

Школа Инженерная школа производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Проектирование технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя»</b>

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Громик Артём Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	к.ф.м.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н., доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н., доцент		

## РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.

P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<b>Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)</b>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е. А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**Бакалаврской работы**

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Громик Артём Александрович

Тема работы:

<b>Проектирование технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-58/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали «Полумуфта двигателя»</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Определение типа производства, составление маршрута технологических операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<b>Технический и конструкторский</b>	Алфёрова Екатерина Александровна
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Криницина Зоя Васильевна
<b>Социальная ответственность</b>	Белоенко Елена Владимировна

<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	16.12.2019
--	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	к.ф.м.н., доцент		16.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-8л51	Громик Артём Александрович		16.12.2019

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 105 с., 4 ч., 9 рис., 32 табл., 17 источников, 5 прил.

ПОЛУМУФТА ДВИГАТЕЛЯ, СТАЛЬ 40Х, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ.

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя». В работе используется универсальное оборудование, а также универсальное и специальное оборудование, что дает возможность снизить время изготовления детали.

В ходе работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Полумуфта двигателя»; Спроектировано приспособление для сверлильной операции; Рассмотрены разделы: «Финансовый менеджмент» и «Социальная ответственность».

В разделе «Проектирование технологического процесса» рассмотрено: определение типа производства; анализ технологичности, расчет режимов резанья; проектирование технологического процесса.

В «Конструкторском» разработано приспособление для сверлильной операции.

В разделе «Финансовый менеджмент» проведен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали «Полумуфта двигателя».

Область применения: машиностроение.

## Оглавление

Введение.....	15
Техническое задание.....	16
1. Технологический процесс .....	17
1.1 Определение типа производства .....	17
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	18
Таблица 1.1 - Химический состав .....	18
1.3 Выбор исходной заготовки .....	19
1.4 Разработка технологии изготовления детали.....	20
1.5 Расчет технологических размеров при проектировании технологического процесса.....	23
1.5.1 Расчет диаметральных технологических размеров.....	23
1.5.2 Расчет продольных технологических размеров .....	27
1.6. Расчет режимов резания.....	33
1.7. Выбор средств технологического оснащения .....	53
1.8 Нормирование технологических операций.....	56
1.8.1 Расчет основного времени .....	56
Коэффициент.....	59
1.8.2 Определение норм вспомогательного времени .....	59
для каждой операции.....	59
1.8.3 Определение времени на обслуживание рабочего места .....	60
1.8.4 Расчет времени перерывов на отдых и личные надобности.....	61
1.8.5 Расчет штучного времени .....	62
1.8.6 Расчет штучно-калькуляционного времени .....	62
2. Конструкторский раздел.....	64
2.1 Анализ исходных данных .....	64
Тип производства – среднесерийный Программа выпуска - 10000 шт. в год. приспособление должно иметь размеры соответствующие установочным и присоединительным размерам выбранного станка 2С50 .....	64

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления .....	65
2.3 Расчет привода приспособления .....	67
2.4 Описание конструкции и работы приспособления.....	68
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	72
3.1 Актуальность исследования.....	72
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	72
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	74
3.2 SWOT-анализ технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя» .....	76
3.3 Планирование технического проектирования работ .....	78
3.3.1 Структура работ в рамках проектирования .....	78
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	79
3.4 Смета затрат на технический проект .....	82
3.4.1 Расчет материальных затрат технического проекта.....	82
3.4.2 Полная заработная плата исполнителей темы .....	83
3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	85
3.4.4 Накладные расходы .....	85
3.4.5 Формирование сметы затрат технического проекта .....	86
Вывод по разделу .....	88
4. Социальная ответственность .....	91
4.1 Введение .....	92
4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	92
4.3 Производственная безопасность .....	95
4.4 Экологическая безопасность.....	99
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	100
Вывод по разделу .....	103
Заключение.....	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	105



## ВВЕДЕНИЕ

Цель данной выпускной квалификационной работы – разработка технологического процесса детали «Полумуфта двигателя». Полумуфта двигателя – деталь которая применяется для передачи крутящего момента между двигателем и валом.

Актуальность темы заключается в том, что деталь «Полумуфта двигателя» часто используемой в машиностроительном производстве, поэтому проектирование технологического процесса изготовления подобной детали осуществляется, как правило, на каждом машиностроительном предприятии.

Предметом исследования выпускной квалификационной работы являются: выбор заготовки для производства детали; определение размеров и припусков; выбор оборудования, оснастки, режущего и мерительного инструмента; расчет режимов резанья и норм времени на обработку.

В ВКР рассматривается разработка эффективного технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя». Разрабатывается эффективный маршрут обработки детали.

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс изготовления детали «Полумуфта двигателя». Чертёж детали представлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 10000 шт.

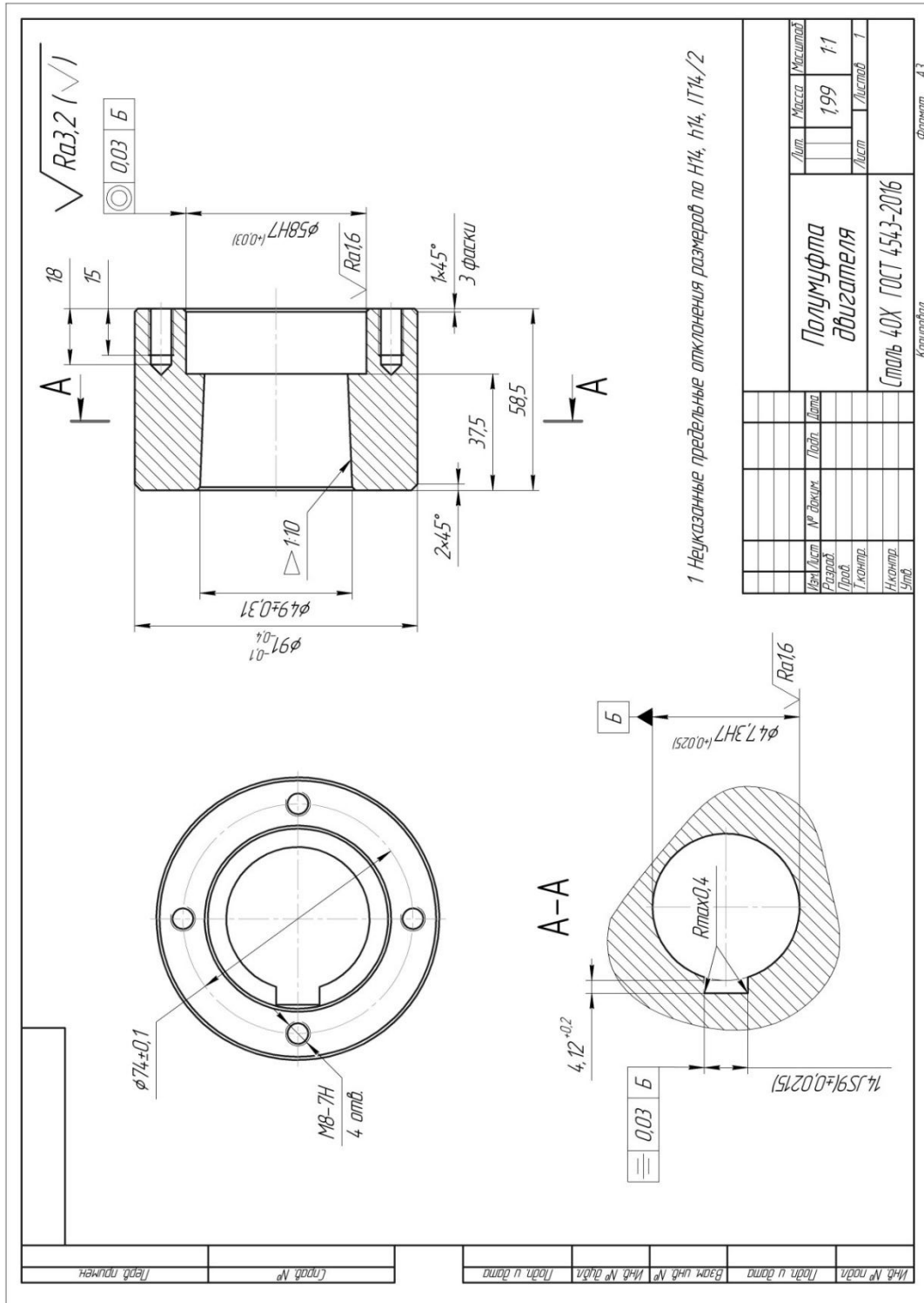


Рисунок 1 Чертёж детали

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

## 1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}, \quad (1)$$

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N}, \quad (2)$$

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1,с.22]

для двухсменного режима работы:  $F_T = 4015$  ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши} / n, \quad (3)$$

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k \cdot T_0, \quad (4)$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент, который зависит от вида применяемого станка;  
 $T_0$  – основное технологическое время.

Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 \cdot D^2$$

$$t_{ш0} = 1,5 \cdot 0,00019 \cdot 95^2 = 2,5$$

Токарная операция:

$$T_0 = (0,17 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3},$$

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = (0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot 91 \cdot 58,5) \cdot 10^{-3} =$$

$$= (0,17 \cdot 91 \cdot 58,5 + 0,17 \cdot 58 \cdot 21 + 0,17 \cdot 49 \cdot 37,5) \cdot 10^{-3} = 1,4,$$

$$t_{ш5} = 2,10 \cdot 1,4 = 3,0$$

Сверлильная операция:

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 \cdot d \cdot l$$

$$t_{ш2} = (1,72 \cdot 0,00052 \cdot 6,5 \cdot 18) \cdot 4 = 0,4$$

Резьбонарезная операция:

нарезание резьбы в отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 \cdot d \cdot l$$

$$t_{ш8} = (1,72 \cdot 0,0004 \cdot 8 \cdot 15) \cdot 4 = 0,3$$

Среднештучное время:

$$t_{шс} = \frac{3,0 + 0,4 + 0,3}{3} = 1,2$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 * 4015/10000}{1,2} = 20$$

$10 \leq K_{30} \leq 20$ , что соответствует среднесерийному производству.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – полумуфта двигателя представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 40Х ГОСТ 4543-2016. Конструкция детали достаточно простая. Деталь «Полумуфта двигателя» имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Химический состав Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016

Таблица 1.1 - Химический состав

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36 – 0,44	– 0,17 – 0,37	– 0,5 – 0,8	– до 0,3	– до 0,035	– до 0,035	– 0,8 – 1,1	– до 0,3

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х

Сортамент	Размер	$\sigma_s$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\lambda$	КСУ	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
Прутки, ГОСТ 4543-2016	Ø 25	980	785	10	45	590	Закалка 860°С, масло, Отпуск 500°С, вода,

Деталь «Полумуфта двигателя» имеет достаточно простую конструкцию. Все обрабатываемые поверхности находятся в свободном доступе для инструмента. Обработка детали «Полумуфта двигателя» может проводиться с помощью стандартного режущего инструмента. Деталь «Полумуфта двигателя» имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Предварительную обработку наружных поверхностей детали «Полумуфта двигателя» предполагается делать на токарном станке, с последующим шлифованием.

Изготавливаемая деталь «Полумуфта двигателя» является цельной деталью, и заменить её сборной конструкцией нецелесообразно. На чертеже детали «Полумуфта двигателя» имеются все необходимые виды, разрезы, сечения, включает всю необходимую информацию для ее изготовления.

На каждой поверхности указана шероховатость, которая соответствует точности размеров этих поверхностей.

Наиболее точной поверхностью является Ø58Н7мм и Ø47,3Н7мм, что предполагает токарную чистовую обработку поверхности с последующим шлифованием. Так же в детали выполняется паз шириной 14js9 по конусной поверхности с уклоном 1:10.

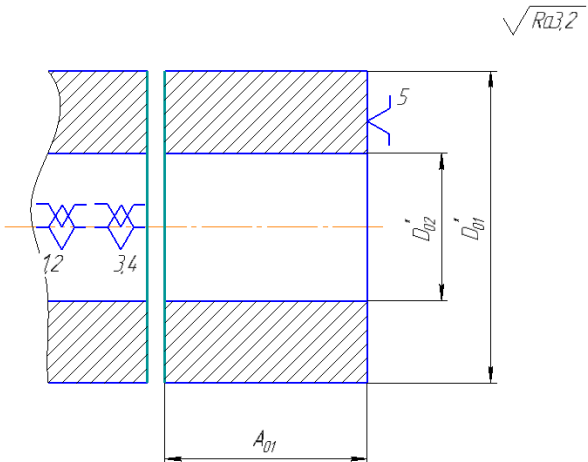
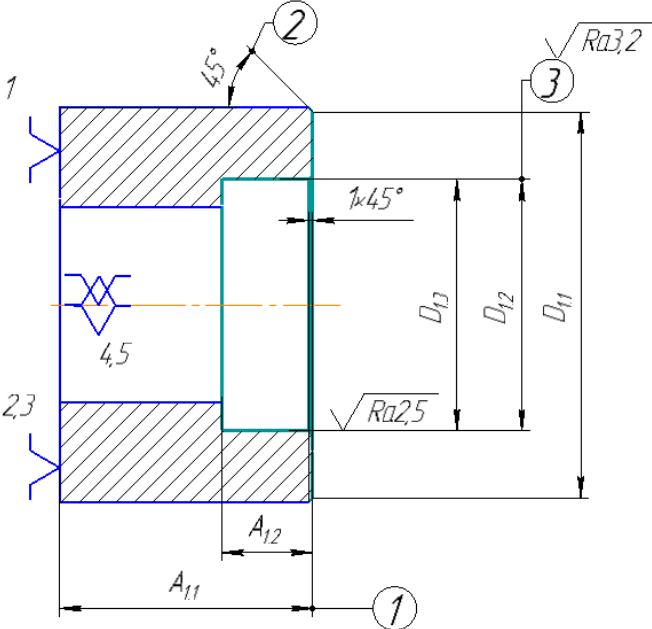
### 1.3 Выбор исходной заготовки

В качестве заготовки принимаем прокат трубный горячекатаный Ø95<sup>+0,6</sup><sub>-2,0</sub> с толщиной стенки 25мм ГОСТ 8732-78. Выбор заготовки основан на критериях свойств материала детали «Полумуфта двигателя», её габаритов и

массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства.

