименование операции | | Материал | | Твердость | EB | MD | Профиль и размеры | | | MB | КОИД | | |
| Токарная | | Сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88 | | | 166 | 122 | Ø129,2x109,8 | | | 1,71 | 1 | | |
| Оборудование, устройства ЧПУ | | Обозначение программы | | Тa | Тb | Тгв | Тшт | Сож | | | | | |
| SAMAT 135 NC | | | | 0,28 | | | 1,08 | Угрюнов-1 | | | | | |
| | | пи | о или в | l | f | i | s | п | v | | | | |
| 01 | 1. Установить заготовку | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₂ | 396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец контурный специальный Т15К6; | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₃ | 392190 Резец расточной ГОСТ 18882-73 Т15К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18882-73 Т5К10; | | | | | | | | | | | | |
| T ₀₄ | 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88. | | | | | | | | | | | | |
| 05 | 2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза. | | | | | | | | | | | | |
| P ₀₆ | | 1 | | | 2,0 | | 0,3 | 1600 | 231 | | | | |
| P ₀₇ | | 2 | | | 2,0 | | 0,15 | 2000 | 239 | | | | |
| P ₀₈ | | 3 | | | 3,0 | | 0,1 | 2000 | 242 | | | | |
| 09 | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку. | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



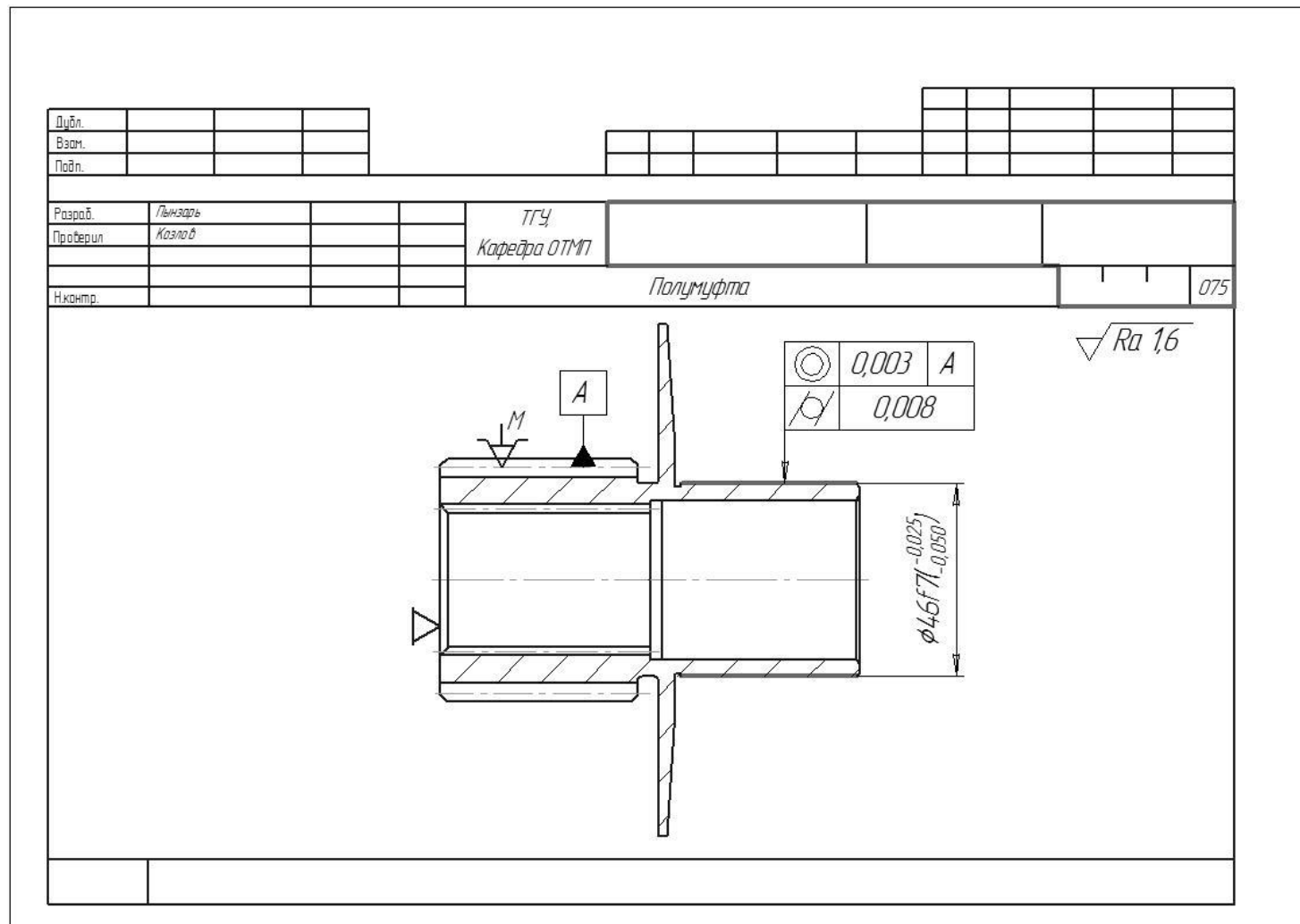
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| ГОСТ 3.116-82 | | | | | | | | | | Форм 1 | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|---------|--------------|-----------|-----|-----|-------------------|----------|--------|------|------|-------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Льнзарь | | | ТГУ | | | | | | | | | |
| Проверил | Козлов | | | Кафедра ОТМП | | | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | Полумуфта | | | | | | Цех | Уч. | Р.М. | Опер. |
| Наименование операции | | Материал | | | Твердость | EB | МД | Профиль и размеры | | | МЭ | КОИД | |
| Зубодолбежная | | Сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88 | | | | 166 | 122 | Ø129,2x109,8 | | | 1,71 | 1 | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | Обозначение программы | | | Тв | Ть | Тгв | Тшт | Сож | | | | |
| 7А4.12 | | | | | 2,04 | | | 2,96 | Укрупн-1 | | | | |
| | | пш | о или в | л | т | и | с | п | v | | | | |