### 1.4 Разработка технологии изготовления детали

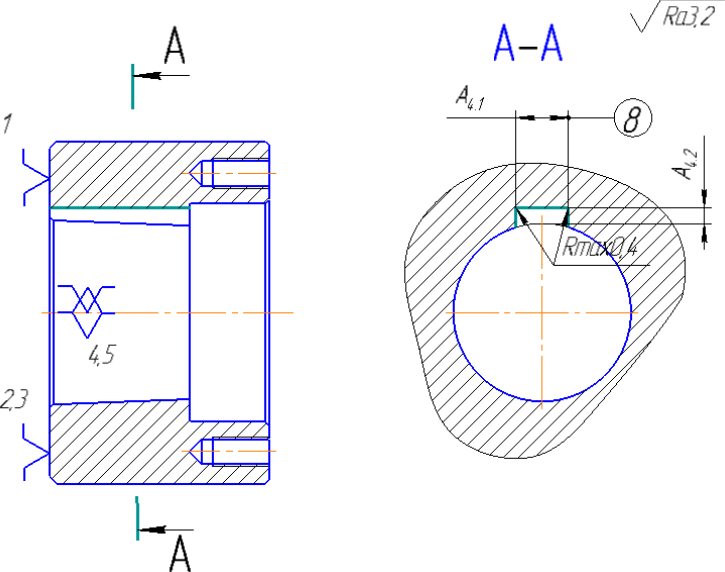
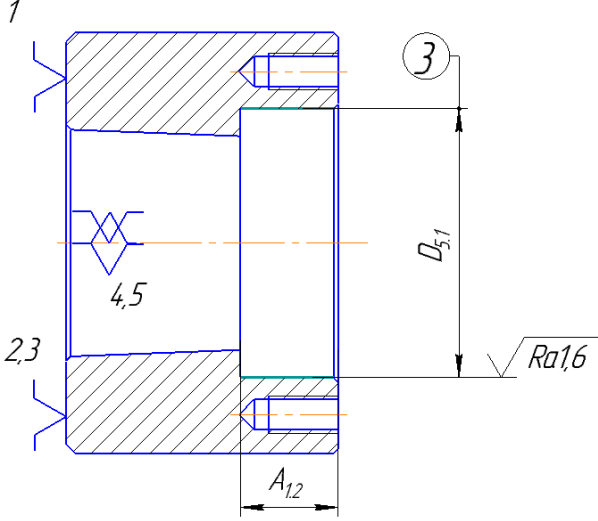
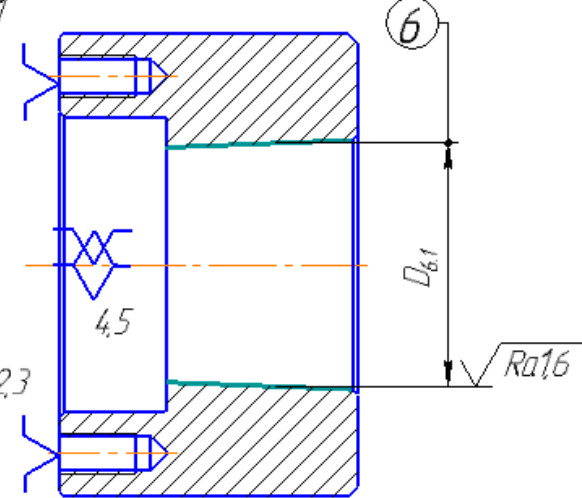
Таблица 1.3 – Технологический процесс изготовления

Номер	Операционный эскиз	Наименование и содержание операции
0		<p>Заготовительная</p> <p>1) Отрезать заготовку, выдержав размер <math>A_{0.1}</math></p>
1		<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1) Подрезать торец 1, выдержав размер <math>A_{1.1}</math></p> <p>2) Точить фаску 2 под углом <math>45^\circ</math>, выдерживая размер <math>D_{1.1}</math></p> <p>3) Расточить поверхность 3, выдерживая размеры <math>D_{1.2}</math>, <math>A_{1.2}</math> предварительно</p> <p>4) Расточить поверхность 3, выдерживая размеры <math>D_{1.3}</math>, <math>A_{1.2}</math> окончательно</p>

Продолжение таблицы 1.3

<p>2</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Подрезать торец 4, выдержав размер <math>A_{2.1}</math></li> <li>2) Точить поверхность 5 и фаску однократно, выдержав размер <math>D_{2.1}</math>, <math>A_{2.1}</math>, <math>A_{2.2}</math></li> <li>3) Расточить конусную поверхность 6 предварительно, выдержав размеры <math>D_{2.2}</math>, <math>D_{2.3}</math>, фаска <math>A_{2.3}</math>, конусность 1:10 на проход</li> <li>4) Расточить конусную поверхность 6, выдержав размеры <math>D_{2.4}</math>, конусность 1:10 на проход окончательно</li> </ol>
<p>3</p>		<p>Сверлильная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сверлить 4 отверстия 7, выдерживая размеры <math>D_{3.1}</math>, <math>D_{3.3}</math>, <math>A_{3.1}</math></li> <li>2) Нарезать резьбу в 4х отверстиях 7, выдерживая размеры <math>D_{3.2}</math>, <math>D_{3.3}</math>, <math>A_{3.2}</math></li> </ol>

Продолжение таблицы 1.3

<p>4</p>		<p>Протяжная</p> <p>1) Обработать паз 8, выдержав размеры <math>A_{4.1}</math> и <math>A_{4.2}</math>, <math>R_{max} 0,4</math></p>
<p>5</p>		<p>Внутришлифовальная</p> <p>1. Шлифовать поверхность 3, выдержав размер <math>D_{5.1}</math> на длину <math>A_{1.2}</math> однократно</p>
<p>6</p>		<p>Внутришлифовальная</p> <p>1. Шлифовать поверхность 6, выдержав размер <math>D_{6.1}</math>, конусность 1:10 однократно на проход</p>



## 1.5 Расчет технологических размеров при проектировании технологического процесса

### 1.5.1 Расчет диаметральных технологических размеров

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5)$$

1. Таблица 1.4 - Расчет технологических размеров при обработке  $\varnothing 91_{-0,4}^{-0,1}$  мм, рис. 2

№	Наименование	Rz, мкм	h, мкм	P, мкм	$\varepsilon_3$ , мкм	2Zmin, мкм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	Dвыб, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прокат D <sub>0.1</sub>	320	400	285	-	-	2,6	93	95,6	$\varnothing 95_{-2,0}^{+0,6}$
2	Черновое точение D <sub>2.1</sub>	25	25	28	100	1740	0,3	90,6	90,9	$\varnothing 91_{-0,4}^{-0,1}$

В этой цепи известно:  $D_{2.1} = K_{D2.1} = \varnothing 91_{-0,4}^{-0,1}$

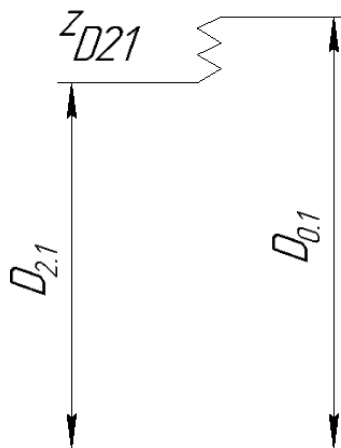


Рисунок 2 Размерная схема обработки поверхности №5  $\varnothing 91_{-0,4}^{-0,1}$

Таблица 1.5 - Расчет припусков при D<sub>выб</sub>

№	Наименование	Dвыб, мм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	2Zmin, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	Прокат D <sub>0.1</sub>	$\varnothing 95_{-2,0}^{+0,6}$	2,6	93	95,6	2Z <sub>D2.1</sub> =2,4
2	Черновое точение D <sub>2.1</sub>	$\varnothing 91_{-0,4}^{-0,1}$	0,3	90,6	90,9	

2. Таблица 1.5.3 - Расчет технологических размеров при обработке

$\varnothing 49 \pm 0,31$  мм, рис. 3

№	Наименование	Rz, мкм	h, мкм	P, мкм	$\varepsilon_3$ , мкм	2Zmin, мкм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	Dвыб, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прокат D <sub>0.2</sub>	320	400	285	-	-	2,6	43	45,6	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$
2	Черновое растачивание D <sub>2.3</sub>	25	25	28	100	1740	0,3	48,69	49,31	$\varnothing 49 \pm 0,31$

В этой цепи известно:  $D_{2.3} = K_{D_{2.3}} = \varnothing 49 \pm 0,31$

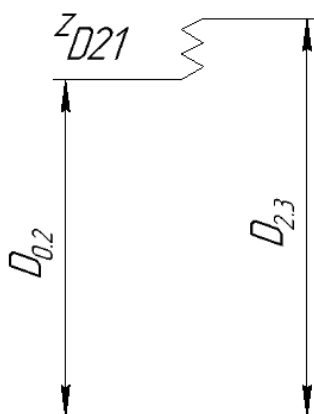


Рисунок 3 Размерная схема обработки поверхности №6  $\varnothing 49 \pm 0,31$

Таблица 1.6 - Расчет припусков при Dвыб

№	Наименование	Dвыб, мм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	2Zmin, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	Прокат D <sub>0.2</sub>	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$	2,6	43	45,6	2Z <sub>D2.3</sub> =5,69
2	Черновое растачивание D <sub>2.3</sub>	$\varnothing 49 \pm 0,31$	0,3	48,69	49,31	

3. Таблица 1.7 - Расчет технологических размеров при обработке

$\varnothing 47H7^{(+0,025)}$  мм, рис. 4

№	Наименование	Rz, мкм	h, мкм	$\rho$ , мкм	$\varepsilon_3$ , мкм	2Zmin, мкм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	Dвыб, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прокат D <sub>0.2</sub>	320	400	285	-	-	2,6	43	45,6	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$
2	Черновое растачивание D <sub>2.2</sub>	40	60	22	100	0,95	0,25	46,53	46,78	$\varnothing 46,53^{+0,5}$

Продолжение таблицы 1.7

3	Чистовое растачивание $D_{2.4}$	10	40	10	100	0,4	0,1	47,08	47,18	$\varnothing 47,08^{+0,1}$
4	Шлифование $D_{6.1}$	6,4	20	5	80	0,14	00025	47,3	47,325	$\varnothing 47,3^{+0,025}$

В этой цепи известно:  $D_{6.1} = K_{D6.1} = \varnothing 47H7^{(+0,025)}$

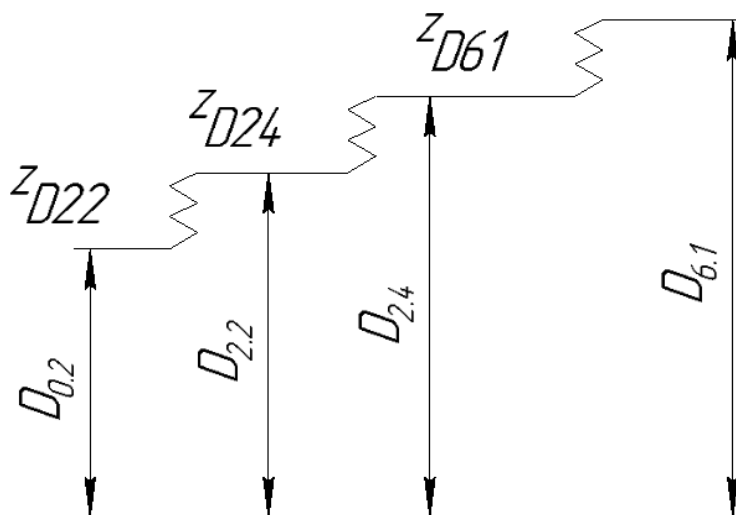


Рисунок 4 Размерная схема обработки поверхности №6  $\varnothing 47H7^{(+0,025)}$

Таблица 1.8 - Расчет припусков при  $D_{выб}$

№	Наименование	$D_{выб}$ , мм	$T_d$ , мм	$D_{min}$ , мм	$D_{max}$ , мм	$2Z_{min}$ , мм
1	2	3	4	5	6	7
1	Прокат $D_{0.2}$	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$	2,6	43	45,6	$2Z_{D2.2}=1,18$
2	Черновое растачивание $D_{2.2}$	$\varnothing 46,53^{+0,25}$	0,25	46,53	46,78	
3	Чистовое растачивание $D_{2.4}$	$\varnothing 47,08^{+0,1}$	0,1	47,08	47,18	$2Z_{D2.4}=0,4$
4	Шлифование $D_{6.1}$	$\varnothing 47,3^{+0,025}$	00025	47,3	47,325	$2Z_{D6.1}=0,145$

5. Таблица 1.9 - Расчет технологических размеров при обработке

$\varnothing 58H7^{(+0,03)}$  мм, рис. 5

№	Наименование	Rz, мкм	h, мкм	$\rho$ , мкм	$\varepsilon_3$ , мкм	2Zmin, мкм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	Dвыб, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прокат D <sub>0.2</sub>	320	400	285	-	-	2,6	43	45,6	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$
2	Черновое растачивание D <sub>1.2</sub>	40	60	22	100	0,95	0,3	57,19	57,49	$\varnothing 57,19^{+0,3}$
3	Чистовое растачивание D <sub>1.3</sub>	10	40	10	100	0,4	0,12	57,77	57,89	$\varnothing 57,77^{+0,12}$
4	Шлифование D <sub>5.1</sub>	6,4	20	5	80	0,14	0,03	58	58,03	$\varnothing 58^{+0,03}$

В этой цепи известно:  $D_{5.1} = K_{D5.1} = \varnothing 58H7^{(+0,03)}$

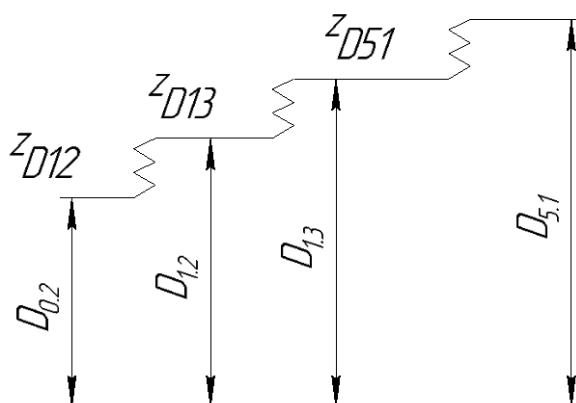


Рисунок 5 Размерная схема обработки поверхности №3  $\varnothing 58H7^{(+0,03)}$

Таблица 1.10 - Расчет припусков при Dвыб

№	Наименование	Dвыб, мм	Td, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	2Zmin, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	Прокат D <sub>0.2</sub>	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$	2,6	43	45,6	2Z <sub>D1.2</sub> =11,89
2	Черновое растачивание D <sub>1.2</sub>	$\varnothing 57,19^{+0,3}$	0,3	57,19	57,49	
3	Чистовое растачивание D <sub>1.3</sub>	$\varnothing 57,77^{+0,12}$	0,12	57,77	57,89	2Z <sub>D1.4</sub> =0,24
4	Шлифование D <sub>5.1</sub>	$\varnothing 58^{+0,03}$	0,03	58	58,03	2Z <sub>D5.1</sub> =0,14

Таблица 1.11 - Результаты расчетов диаметральных размеров.

Обозначение тех. размера	Принятое номинальное значение размера, мм	Обозначение тех. размера	Принятое номинальное значение размера, мм
D <sub>0.1</sub>	$\varnothing 95^{+0,6}_{-2,0}$	D <sub>6.1</sub>	$\varnothing 47,3^{+0,025}$
D <sub>2.1</sub>	$\varnothing 91^{-0,1}_{-0,4}$	D <sub>1.2</sub>	$\varnothing 57,19^{+0,3}$
D <sub>2.3</sub>	$\varnothing 49 \pm 0,31$	D <sub>1.3</sub>	$\varnothing 57,77^{+0,12}$
D <sub>0.2</sub>	$\varnothing 45^{+0,6}_{-2,0}$	D <sub>5.1</sub>	$\varnothing 58^{+0,03}$
D <sub>2.2</sub>	$\varnothing 46,53^{+0,25}$	D <sub>1.1</sub>	$\varnothing 89 \pm 0,435$
D <sub>2.4</sub>	$\varnothing 47,08^{+0,1}$		

### 1.5.2 Расчет продольных технологических размеров

Для расчета продольных технологических размеров детали «Полумуфта двигателя» строится размерная схема технологического процесса в продольном направлении (рис. 6) и граф размерных цепей (рис. 7), облегчающих их нахождение.

Перед началом расчета технологических размеров детали «Полумуфта двигателя» проводим анализ технологичности размерных цепей, замыкающими звеньями которых являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры, и проводим проверку возможности обеспечения размеров с требуемой точностью.

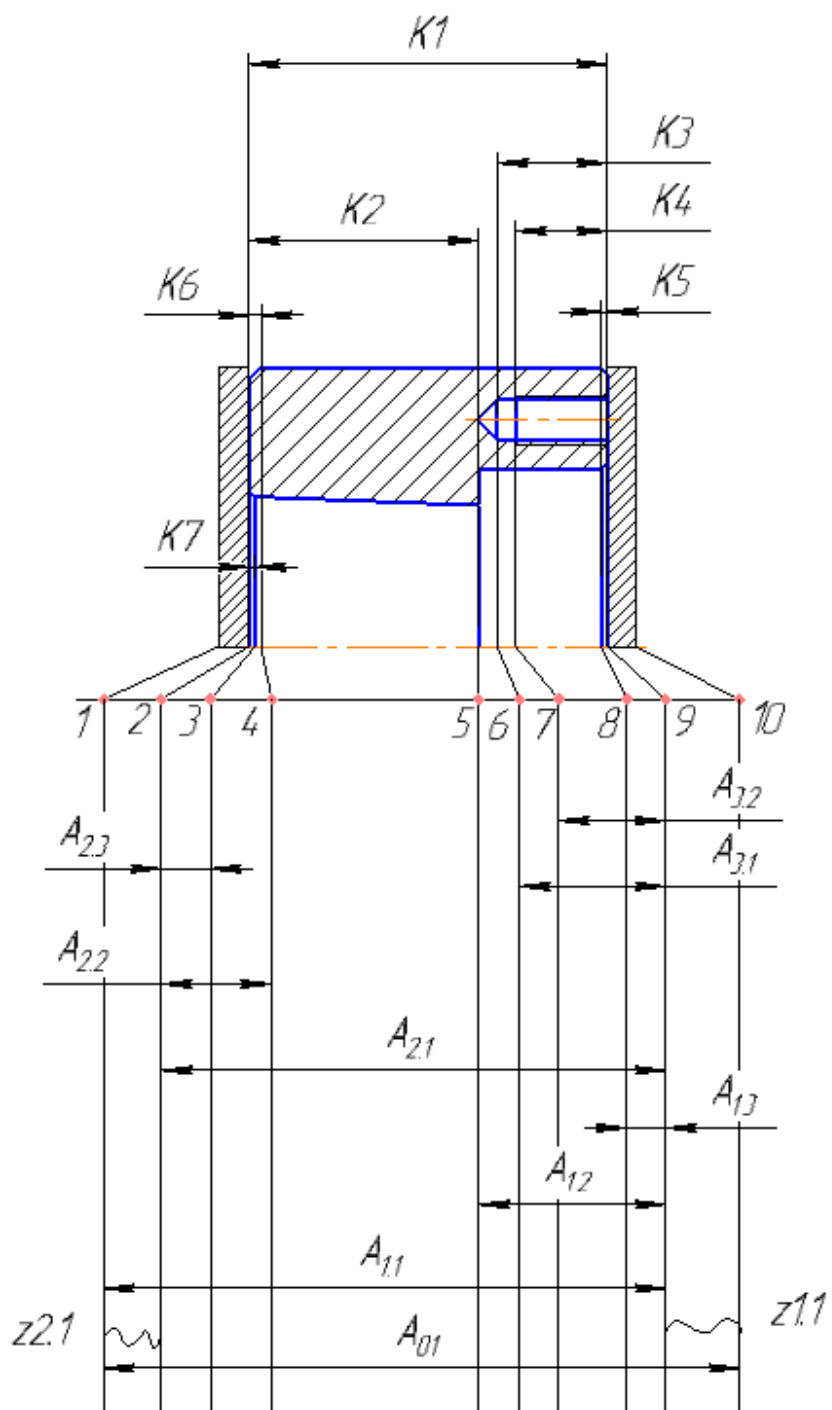


Рисунок 6 Размерная схема

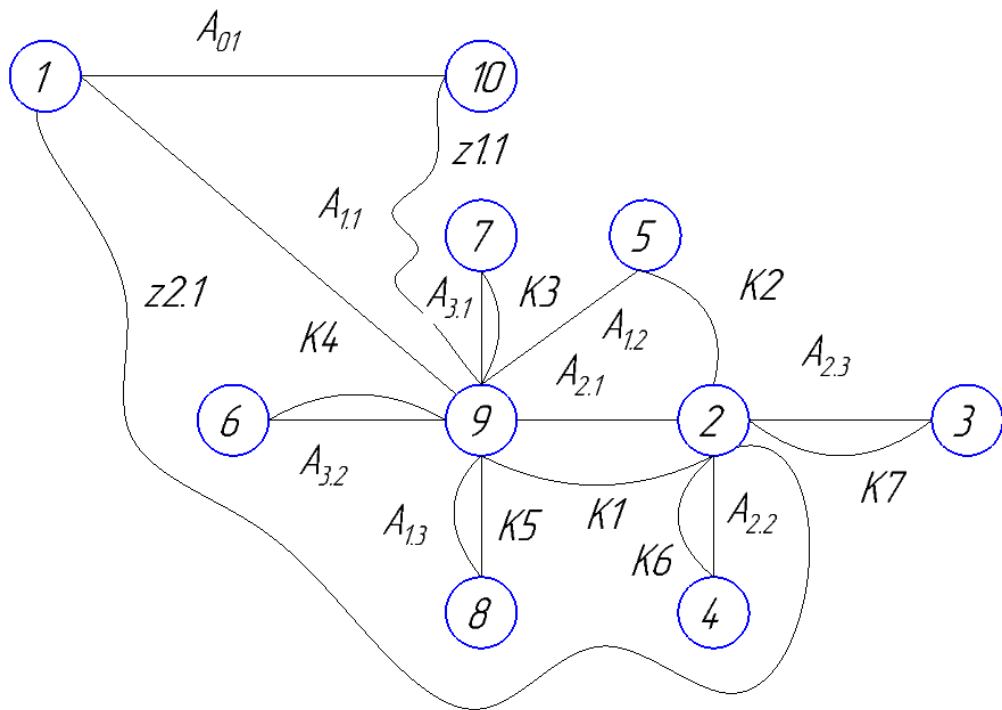


Рисунок 7 Граф технологических размерных цепей  
Составленные размерные цепи представлены на рисунке 8.

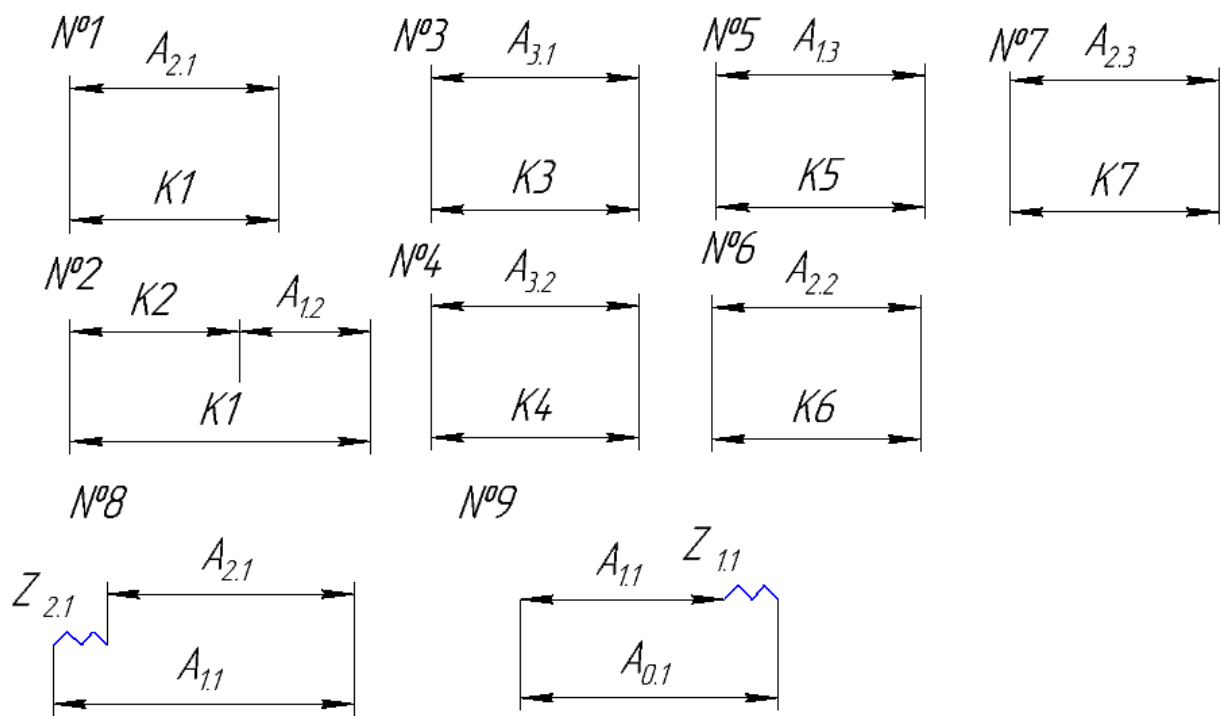


Рисунок 8 Размерные цепи линейных технологических размеров

Назначаем допуски на технологические размеры. Берем их равными средней статистической погрешности механической обработки из приложения 1 [2, с. 74].