| 01 | 1. Установить заготовку | | | | | | | | | | | | |
| Т.оп | 396190 Оправка цанговая; 392413 Долбяк прямозубый чашечный тип 3 Ø100 ГОСТ9323-79 РАМ5; | | | | | | | | | | | | |
| Т.об | 393110 Калибр. | | | | | | | | | | | | |
| 02 | 2. Нарезать зубья m=2 выдерживая размеры согласно эскиза. | | | | | | | | | | | | |
| Р.об | | 1 | | | | 4,5 | | 0,4 | 225 | 24 | | | |
| 03 | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку. | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| ГОСТ 3.116-82 | | | | | | | | | | Форм 1 | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|---------|--------------|-----------|-----|-----|-------------------|----------|--------|------|------|-------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Лындарь | | | ТГУ | | | | | | | | | |
| Проверил | Козлов | | | Кафедра ОТМТ | | | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | Полумуфта | | | | | | Щех. | Уч. | Р.М. | Опер. |
| Наименование операции | | Материал | | | Твердость | EB | MD | Профиль и размеры | | | МЭ | КОИД | |
| Шлифовальная | | Сталь 25ХГЛ ГОСТ 977-88 | | | | 166 | 122 | #129,2x109,8 | | | 1,71 | 1 | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | Обозначение программы | | | Т0 | Т1 | Т2 | Тшт | Сож | | | | |
| ЗМ153В | | | | | 11 | | | 1,83 | Ужинол-1 | | | | |
| | | пи | о или в | l | f | i | s | п | v | | | | |
| 01 | 1. Установить заготовку | | | | | | | | | | | | |
| Т.оп | 396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75. | | | | | | | | | | | | |
| 02 | 2. Шлифовать шейку выдерживая размеры согласно эскиза. | | | | | | | | | | | | |
| Р.оп | 1 0,011 200 30 | | | | | | | | | | | | |
| 03 | 3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку. | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

| Формат Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме- чание |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------|-----------------|
| | | | | | |
| | | | <u>Документация</u> | | |
| A1 | | 21БР.ОТМП.331.65.00.000СБ | Сборочный чертеж | | |
| | | | <u>Детали</u> | | |
| Склад № | A3 | 1 21БР.ОТМП.331.65.00.001 | Корпус патрона | 1 | |
| | A4 | 2 21БР.ОТМП.331.65.00.002 | Сухарь | 1 | |
| | A4 | 3 21БР.ОТМП.331.65.00.003 | Гильза | 1 | |
| | A3 | 4 21БР.ОТМП.331.65.00.004 | Мембрана | 1 | |