Допуски на технологические размеры:

$$TA_{0.1} = 0,5 \text{ мм},$$

$$TA_{1.1} = 0,5 \text{ мм},$$

$$TA_{1.2} = 0,2 \text{ мм},$$

$$TA_{1.3} = 0,2 \text{ мм},$$

$$TA_{2.1} = 0,2 \text{ мм},$$

$$TA_{2.2} = 0,2 \text{ мм},$$

$$TA_{2.3} = 0,2 \text{ мм},$$

$$TA_{3.1} = 0,2 \text{ мм},$$

$$TA_{3.2} = 0,2 \text{ мм}.$$

Расчёт начнём проверкой условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (6)$$

Проверяем условие для размера  $K_1$  (см. рисунок 8):  $TK_1 = 0,74 \geq TA_{2.1} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_1$  может быть выполнен с заданной точностью.

Проверяем условие для размера  $K_2$  (см. рисунок 8):  $TK_2 = 0,62 \geq TA_{2.1} + TA_{2.1} = 0,4$  мм, т. е. размер  $K_2$  может быть выполнен с заданной точностью.

Проверяем условие для размера  $K_3$  (см. рисунок 8):  $TK_3 = 0,43 \geq TA_{3.1} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_3$  может быть выполнен с заданной точностью.

Проверяем условие для размера  $K_4$  (см. рисунок 8):  $TK_4 = 0,43 \geq TA_{3.2} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_4$  может быть выполнен с заданной точностью.

Проверяем условие для размера  $K_5$  (см. рисунок 8):  $TK_5 = 0,25 \geq TA_{1.3} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_5$  может быть выполнен с заданной точностью.

Проверяем условие для размера  $K_6$  (см. рисунок 8):  $TK_6 = 0,25 \geq TA_{2.3} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_6$  может быть выполнен с заданной точностью.



Проверяем условие для размера  $K_7$  (см. рисунок 8):  $TK_7 = 0,25 \geq TA_{2,4} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_7$  может быть выполнен с заданной точностью.

Таким образом, рассчитанный технологический процесс детали «Полумуфта двигателя» будет отвечать требованиям точности всех выдерживаемых конструкторских размеров.

Для двухзвенных цепей имеет:

$$\text{№1: } A_{2,1} = K_1 = 58_{-0,74}\text{мм}$$

$$\text{№3: } A_{3,1} = K_3 = 18^{+0,43}\text{мм}$$

$$\text{№4: } A_{3,2} = K_4 = 15^{+0,43} \text{ мм}$$

$$\text{№5: } A_{1,3} = K_5 = 1 \pm 0,125\text{мм}$$

$$\text{№6: } A_{2,2} = K_6 = 2 \pm 0,125\text{мм}$$

$$\text{№7: } A_{2,3} = K_7 = 1 \pm 0,125\text{мм}$$

Из цепи №2 найдем технологический размер  $A_{1,2}$ . Для этого подсчитаем его среднее значение:

$$A_{1,2}^c = K_1^c - K_2^c = 57,63 - 37,81 = 19,82 \pm 0,1\text{мм}$$

Таким образом, получили  $A_{1,2} = 19,82 \pm 0,1\text{мм}$ . Так как данный размер охватываемый, то окончательно запишем  $A_{1,2} = 19,72^{+0,2}\text{мм}$

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (7)$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}} \quad (8)$$

Прокат горячекатанный обычной точности:

$$R=0,1\text{мм} \quad h=0,1\text{мм} \quad \rho = 0,13\text{мм}$$

Минимальный припуск на черновую подрезку торца:

$$Z_{1,1 min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1 min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм.}$$

Из цепи №8 определим технологический размер  $A_{1,1}$ .

$$A_{2,1} = 58_{-0,74}\text{мм} ;$$

$$A_{2,1}^c = 57,63 \pm 0,37 \text{ мм}$$

$$Z_{2,1 max} = Z_{2,1 min} + TA_{1,1} + TA_{2,1} = 0,33 + 0,74 + 0,5 = 1,57 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^c = (Z_{2.1 \max} + Z_{2.1 \min}) / 2 = (1,57 + 0,33) / 2 = 0,95 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 57,63 + 0,95 = 58,58 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 58,58 \pm 0,25$$

Таким образом, получили  $A_{1.1} = 58,58 \pm 0,25$  мм. Так как данный размер охватывающий, то окончательно запишем  $A_{1.1} = 58,83_{-0,5}$  мм.

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 58,83_{-0,5} - 58_{-0,74} = 0,83^{+1,24} \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \min} = 0,83 \text{ мм}$$

Из цепи №9 определим технологический размер  $A_{0.1}$ .

$$A_{1.1} = 58,83_{-0,5} \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = 58,58 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1 \max} = Z_{1.1 \min} + TA_{1.1} + TA_{0.1} = 0,33 + 0,5 + 0,50 = 1,33 \text{ мм}$$

$$Z_{1.1}^c = (Z_{1.1 \max} + Z_{1.1 \min}) / 2 = (1,33 + 0,33) / 2 = 0,83 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 58,58 + 0,83 = 59,41 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 59,41 \pm 0,25 \text{ мм}$$

Таким образом, получили  $A_{0.1} = 59,41 \pm 0,25$  мм. Так как данный размер охватывающий, то окончательно запишем  $A_{0.1} = 59,66_{-0,5}$  мм.

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 59,66_{-0,5} - 58,83_{-0,5} = 0,83^{+1,0} \text{ мм}$$

$$Z_{1.1 \min} = 0,83 \text{ мм}$$

Результаты расчёта продольных технологических размеров детали «Полумуфта двигателя» отображены в таблице 1.5.10

Таблица 1.12 - Продольные технологические размеры детали

«Полумуфта двигателя»

Обозначение тех. размера	Принятое номинальное значение размера, мм	Обозначение тех. размера	Принятое номинальное значение размера, мм
$A_{0.1}$	$59,66_{-0,5}$	$A_{3.2}$	$15^{+0,43}$
$A_{1.1}$	$58,83_{-0,5}$	$A_{1.3}$	$1 \pm 0,125$
$A_{2.1}$	$58_{-0,74}$	$A_{2.2}$	$2 \pm 0,125$

## 1.6. Расчет режимов резания

### Отрезная операция 005

Материал режущего инструмента выбираем пользуясь рекомендациями – Т15К6 (по ГОСТ 18879-73).

Подача на зуб при :  $S = 0,05 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$ ,  $Z = 30$  [4, табл. 108, с. 425]

Скорость резания  $v = 50$  м/мин

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 30$  мин [4, с. 363].

Минутная подача  $S_m = 1500$  мм/мин

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{130 \text{ мм}}{1500} = 0,08 \text{ мин} \quad (9)$$

Где  $D_{px}$ -длина рабочего хода

Ширина полотна  $t=3...5=5$ мм

### Токарная операция 010

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

**Переход 1. Подрезать торец 1, выдержав размер 58,83<sub>-0,5</sub> мм**

Глубина резания:  $t = z_{11}^c = 0,83$  мм.

Подача по [4, табл. 15, с.260] для данной глубины резания:

$S = 0,5$  мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (11)$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{Nv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^1 = 0,8 \quad (12)$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 2,7.$$

$$KV = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} \cdot 0,83^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,9 = 441 \text{ м/мин}$$

Находим расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 441}{3,14 \cdot 95} = 1480 \frac{\text{об}}{\text{мин}}. \quad (13)$$

Примем фактическое число оборотов, учитывая тип станка:

$$n_{\text{ст}} = 1400 \text{ об/мин.}$$

5. Вычислим фактическую скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 95 \cdot 1400}{1000} = 417 \frac{\text{м}}{\text{мин}}. \quad (14)$$

6. Определим главную составляющую сил резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (15)$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (16)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22 \quad (17)$$

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01.$$

Определим главную составляющую силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ 10 \cdot 300 \cdot 0,83^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 417^{-0,15} \cdot 1,01 = 605 \text{ Н.} \quad (18)$$

7. Найдем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{417 \cdot 605}{1020 \cdot 60} = 4,1 \text{ кВт.} \quad (19)$$

8. Определим мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,1}{0,75} = 5,5 \text{ кВт.} \quad (20)$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta; \quad (21)$$

$$5,5 < 15$$

**Переход 2. Точить фаску 2 под углом  $45^\circ$ , выдерживая размер  $\text{Ø}89 \pm 0,435 \text{ мм}$ .**

Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$ .

Подача для нашей глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об [4, табл. 15, с. 260]}$$

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30 \text{ мин}$ .

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

$$K_{MV} = K_T \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Найдем корость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 1^{0,15} 0,5^{0,35}} 1,9 = 429 \text{ м/мин}$$

Определим расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 429}{3,14 \cdot 89} = 1536 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{ст} = 1500 \text{ об/мин.}$

5. Тогда фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 89 \cdot 1500}{1000} = 419 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Рассчитаем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [4, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{ФP} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$K_{MP} = 1,22$ ;  $K_{ФP} = 0,89$ ;  $K_{\gamma P} = 1,0$ ;  $K_{\lambda P} = 1,0$ ;  $K_{\Gamma P} = 0,93$ .

$K_p = K_{MP} \cdot K_{ФP} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01$ .

Определим главную составляющую силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 419^{-0,15} \cdot 1,01 = 728 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{419 \cdot 728}{1020 \cdot 60} = 4,99 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,99}{0,75} = 6,65 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$6,65 < 15$$

**Переход 3. Расточить поверхность 3, выдерживая размеры  $\varnothing 57^{+0,3}$ ,  $19,72^{+0,2}$  мм предварительно.**

Глубина резания:  $t = 3$  мм. Число проходов 3

Подача по [4, табл. 15, с. 260] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{Nv} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 3^{0,15} 0,1^{0,35}} 1,9 = 639 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 639}{3,14 \cdot 57} = 3573 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 57 \cdot 3500}{1000} = 626 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{TP} = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01.$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 629^{0,15} \cdot 1,01 = 615 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{615 \cdot 629}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{6,3}{0,75} = 8,4 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$8,4 < 15$$

**Переход 4. Расточить поверхность 3, выдерживая размеры  $\varnothing 57,8^{+0,12}$ ,  $19,72^{+0,2}$  мм окончательно.**

Глубина резания:  $t = 0,4$  мм. Число проходов 2

Подача по [4, табл. 15, с. 260] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$



$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{Nv} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{IV} = 0,9; K_{IV} = 2,7.$$

$$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 0,4^{0,15} 0,1^{0,35}} 1,9 = 865 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 865}{3,14 \cdot 57,8} = 4834 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 57,5 \cdot 3500}{1000} = 626 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01.$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 629^{-0,15} \cdot 1,01 = 82 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{82 \cdot 629}{1020 \cdot 60} = 0,84 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,84}{0,75} = 1,12 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$1,12 < 15$$

### Токарная операция 015

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – T15K6.

#### Переход 1. Подрезать торец 4, выдержав размер 58<sub>-0,74</sub> мм

Глубина резания:  $t = Z_{21}^c = 0,83$  мм.

Подача по [4, табл. 15, с. 260] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV},$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{Nv} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{PIV} = 0,9; K_{IIV} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 0,83^{0,15} 0,5^{0,35}} 1,9 = 441 \text{ м/мин}'$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 441}{3,14 \cdot 95} = 1480 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1400 \text{об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 95 \cdot 1400}{1000} = 417 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$K_{MP} = 1,22$ ;  $K_{\phi P} = 0,89$ ;  $K_{\gamma P} = 1,0$ ;  $K_{\lambda P} = 1,0$ ;  $K_{rP} = 0,93$ .

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01.$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,83^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 417^{-0,15} \cdot 1,01 = 605 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{417 \cdot 605}{1020 \cdot 60} = 4,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,1}{0,75} = 5,5 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$5,5 < 15$$

**Переход 2. Точить поверхность 5 и фаску 2x45° однократно, выдержав размер  $\varnothing 91_{-0,4}^{-0,1}$ .**

Глубина резания:  $t = 2$  мм.

Подача по [4, табл. 15, с. 260] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17 с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 2^{0,15} 0,5^{0,35}} 1,9 = 418 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 418}{3,14 \cdot 91} = 1464 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1400 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 91 \cdot 1400}{1000} = 400 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

$K_{MP} = 1,22$ ;  $K_{\varphi P} = 0,89$ ;  $K_{\gamma P} = 1,0$ ;  $K_{\lambda P} = 1,0$ ;  $K_{rP} = 0,93$ .

$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01$ .

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 400^{-0,15} \cdot 1,01 = 1241 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{418 \cdot 1241}{1020 \cdot 60} = 8,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{8,1}{0,75} = 10,8 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$
$$10,8 < 15$$

**Переход 3. Расточить конусную поверхность 6 предварительно, выдержав размеры  $\varnothing 49 \pm 0,31$ ,  $\varnothing 46,5$ , фаска  $1 \times 45^\circ$ , конусность 1:10.**

Глубина резания:  $t = 0,75$  мм.

Подача по [4, табл. 15, с. 260] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 30$  мин.

$C_V = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 2,7.$$

$$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 0,75^{0,15} 0,1^{0,35}} 1,9 = 787 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 787}{3,14 \cdot 46,5} = 5392 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 46,5 \cdot 3500}{1000} = 511 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$C_P = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с.273].

Коэффициент  $K_P$ :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\Gamma P} = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01.$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 511^{-0,15} \cdot 1,01 = 158 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{511 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 1,3 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,3}{0,75} = 1,8 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$1,8 < 15$$

**Переход 4. Расточить конусную поверхность 6 окончательно, выдержав размеры  $\varnothing 47,1$ , фаска  $1 \times 45^\circ$ , конусность 1:10.**

Глубина резания:  $t = 0,3$  мм.

Подача по [4, табл. 15, с. 260] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

$C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по [4, табл. 17, с. 269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV},$$

$$K_{MV} = K_\Gamma \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_{MV} = 0,8; K_{PIV} = 0,9; K_{IIV} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} 0,3^{0,15} 0,1^{0,35}} 1,9 = 903 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 903}{3,14 \cdot 47,1} = 6108 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47,1 \cdot 3500}{1000} = 517 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$  – определены по [4, табл. 22, с. 273].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P}$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\tau P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\tau P} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01.$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 511^{-0,15} \cdot 1,01 = 63 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{517 \cdot 63}{1020 \cdot 60} = 0,53 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,53}{0,75} = 0,71 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .



Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$
$$0,71 < 15$$

### Сверлильная операция 020

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – Р6М5.

**Переход 1. Сверлить 4 отверстия 7, выдерживая размеры  $\varnothing 6,5^{+0,36}$  мм,  $\varnothing 74 \pm 0,1$  мм,  $18^{+0,43}$  мм**

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 6,5/2 = 3,25$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]:  $S = 0,13$  мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{7,0 \cdot 3,25^{0,4}}{90^{0,20} \cdot 0,3^{0,50}} 1,22 = 26,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 26,8}{3,14 \cdot 6,5} = 1315 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ст}} = 1300$  об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 6,5 \cdot 1300}{1000} = 26,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Главная составляющая силы резания:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 6,5^1 \cdot 0,13^{0,7} \cdot 1,22 = 1229 \text{Н.}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,5^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,22 = 3,3 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{3,3 \cdot 1300}{9750} = 0,4 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,4}{0,75} = 0,59 \text{ кВт.}$$

При условии, что к.п.д. привода нам неизвестно, примем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

Проверка по мощности:

$$0,59 < 15$$

**Переход 2. Нарезать резьбу в 4х отверстиях 7, выдерживая размеры М8-7Н,  $15^{+0,43}$ мм**

1. Подача:  $s = P = 1$  мм/об, где P – шаг резьбы.

2. Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{244 \cdot 10^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,0^{0,3}} \cdot 0,8 = 138 \text{ м/мин.}$$

3. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 138}{3,14 \cdot 8} = 5494 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1000 \text{ об/мин.}$$

4. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1000}{1000} = 25,1 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

5. Главная составляющая силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1^{1,7}}{10^{0,71}} 1,22 = 627 \text{ Н.}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{627 \cdot 25,1}{1020 \cdot 60} = 0,25 \text{ кВт.}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,25}{0,75} = 0,34 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$0,34 < 3,7.$$

## Протяжная операция 025.

1. Определяем осевую силу резания.

$$P = q_0 \sum l_p, \quad (23)$$

где  $q_0$  - осевая сила резания, кгс, действующая на 1 мм длины режущей кромки;  $\sum l_p$  - суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе, мм.

Определяем  $q_0$  для  $s_0 = 0,1$  мм и переднего угла  $\lambda = 180$ :  $q_0 = 23,6$  кг/мм.

Учитываем поправочные коэффициенты на осевую силу резания:

Определяем  $\sum l_p$  для цилиндрических отверстий.

Для протяжек переменного резания.

$$\sum l_p = \pi B \frac{z_p}{z_c}, \quad (24)$$

где  $B = 14$  мм - ширина зубьев протяжки;

$z_p$  - число зубьев, одновременно участвующих в работе;

$z_c$  - число зубьев в секции;

$$z_p = \frac{l}{t_0} + 1, \quad (25)$$

Где  $l$  - длина протягиваемой поверхности;  $t_0$  - шаг черновых зубьев;

$$z_p = \frac{37,5}{12} + 1 = 4,12$$

Результат округляется до ближайшего меньшего целого числа, т.е.:

$$z_p = 6; z_c = 2;$$

$$\sum l_p = \pi B \frac{z_p}{z_c} = 3,14 \cdot 14 \cdot \frac{6}{2} = 131,9 \text{ мм}.$$

Осевая сила резания

$$P = q_0 \sum L_p = 23,6 \cdot 131,9 = 3112 \text{ Н}. \quad (26)$$

Переведем  $P$  в кгс:  $P = 3112/9,81 = 317$  кгс.

2. Проверяем, достаточна ли тяговая сила станка.

Протягивание возможно при  $P < Q$ , где  $Q$  - тяговая сила станка. У станка 7Б520  $Q = 10\ 000$  кгс. Следовательно, протягивание возможно ( $317 < 10000$ ).

3 Назначаем скорость резания:

Для протяжек, 2-й группы обрабатываемости, 2-й группы качества протягиваемой поверхности и массового производства принята  $v = 7$  м/мин.

Поправочный коэффициент на скорость резания  $k_{v_u} = 1$ , так как рекомендуется протяжка из быстрорежущей стали Р18.

Корректируем найденную скорость резания по паспортным данным станка;

$v = 7$  м/мин может быть установлена на станке 7Б520, где осуществляется бесступенчатое регулирование скорости в пределах 1,5-11,5 м/мин.

Определяем скорость резания, допускаемую мощностью электродвигателя станка:

$$v_{дон} = \frac{60 \cdot 102 N_g \eta}{P} \quad (27)$$

По паспортным данным станка 7Б520 мощность его электродвигателя  $N_d = 17$  кВт, КПД 0,85;

$$v_{дон} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 17 \cdot 0,85}{317} = 279 \text{ м / мин.} \quad (28)$$

Таким образом, выполняется условие  $v \leq v_{дон}$  ( $7 < 279$ ).

Следовательно, принимаем скорость резания  $v = 7$  м / мин ( $\sim 0,12$  м/с).

4. Находим стойкость протяжки.

Стойкость протяжек определяется в метрах суммарной длины протянутой поверхности до затупления протяжки. Значения стойкостей приведены в зависимости от скорости резания и подачи на зуб.

Для 2го класса точности для детали из серого чугуна и подаче черновых зубьев до  $S_0 = 0,25$  мм/зуб на сторону стойкость равна 70м. При

длине протягивание величину табличной стойкости необходимо увеличить на 20%, поэтому стойкость протяжки  $T=84$ м.

### **Внутришлифовальная операция 030**

**Переход 1. Шлифовать поверхность 3, выдержав размер  $\varnothing 58H7$  однократно**

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

AW 20x10 25A 40 CM2 6 K5 A 35 м/с

где: AW –форма круга;

20x10 – параметры круга (наружный диаметр, высота);

25A – марка абразивного зерна (электрокорунд белый);

40 – зернистость круга;

CM2 – твёрдость круга (среднемягкий);

6 – структура круга;

K5 – марка связки (керамическая 5);

A – класс точности;

35м/с – рабочая окружная скорость

1. Общая глубина резания  $t = \frac{D}{2} = \frac{58-57,8}{2} = 0,1$  мм.

Количество рабочих ходов – 5.

2. Глубина резания:  $t_{1,2,3,4,5}=0,02$  мм,

3.  $S_{1,2,3,4,5} = 0,45$  м/мин [3, табл. 55, стр. 301]

4. Расчет числа оборотов заготовки и скорости резания фактической:

$$n = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 58} = 192 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58 \cdot 192}{1000} = 35 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5. Расчет числа оборотов шлифовального круга и скорости резания фактической:

$$n = \frac{1000 \cdot V_k}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 40} = 280 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$V_k = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 280}{1000} = 35 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

### Внутришлифовальная операция 035

**Переход 1. Шлифовать поверхность 6, выдержав размер Ø47,3Н7  
однократно.**

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

AW 20x10 25A 40 CM2 6 K5 A 35 м/с

где: AW – форма круга;

20x10 – параметры круга (наружный диаметр, высота);

25A – марка абразивного зерна (электрокорунд белый);

40 – зернистость круга;

CM2 – твёрдость круга (среднемягкий);

6 – структура круга;

K5 – марка связки (керамическая 5);

A – класс точности;

35м/с – рабочая окружная скорость

1. Общая глубина резания  $t = \frac{D}{2} = \frac{47,5-47,3}{2} = 0,1$  мм.

Количество рабочих ходов – 5.

Глубина резания:  $t_{1,2,3,4,5} = 0,02$  мм,

2. Подача для данной глубины резания:

$S_{1,2,3,4,5} = 0,45$  м/мин [3, табл. 55, стр. 301]

3. Выбираем скорость резания по источнику:

$V_k = 35$  м/с,  $V_3 = 35$  м/мин [3, табл. 55, стр. 301]

4. Расчет числа оборотов заготовки и скорости резания

фактической:

$$n = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 47,3} = 235 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47,3 \cdot 235}{1000} = 35 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

5. Расчет числа оборотов шлифовального круга и скорости резания фактической:

$$n = \frac{1000 \cdot V_k}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 40} = 280 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$V_k = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 280}{1000} = 35 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

### 1.7. Выбор средств технологического оснащения

Выбор станков с ЧПУ конфигурацией заготовки, имеющей в конструкции элементы, для обработки которых необходимо использование циклов обработки, что наиболее целесообразно реализовать на станках с ЧПУ.

#### Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH

Таблица 1.13 - Основные данные:

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения (угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцентровое расстояние 450; 500мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения (угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения (угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения (угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

## Токарный станок с ЧПУ Модель:DMC DL 6G

Таблица 1.4- Основные данные:

Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной, мм	Ø490
Макс. диаметр точения, мм	Ø170
Макс. длина точения, мм	240
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø44
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Присоединительный торец шпинделя, ASA	A2-5
Макс. крутящий момент, кгс*м	11.3
Привод шпинделя	ремённый
Размер патрона, мм	Ø150 (6'')
Тип направляющих	ласточкин хвост
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11/15
Длина × ширина, мм	2050x1420
Высота, мм	1535
Вес, кг	2500

## Универсальный вертикально-сверлильный станок

### Модель: 2С50

Таблица 1.15- Основные данные:

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M33
Размер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500x500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18H12
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Диапазон механических подач, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (без упаковки)	1200



## Горизонтально-протяжной станок 7Б520

Таблица 1.16 – Технические характеристики

Номинальное тяговое усилие, кН(тс)	100(10)
Наибольшая длина хода рабочих салазок, мм	1250
Наибольшая настроенная длина хода рабочих салазок, мм	1200
Расстояние от станины до оси отверстия под планшайбу в опорной плите, мм	250
Максимальный наружный диаметр обрабатываемой детали, мм	600
Размеры рабочей поверхности передней опорной плиты станка, мм	450 x 450
Диаметр отверстия под планшайбу в опорной плите, мм	160
Диаметр отверстия в планшайбе, мм	125
Диаметр планшайбы, мм	280
Скорость рабочего хода, м/мин	1,5..11,5
Регулирование скорости рабочего хода	бесступенчатое
Рекомендуемая скорость обратного хода, м/мин	20..25
Рекомендуемая скорость подвода и отвода протяжки, м/мин	15
Электрооборудование. Привод	
Количество электродвигателей на станке	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	18,5
Электродвигатель привода гидронасоса гидростанции, кВт	
Электродвигатель насоса охлаждения, кВт	
Суммарная мощность электродвигателей, установленных на станке, кВт	
Габариты и масса станка	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	6340 x 2090 x 1910
Масса станка, кг	5200

## Круглошлифовальный станок с ЧПУ R-grind 1040 CNC

### Характеристики станка:

Высота центров – 100 мм.

Диаметр шлифования над столом – Ø 200 мм.

Расстояние между центрами – 400 мм.

Макс. диаметр шлифования – Ø 180 мм.

Макс. вес заготовки в центрах – 60 кг.

### Шлифовальный круг:

Размеры шлифовального круга -  $\varnothing 305 \times 38 \times \varnothing 127$  мм.

Линейная скорость перемещения – 30 м/сек.

Частота вращения круга – 2085 об/мин.

### Шлифовальная бабка:

Ускоренная подача – 6 м/мин.

Минимальный вводный инкремент - 0,001(0,0001) мм.

Внутреннее шлифование - Ручное управление

### Стол:

Ускоренная подача – 6 м/мин.

Мин вводный инкремент - 0,001(0,0001) мм.

Угол поворота -  $3^\circ/10^\circ$  град.

### Задняя бабка:

Конус - МКЗ

Перемещение пиноли задней бабки – 20 мм.

## **1.8 Нормирование технологических операций**

### **1.8.1 Расчет основного времени**

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин} \quad (29)$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  - число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}} \quad L = l + l_{\text{вр}} + l_1 + l_2, \quad (30)$$

где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{вр}$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{подв}$  – величина подвода инструмента, мм.