| | A3 | 5 21БР.ОТМП.331.65.00.005 | Крышка гидроцилиндра | 1 | |
| | A3 | 6 21БР.ОТМП.331.65.00.006 | Корпус гидроцилиндра | 1 | |
| | A3 | 7 21БР.ОТМП.331.65.00.007 | Поршень | 1 | |
| | A4 | 8 21БР.ОТМП.331.65.00.008 | Упор | 3 | |
| | A3 | 9 21БР.ОТМП.331.65.00.009 | Толкатель | 1 | |
| | A4 | 10 21БР.ОТМП.331.65.00.010 | Кулачок сменный | 3 | |
| | A3 | 11 21БР.ОТМП.331.65.00.011 | Шток | 1 | |
| | A4 | 12 21БР.ОТМП.331.65.00.012 | Кулачок постоянный | 3 | |
| Плоск. и дата | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | 13 | Пробка М8 ГОСТ 12202-66 | 2 | |
| | | 14 | Пробка М10 ГОСТ 12202-66 | 1 | |
| | | 15 | Кольцо стопорное ГОСТ 9060-69 | 1 | |
| | | 16 | Уплотнение ГОСТ 8752-79 | 2 | |
| | | | | | |
| Плоск. и дата | 21БР.ОТМП.331.65.00.000 | | | | |
| | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Инв. № подл. | Разраб. | Пыньзарь | | | |
| | Проб. | Козлов | | | |
| Инв. № склад. № | Н.контр. | Козлов | | | |
| | Утв. | Логинов | | | |
| Патрон мембранный | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | 1 | 2 |
| | | | ТГУ, ИМ гр. ТМБз-1601б | | |
| Копировал | | | Формат А4 | | |

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

| Формат Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|-----------------------------------|------|----------------------------|--|-------|------------|
| | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | |
| A2 | | 21.БР.ОТМП.331.70.00.000СБ | Сборочный чертёж | | |
| <i>Детали</i> | | | | | |
| A3 | 1 | 21.БР.ОТМП.331.70.00.001 | Державка резца | 1 | |
| A4 | 2 | 21.БР.ОТМП.331.70.00.002 | Пластина режущая | 1 | |
| A4 | 3 | 21.БР.ОТМП.331.70.00.003 | Пластина опорная | 1 | |
| A4 | 4 | 21.БР.ОТМП.331.70.00.004 | Штифт цилиндрический | 1 | |
| A4 | 5 | 21.БР.ОТМП.331.70.00.005 | Втулка | 1 | |
| A4 | 6 | 21.БР.ОТМП.331.70.00.006 | Клин | 1 | |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | | | |
| | 7 | | Винт зажимной ГОСТ 17475-80 | 1 | |
| 21.БР.ОТМП.331.70.00.000 | | | | | |
| Изм. | | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | | Пындарь | | | |
| Проб. | | Козлов | | | |
| Н.контр. | | Козлов | | | |
| Утв. | | Логинов | | | |
| Резец токарный сборный | | | Лист 1 Лист 1 Листов 1 ТГУ, ИМ зр. ТМДз-16018 Формат А4 | | |
| Копировал | | | | | |