$l_{пер}$  – величина перебега инструмента, мм;

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} \quad (31)$$

Токарная операция 10:

Переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(47,5 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,5 \cdot 1400} = 0,07 \text{мин}'$$

Переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,5 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,5 \cdot 1500} = 0,01 \text{мин}'$$

Переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(21 + 2 + 1 + 1) \cdot 3}{0,1 \cdot 3500} = 0,21 \text{мин}'$$

Переход 4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(21 + 2 + 1 + 1) \cdot 2}{0,1 \cdot 3500} = 0,14 \text{мин}'$$

Суммарное основное время токарной операции 10:

$$\sum t_o = 0,07 + 0,01 + 0,21 + 0,14 = 0,44 \text{мин}'$$

Токарная операция 15:

Переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(47,5 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,5 \cdot 1400} = 0,07 \text{мин}'$$

Переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(58 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,5 \cdot 1400} = 0,09 \text{мин}'$$

Переход 3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(37,5 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 3500} = 0,12 \text{мин}'$$

Переход 4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(37,5 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 3500} = 0,12 \text{мин}'$$

Суммарное основное время токарной операции 15:

$$\sum t_o = 0,07 + 0,09 + 0,12 + 0,12 = 0,4 \text{мин}'$$

Сверлильная операция 20:

Переход 1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(18 + 2 + 1 + 1) \cdot 4}{0,13 \cdot 1300} = 0,52 \text{мин}'$$

Переход 2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(15 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{1 \cdot 1000} = 0,08 \text{мин}'$$

Суммарное основное время сверлильной операции 20:

$$\sum t_o = 0,52 + 0,08 = 0,6 \text{мин}'$$

Протяжная операция 025

Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px}}{1000 \nu q} k_1 l \quad (32)$$

Где  $q$  – число одновременно обрабатываемых заготовок;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий обратный ускоренный ход;

$l$  – число проходов.

Длина рабочего хода протяжки

$$L_{p.x} = l_{п} + l + l_{доп}. \quad (33)$$

Длина рабочей части протяжки  $l_{п} = L - l_1$ .  $L=450\text{мм}$ ,  $l_1=132\text{мм}$ ,  
 $l=65\text{мм}$ . Тогда  $l_{п} = 450-132= 318 \text{ мм}$ .

Перебег  $l_{доп} = 30 \div 50 \text{ мм}$ ; принимаем  $l_{доп} = 50\text{мм}$ .

Таким образом,  $L_{p.x} = 318+65+50 = 433 \text{ мм}$ .

Коэффициент

$$k_1 = 1 + \frac{v}{v_{0,x}}, \quad (34)$$

У станка 7Б520 скорость обратного хода  $v_{0,x}=20 \text{ м/мин}$ ;

$$k_1 = 1 + \frac{7}{20} = 1,35.$$

По условию обрабатывается одна заготовка, т.е.  $q = 1$ ; число проходов  
 $l = 1$ ,

$$T_o = \frac{132}{1000 \cdot 7 \cdot 1} 1,35 \cdot 1 = 0,03 \text{ мин}.$$

Внутришлифовальная операция 30:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(21 + 3 + 1 + 1) \cdot 5}{0,45 \cdot 280} = 1,03 \text{ мин}$$

Внутришлифовальная операция 35:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(37,5 + 3 + 1 + 1) \cdot 5}{0,45 \cdot 280} = 1,69 \text{ мин}$$

## 1.8.2 Определение норм вспомогательного времени

### для каждой операции

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [Общемашиностроительные нормативы].

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{изм}, \quad (35)$$

где  $t_{уст}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$  – время на приемы управления, мин;

$t_{изм}$  – время на измерение детали, мин.

Токарная операция 10:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 4 = 1,83 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Токарная операция 15:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 4 = 1,83 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Сверлильная операция 20:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1 * 2 = 1,3 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Протяжная операция 25:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Внутришлифовальная операция 30:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Внутришлифовальная операция 30:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.} \end{aligned}$$

### 1.8.3 Определение времени на обслуживание рабочего места

Время на обслуживание рабочего места  $t_{обс}$ , мин определяется по формуле:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп}, \tag{36}$$

Где  $\alpha$  – норматив времени на обслуживание рабочего места,

$t_{оп}$  – оперативное время, мин.

$$t_{оп} = t_{всп} + t_{осн}. \quad (37)$$

Токарная операция 10:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot (1,83 + 0,44) = 0,14 \text{ мин}'$$

Токарная операция 15:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot (1,83 + 0,4) = 0,13 \text{ мин}'$$

Сверлильная операция 020:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot (1,3 + 0,6) = 0,11 \text{ мин}'$$

Протяжная операция 025:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot (1,65 + 0,03) = 0,1 \text{ мин}'$$

Внутришлифовальная операция 030:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot (1,65 + 1,03) = 0,16 \text{ мин}'$$

Внутришлифовальная операция 035:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot (1,65 + 1,69) = 0,2 \text{ мин}'$$

#### 1.8.4 Расчет времени перерывов на отдых и личные надобности

Времени перерывов на отдых и личные надобности  $t_{отд}$ , мин определяются по формуле:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп}, \quad (38)$$

Где  $P_{отд}$  – норматив времени на отдых.

Токарная операция 10:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп} = 0,05 \cdot (1,83 + 0,44) = 0,11 \text{ мин}'$$

Токарная операция 15:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп} = 0,05 \cdot (1,83 + 0,4) = 0,11 \text{ мин}'$$

Сверлильная операция 020:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп} = 0,05 \cdot (1,3 + 0,6) = 0,09 \text{ мин}'$$

Протяжная операция 025:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп} = 0,05 \cdot (1,65 + 0,03) = 0,08 \text{ мин}'$$

Внутришлифовальная операция 030:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп} = 0,05 \cdot (1,65 + 1,03) = 0,13 \text{ мин'}$$

Внутришлифовальная операция 035:

$$t_{отд} = P_{отд} \cdot t_{оп} = 0,05 \cdot (1,65 + 1,69) = 0,17 \text{ мин'}$$

### 1.8.5 Расчет штучного времени

Штучное время  $t_{шт.}$ , мин определяется по формуле:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (39)$$

Токарная операция 10:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} = 1,83 + 0,44 + 0,14 + 0,11 = 2,52 \text{ мин'}$$

Токарная операция 15:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} = 0,4 + 1,83 + 0,13 + 0,11 = 2,47 \text{ мин'}$$

Сверлильная операция 020:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} = 0,6 + 1,3 + 0,11 + 0,09 = 2,11 \text{ мин'}$$

Протяжная операция 025:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} = 0,03 + 1,65 + 0,1 + 0,08 = 1,86 \text{ мин'}$$

Внутришлифовальная операция 030:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} = 1,65 + 1,06 + 0,16 + 0,13 = 2,97 \text{ мин'}$$

Внутришлифовальная операция 035:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} = 1,69 + 1,65 + 0,2 + 0,17 = 3,71 \text{ мин'}$$

### 1.8.6 Расчет штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{N}, \quad (40)$$

Подготовительно-заключительное время:

$$t_{пз}^1 = 23 \text{ мин;}$$

$$t_{пз}^2 = 23 \text{ мин;}$$

$$t_{пз}^3 = 14 \text{ мин;}$$



$$t_{пз}^4 = 14 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^5 = 14 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^6 = 14 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$t_{шт.к.}^1 = t_{шт.}^{10} + \frac{t_{пз}^{10}}{N} = 2,52 + \frac{23}{10000} = 2,519 \text{ мин.};$$

$$t_{шт.к.}^2 = t_{шт.}^{15} + \frac{t_{пз}^{15}}{N} = 2,47 + \frac{23}{10000} = 2,477 \text{ мин.};$$

$$t_{шт.к.}^3 = t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 2,11 + \frac{14}{10000} = 2,107 \text{ мин.};$$

$$t_{шт.к.}^4 = t_{шт.}^{25} + \frac{t_{пз}^{25}}{N} = 1,86 + \frac{14}{10000} = 1,867 \text{ мин.};$$

$$t_{шт.к.}^5 = t_{шт.}^{30} + \frac{t_{пз}^{30}}{N} = 2,97 + \frac{14}{10000} = 2,976 \text{ мин.};$$

$$t_{шт.к.}^6 = t_{шт.}^{35} + \frac{t_{пз}^{35}}{N} = 3,71 + \frac{14}{10000} = 3,71 \text{ мин.}$$

## 2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Анализ исходных данных

Спроектируем специальное зажимное приспособление для сверлильной операции технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя». Разработано техническое задание на проектирование специального приспособления, которое приведено в таблице 2.1

Таблица 2.1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Разработанное специальное механизированное приспособление с пневмозажимом для детали «Полумуфта двигателя» на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Полумуфта двигателя».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить такие параметры как характеристики по точности, установки и закрепления заготовки заданной детали «Полумуфта двигателя».
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 10000 шт. в год. приспособление должно иметь размеры соответствующие установочным и присоединительным размерам выбранного станка 2С50
Документация, подлежащая разработке	Конструкторская часть пояснительной записки дипломного проекта, сборочный чертеж приспособления и спецификация к нему.

Материал обрабатываемой детали – сталь 40Х ГОСТ 4543-2016.  
Переход для расчета – сверление 4х отверстий Ø6,5мм. Сила резания 1229Н,  
крутящий момент 3,3Нм. Диаметр закрепленной части Ø57,8Н10мм.

## 2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Для закрепления детали применим тарельчатую пружину.  
Погрешность установки при использовании тарельчатой оправки  
наименьшая, равная согласно таблицы 12 [4], равна 20мкм.

Оправки с тарельчатыми пружинами обеспечивают прочное  
закрепление по внутренней или наружной поверхности и точное  
центрирование в пределах 0,01-0,02мм. Тарельчатые пружины  
изготавливаются по ГОСТ 3057-90. Основными материалами является  
легированные стали марок 60С2А или 65Г, а также в зависимости от  
условий эксплуатации – титановые или никелевые сплавы.

Расчетная схема для определения усилия закрепления представлена на  
рисунке 9

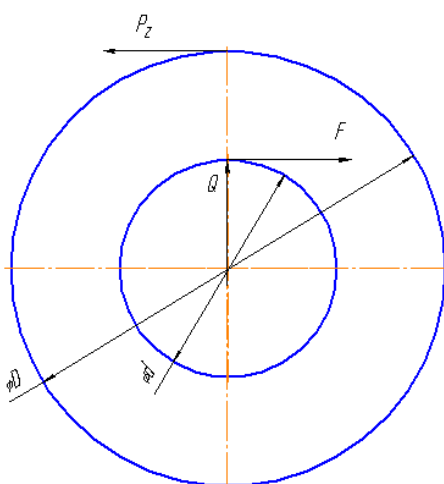


Рисунок 9 Расчетная схема для определения усилия закрепления

Согласно схеме рисунка 9 , усилие закрепления определим из  
уравнения:

$$P_z k \frac{D}{2} = F_{тр} \frac{d_{отв}}{2} = Q f \frac{d_{отв}}{2} \quad (41)$$

$$Q = \frac{P_z k D}{f d_{\text{отв}}} \quad (42)$$

где  $D$  – наибольший диаметр заготовки,  $d_{\text{отв}}$  – диаметр, по которому проводим закрепление,  $k$  – поправочный коэффициент запаса. Принимаем  $k=2,5$ ,  $f$  – коэффициент трения  $f = 0,15$ .

Определим усилие закрепления:

$$Q = \frac{1229 \cdot 2,5 \cdot 91}{0,15 \cdot 57,8} = 32249 \text{ Н}$$

Определим усилие на приводе согласно рис. 10, как:

$$W = 1,33 Q \text{tg} \beta \quad (43)$$

Для диаметра отверстия равном 110 мм, угол  $\beta = 7,2^\circ$ .

$$W = 1,33 \cdot 32249 \cdot \text{tg} 7^\circ = 5267 \text{ Н}$$

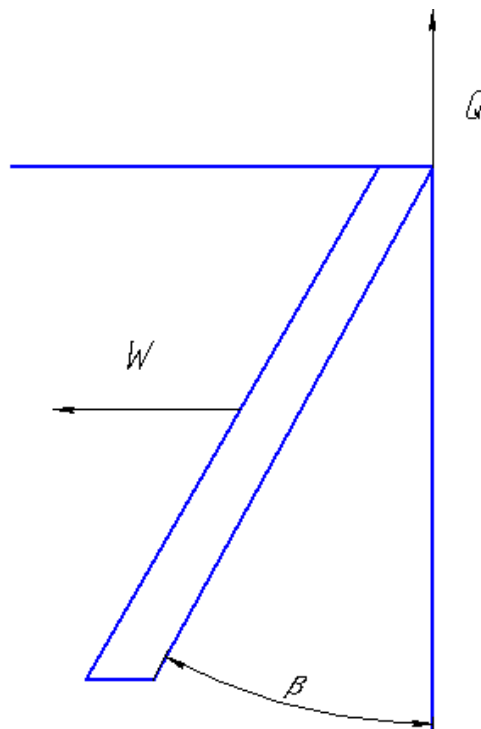


Рисунок 10 Схема расчет усилия на приводе

По ГОСТ 3057-90 выбираем тарельчатую пружину №115, усилие привода оправки составляет 12500Н. Тогда определим количество тарельчатых пружин зависимостью:

$$N = W/W_o \quad (44)$$

$$N = 5267/12500 = 0,4$$

Принимаем количество тарельчатых пружин равном 1. Тогда фактическое усилие на приводе вычисляется:

$$W_\Phi = W_o N \quad (45)$$

$$W_\Phi = 12500 \text{Н}$$

Для определения исходного усилия воспользуемся уравнением:

$$W_\Phi = i W_i \quad (46)$$

где  $i$  – коэффициент усиления, равном 1.

$$W_\Phi = 12500 \text{ Н}$$

### 2.3 Расчет привода приспособления

После определения исходного усилия на приводе рассчитывают параметры привода. При расчете параметров привода определяется диаметр цилиндра и диаметр штока. В нашем случае используем пневмоцилиндр.

Диаметр цилиндра определим согласно формуле:

$$W_{\text{пр}} = \pi / 4 D^2 p \eta, \quad (47)$$

где

$$D = \sqrt{\frac{4W_{\text{пр}}}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12500}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,9}} = 84 \text{мм} \quad (48)$$

$W_{\text{пр}}$  – усилие на приводе,

$p$  – давление в гидросети,  $p = 2,5$  Мпа,

$\eta$  - КПД,  $\eta = 0,9$ .

Принимаем диаметр цилиндра согласно ГОСТ 15608-81 равным 100мм.

Диаметр штока определяется по следующей зависимости

$d_{шт} = 0,25D_c$ , подставив все необходимые значения, получаем:

$$d_{шт} = 0,25 \cdot 100 = 25 \text{ мм.}$$

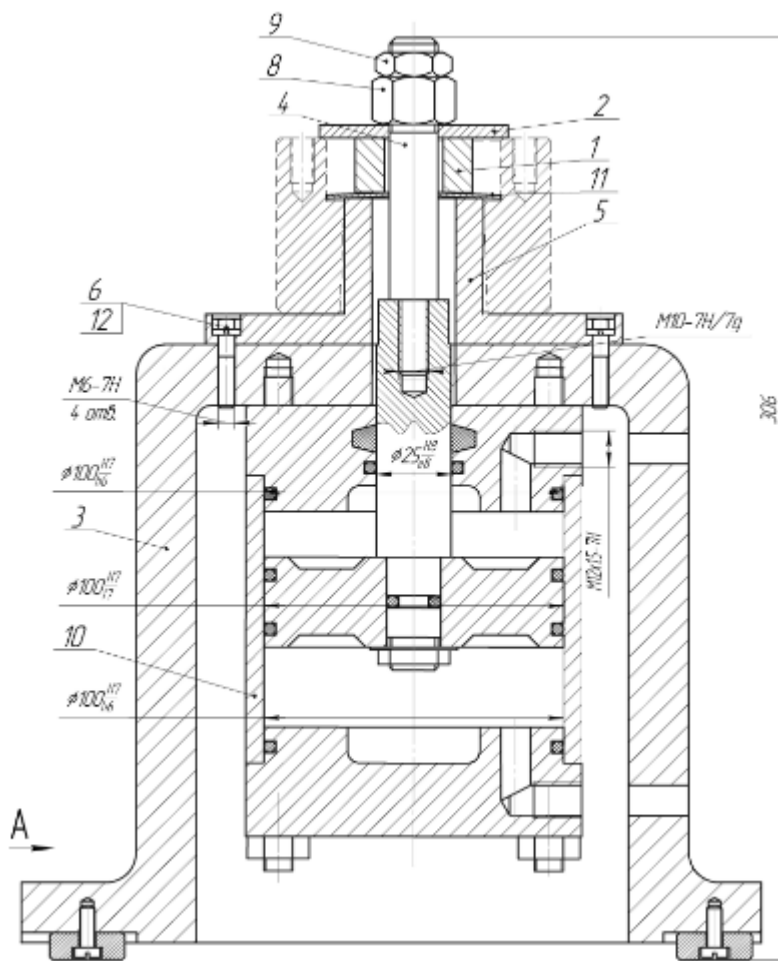
Принимаем диаметр штока равный  $d_{шт} = 25 \text{ мм}$

Определяем фактические значения усилия на приводе и усилия закрепления:

$$W_{\phi} = \frac{D_{\phi}^2 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{100^2 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,9}{4} = 17662 \text{ Н} \quad (49)$$

## 2.4 Описание конструкции и работы приспособления

Проект конструкции приспособления для сверильной операции представлен на чертеже формата А2.



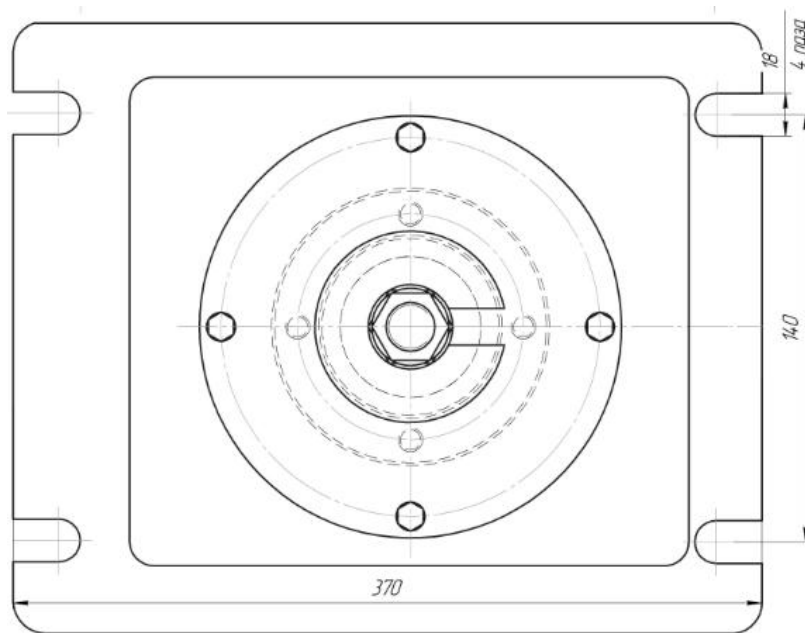


Рисунок 11 Приспособление для сверлильной операции

Приспособление базируется на столе станка с помощью призматической шпонки 13, которая крепится к корпусу приспособления 3 винтом 7. К корпусу 3 при помощи болтов 6 и шайб 12 крепится корпус под стакан 5, на который тарельчатая пружина 11, втулка 1 и зажимная втулка 2.

Пневмоцилиндр 12 закреплен на корпусе приспособления с помощью стяжек, которые поставляются в комплекте с пневмоцилиндром.

Принцип действия приспособления: давление подается в штоковую полость пневмоцилиндра, после чего поршень передвигается вниз, перемещая ось, которая закрепляет заготовку.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Громику Артему Александровичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

#### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: суммарно (1400р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (3,1 р/кВт)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Дополнительная заработная плата 15%; накладные расходы: Электроэнергия и услуги связи 5720 руб; 1,3 районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30,2%

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT- анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта. Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

#### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Альтернативы проведения НИ</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> </ol>	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------



**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	канд. техн. наук, доцент		16.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Громик Артём Александрович		16.03.2020

### **3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

#### **3.1 Актуальность исследования**

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя» обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

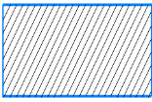


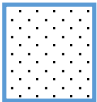

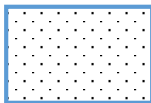

##### **3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

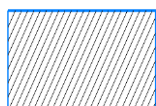
Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Полумуфта двигателя», используемый тип производства – мелкосерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «валик передний».

Таблица 3.1 - Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали "Полумуфта двигателя"

Критерии		Возможности станочного производства		
		Современное оборудование	Профессианализм персонала	Необходимое оборудование
Размер компани и	Крупные			
	Серийные		 	 
	Мелкие			



ООО "КТР РУС"



ООО «Континенталь»



ООО «Феррум»

Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает ООО «КТР РУС», не смотря на это остальные компании могут составить конкуренцию. Однако производство детали "Полумуфта двигателя" потребует от остальных компаний существенного финансового вложения как в развитие станочной базы так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки прибывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Качество	0,35	5	4	2	1,40	1,75	0,70
2.Способ изготовления	0,10	4	4	2	0,80	0,6	0,4
3.Износостойкость	0,02	4	4	3	0,08	0,08	0,02
4.Универсальность	0,05	4	5	4	0,15	0,25	0,20
5.Простота эксплуатации	0,08	5	5	3	0,40	0,40	0,24

Продолжение таблицы 3.2

6.Взаимозаменяемость	0,05	4	3	2	0,15	0,15	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	2	0,50	0,40	0,30
2. Окупаемость	0,05	4	3	5	0,50	0,10	0,25
3.Конкурентноспособность	0,07	3	2	3	0,24	0,14	0,21
4. Себестоимость	0,13	4	3	4	0,52	0,39	0,65
Итого	1,00	42	37	30	4,01	4,06	2,87

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [1,стр. 7]:

$$K = \sum B_i \cdot B_i , \quad (50)$$

где  $K$  – конкурентоспособность технической разработки или конкурента

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка технического решения ООО «КТ РУС» (КФ):

$$K = 42 \cdot 4.01 = 168,42 ,$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий : ООО «Континенталь» (К1) и ООО «Феррум» (К2):

$$K = 37 \cdot 4,06 = 150,2 ,$$

$$K = 30 \cdot 2,87 = 86,$$

Проведя анализ выяснили, что деталь «Полумуфта двигателя» конкурентоспособна. Также деталь является надежной, так как выполнена из стали 40Х. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 3.2 SWOT-анализ технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя»

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT-анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Высокая производительность труда.</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С3. Низкая металлоемкость.</p> <p>С4. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Сл1. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл2. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл4. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>

Продолжение таблицы 3.3

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствовании технологии.</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований.</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью.</p> <p>В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>-Автоматизировать некоторые процессы, что поможет снизить себестоимость продукта.</p> <p>-Повышение квалификации персонала.</p>	<p>-Снижение себестоимости продукции поможет найти новые рыки сбыта.</p> <p>-Снижение сроков поставки продукции.</p> <p>-развитие и обучение персонала</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии.</p> <p>У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны.</p> <p>У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p>	<p>-Новая маркетинговая политика.</p> <p>-Разработка новой стратегии управления</p>	<p>-Поставка образцов для демонстрации клиентам.</p> <p>- Усовершенствование средств контроля качества</p>

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	0	+	0	+
	B2	-	+	0	+
	B3	0	+	+	-
	B4	+	0	+	-
	B5	-	+	0	+
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	+	-	0
	B2	+	+	-	0
	B3	+	+	-	0
	B4	0	+	-	-
	B5	+	0	-	0
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	0	+	+	-
	У2	0	+	+	+
	У3	0	+	-	+
	У4	-	+	-	0
	У5	0	+	+	+
Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	-	0
	У2	+	+	-	0
	У3	-	0	-	0
	У4	+	+	-	0
	У5	+	+	+	-

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

### 3.3 Планирование технического проектирования работ

#### 3.3.1 Структура работ в рамках проектирования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя»



состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	студент
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	студент
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (51)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (52)$$

Где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научного

исследования

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , чел-дни	$t_{\text{max}}$ , чел-дни	$t_{\text{ож}}$ , чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	12	15	13,2	Инженер (дипломник)	13,2	20
Выбор направления исследований	2	3	2,4	Руководитель, инженер (дипломник)	1,4	2
Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Инженер (дипломник)	2,4	4
Проведение теоретических расчетов и обоснований	25	40	31	Инженер (дипломник)	31	46
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	30	35	32	Инженер (дипломник)	32	47

На основе таблицы 3.6 построен календарный план-график представленный в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т <sub>к.д.</sub>	Продолжительность выполнения работ																	
				январь			февраль			март			апрель			май			июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4	1																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	18	1	2	3															
3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)	1				1														
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)	2				1	2													
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)	49				1	2	3												
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)	50							1	2	3	1	2	3						
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)	2													1					
8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы	4													1	2	3			
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)	2													1	2				

▨ - руководитель темы      ■ - инженер (дипломник)

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. Вторая, шестая и восьмая работы выполняются одновременно. По графику видно, что выполнение технологической части работы, самая продолжительная часть работы и составляет 36 дней. Такие работы, составление и утверждение темы ВКР,

согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в середине июня.

### 3.4 Смета затрат на технический проект

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 3.4.1 Расчет материальных затрат технического проекта

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (53)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.);

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД „Карандаш”.

Таблица 3.8 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	100	2,5	250
Ручка	2	85	170
Скоросшиватель	1	90	90
Степлер	1	200	200
Флеш-карта	1	350	350
Распечатка	100	2,5	250
Итого			1400

### 3.4.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле [5, стр. 26]:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (54)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [5, стр. 26]:

$$Z_{\text{осн}} = T_{\text{р}} \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (55)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. Дн.

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [5, стр. 27]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (56)$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 28 раб. дня  $M = 11$  месяцев, 5-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (57)$$

где  $Z_{\text{ТС}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{ТС}}$ );

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{\text{ТС}}$ );  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 3.9 Расчет заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ руб.	$Z_{\text{дн}}$ руб	Тр дн.	$Z_{\text{осн}}$	$Z_{\text{доп}}$	Итого, руб.
Руководитель	35120	0,3	0,5	1,3	82180	2935	11	32285	4843	37128
Студент	26300	0,3	0,5	1,3	61542	2197	123	270231	40535	310766

### 3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [7, с.29]:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (58)$$

Где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,2%

Таблица 3.10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	32285	9750,07
Студент	270231	81609,76
Итого		91359,83

### 3.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб за 1 кВт/час.

Таблица 3.11 - Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер ACER Veriton ES2730G	1	1700	5270
2	Услуги связи			450
Итого				5720

### 3.4.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.12.

Таблица 3.12 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	1400	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	302516	Пункт 3.4.2
3. Отчисления во внебюджетные фонды	91359,83	Пункт 3.4.3
4. Накладные расходы	5720	Пункт Пункт 3.4.4
Бюджет затрат	400995,83	Сумма ст.1-4



Исп. 1 - ООО «КТР РУС» ООО; Исп. 2 - «Континенталь»; Исп. 3 - ООО «Феррум»

Таблица 3.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	4	3	4
3. Безопасность	0,1	5	5	4
4. Энергосбережение	0,2	4	3	3
5. Надежность	0,3	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1	4.3	3.85	3.3

$$I_{p-usc1} = 5*0,2 + 4*0,05 + 5*0,1 + 4*0,2 + 4*0,3 + 4*0,15 = 4,3;$$

$$I_{p-usc2} = 4*0,2 + 3*0,05 + 5*0,1 + 3*0,2 + 4*0,3 + 4*0,15 = 3,8;$$

$$I_{p-usc3} = 3*0,2 + 4*0,05 + 4*0,1 + 3*0,2 + 3*0,3 + 4*0,15 = 3$$

## **ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ**

В ходе исследования провели анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 132 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 400995,83 рублей. Показатель ресурсоэффективности (4,3) говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л151	Громику Артёму Александровичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа производственных технологий	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Материаловедение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

<b>Проектирование технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя».</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является механический цех по производству деталей типа «Полумуфта двигателя»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)</li> <li>– ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</li> <li>– ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.</li> <li>– СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>– Отсутствие или недостаток естественного света</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенный уровень вибрации</li> <li>– Повышенный уровень шума на рабочем месте</li> <li>– Повышенный уровень электромагнитных излучений</li> <li>– Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования</li> <li>– Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рассеивание газовых примесей в атмосфере</li> <li>– Защита вод от загрязнения</li> <li>– Антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– техногенные; природные; биолого-социальные;</li> <li>– наиболее типичные: техногенные</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	16.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	к. т.н.		16.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Громик Артём Александрович		16.03.2020

#### **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В разделе социальная ответственность рассмотрены вопросы, связанные с особенностями производственного процесса при изготовлении детали «Полумуфта двигателя» с использованием следующих оборудований: ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH, токарный станок с ЧПУ модель: DMC DL 6G, универсальный вертикально-сверлильный станок модель: 2С50, горизонтально-протяжной станок 7Б520 и круглошлифовальный станок с ЧПУ R-grind 1040 CNC.

Проведён анализ возможного появления опасных и вредных производственных факторов и их влияние на условия работы; Разработаны мероприятия по технике безопасности, направленные на снижение или устранение этих факторов.

## **4.1 ВВЕДЕНИЕ**

Продукция машиностроительная востребована во всех отраслях промышленности. Машины и механизмы используются в различных химических технологиях, промышленном производстве, металлургии, строительстве и т.д. Для создания машин и механизмов необходимо разрабатывать современные технологические процессы изготовления деталей. В данной ВКР разработан технологический процесс изготовления втулки в условиях мелкосерийного производства. ВКР состоит из четырех частей: технологической; конструкторской; финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; социальной ответственности. В технологической части разработан маршрут изготовления детали, произведен расчет припусков на обработку, выбрано оборудование, измерительный и режущий инструмент. В конструкторской части разработано специальное приспособление для сверлильной операции. Рассчитаны силы резания и усилие зажима заготовки в приспособлении. В разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения рассчитано стоимость ресурсов для изготовления детали типа «втулка». Нормы и нормативы расходования ресурсов. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования. Расчет себестоимости изготовления детали типа «втулка» и расчет цены детали типа «втулка» с НДС. В части социальной ответственности разработана производственная безопасность. Проведен анализ выявленных опасных и вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## **4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль.

Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда. Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению.

Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер. Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: Вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий. Вводный

инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику. Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ. Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия. Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, более чем на 30 календарных дней, для остальных работ 60 дней. Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

1. Дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);
2. Административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);
3. Уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);
4. Материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия



### 4.3 Производственная безопасность

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Администрация предприятий обязана обеспечивать надлежащее техническое состояние оборудования всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и др.). Технологический процесс изготовления детали типа «Полумуфта двигателя» характеризуется наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

На участке оборудованным: ленточным, токарным, универсальным вертикально-сверлильным, горизонтально протяжным, круглошлифовальным станками могут возникнуть следующие опасные и вредные факторы:

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Полумуфта двигателя»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото вление	Эксплу- атация	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	[12]

Продолжение таблицы 4.1

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [13] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [14]
4. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей		+	+	ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [15]
5. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования		+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [16]
6. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека		+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [17] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

- Неблагоприятные условия микроклимата и производственного освещения

Согласно СНиП 23-05-95 в помещение должно быть не менее 300 лк. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

- Повышенный уровень шума

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Норма шума для рабочего места составляет 70 дБА.)

- Повышенная запыленность и загазованность воздуха;

Основные методы защиты человека от запыленности и загазованности воздушной среды следующие:

- герметизация технологического оборудования;
- устройство систем естественной и искусственной вентиляции;
- снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зон

- СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость);

При эксплуатации СОЖ возможно вредное воздействие их на организм человека – специфическое местное воздействие на кожный покров, раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз, общее резорбтивное действие на организм. Поэтому применение СОЖ должно обязательно сопровождаться профилактическими гигиеническими мероприятиями.

- Поражение электрическим током;

Основные способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрозащиты.
- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; – использование малых напряжений;

- Вращающиеся части станков;

Для предотвращения захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

- Слабое и ненадежное крепление инструмента;

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, на котором изготавливается деталь «Полумуфта двигателя», в связи с чем возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного персонала. Данные мероприятия должны быть согласованы с санитарногигиеническими и другими нормами охраны труда.

- Взрывоопасность и пожароопасность;

Регламентируется ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

Производственный травматизм и воздействие вредных веществ:

- Стружка;

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

### **4.3. Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды — комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу.

При производстве детали «Полумуфта двигателя» необходимо безопасно утилизировать такие отходы как: отработанное машинное масло, СОЖ, металлическая стружка, отходы люминесцентных ламп, абразивные отходы и т.д. Также необходимо предусмотреть утилизацию самой детали после окончания срока службы.

Работа по сбору, хранению и вывозу отходов проводится по технологической инструкции «Учёт, сбор, хранение и транспортирование промышленных отходов I-IV классов токсичности».

Твёрдые отходы производства имеют строго однородный характер, в виде металлической стружки, поэтому следует подобные отходы отправлять переплавку и повторное использование. Переработка стружки трудоемкий процесс, подразумевающий под собой брикетирование или прессование стружки в компактный брикет для наименьшего угара стружки при переплавке в сталеплавильных печах. В зависимости от стружки и ее засора используют центрифугу для отжима масла, дробилку для дробления стружки на мелкие фракции, а также брикетированные прессы для придания дробленой стружке компактного брикета в целях удобства перевозки и плавки в печах.

Мероприятия по защите окружающей среды обусловлены необходимостью полной утилизацией и переработки отходов производства и использования детали «Полумуфта двигателя», для снижения воздействия человека на окружающую среду.

#### **4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

С развитием техносферы возникли техногенные бедствия, источниками которых являются аварии и техногенные катастрофы. Причиной большинства техногенных аварий и катастроф является человеческий фактор. Таким образом при проектировании технологического процесса изготовления детали «Полумуфта двигателя» рассмотрим меры по предупреждению ЧС.

Пожаром называют неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб и создающее опасность для жизни людей.

Причины возникновения пожаров на промышленных объектах можно разделить на две группы:

- нарушение противопожарного режима или неосторожное обращение с огнем;

- нарушение мер пожарной безопасности при проектировании и строительстве зданий.

Опасными факторами пожара являются:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- снижение видимости в дыму;
- пониженная концентрация кислорода;
- обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- воздействие огнетушащих веществ.

Для предупреждения ЧС и слаженности действий при возникновении ЧС необходимо:

1. Проводить регулярные инструктажи технике пожарной безопасности для персонала;

2. Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии.

Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

3. Каждый цех необходимо оснастить инструктажем и пожарным планом, на котором отображаются: все пожарные выходы, пожарные щиты, ящики с песком.

4. Каждый цех должен быть оснащен пожарной сигнализацией.



## **ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ**

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ вредных и опасных факторов при производстве детали «Полумуфта двигателя». Также было рассмотрено вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

По результатам исследования можно сделать вывод, что при проектировании детали Полумуфта двигателя особое внимание стоит уделять разделу социальная ответственность. Необходимо рассмотреть производство, эксплуатацию и дальнейшую утилизацию детали. Все этапы должны быть безопасны и экологичны, и не наносить никакого вреда для человека и природы. Также в ходе работы мы рассматриваем нормативные документы и государственные стандарты, которые отображают различные нормы и требования. В разделе социальная ответственность рассмотрены основные опасные и вредные факторы, влияющие на человека при изготовлении детали «Полумуфта двигателя» и представлены предельные допустимые значения этих факторов. Определены элементы загрязнения окружающей среды и предложены пути снижения степени загрязнения отходами или вовсе их избегания. Представлены рекомендации по действию в вероятных ЧС при применении и изучении объекта исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс механической обработки детали «Полумуфта двигателя». В качестве заготовки выбрали прокат трубный горячекатаный  $\varnothing 95_{-2,0}^{+0,6}$  с толщиной стенки 25мм ГОСТ 8732-78, проведен расчет межоперационных припусков и размерный анализ, разработан маршрутный технологический процесс изготовления, подобрано оборудование, приспособление и режущий инструмент для обработки детали. Определены режимы резания путем аналитического расчета и нормы машинного времени.

Спроектировано специальное зажимное приспособление для сверлильной операции.

Проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 132 дня.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ вредных и опасных факторов при производстве детали «Полумуфта двигателя». Также было рассмотрено вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Рассмотрены основные опасные и вредные факторы, влияющие на человека при изготовлении детали «Полумуфта двигателя» и представлены предельные допустимые значения этих факторов. Определены элементы загрязнения окружающей среды и предложены пути снижения степени загрязнения отходами или вовсе их избегания. Представлены рекомендации по действию в вероятных ЧС при применении и изучении объекта исследования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Михаевич Е.П. Технология машиностроения. – Институт дистанционного образования. – 100 с.2010г.
9. СТО ТПУ 2.5.01-2011. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
11. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
13. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

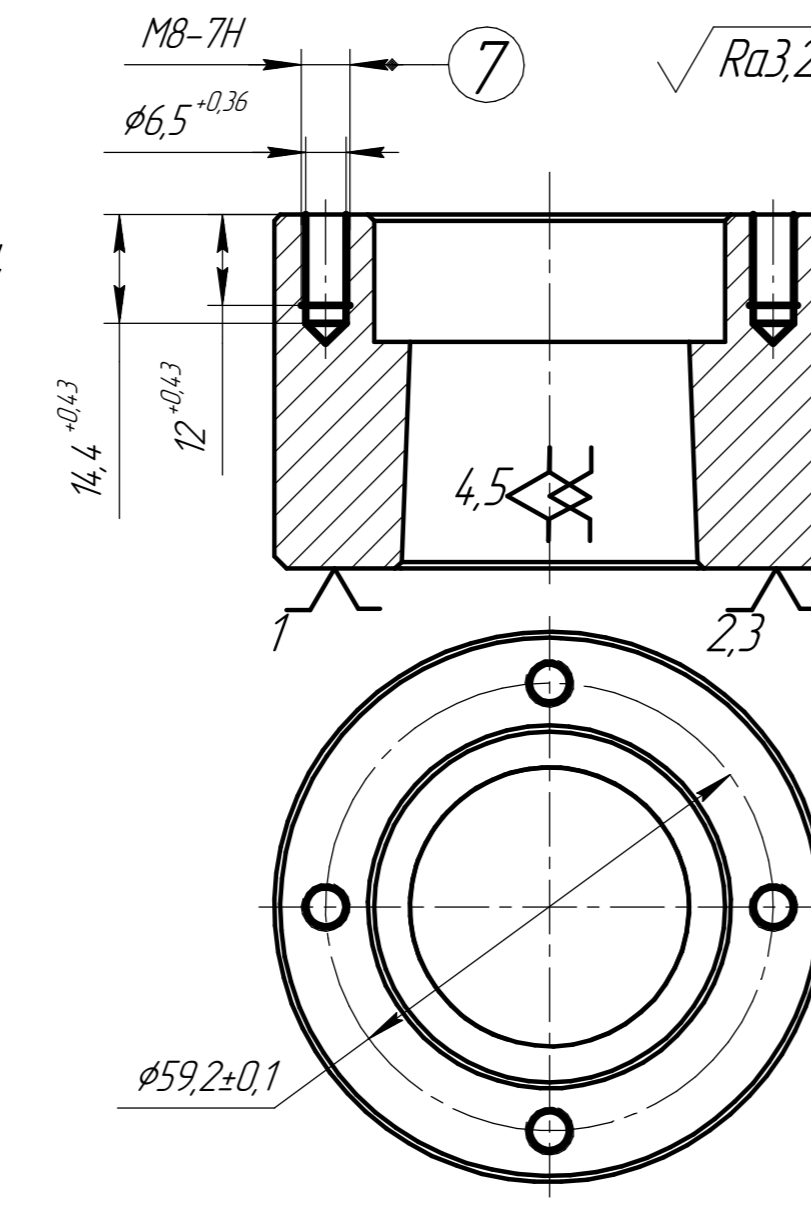
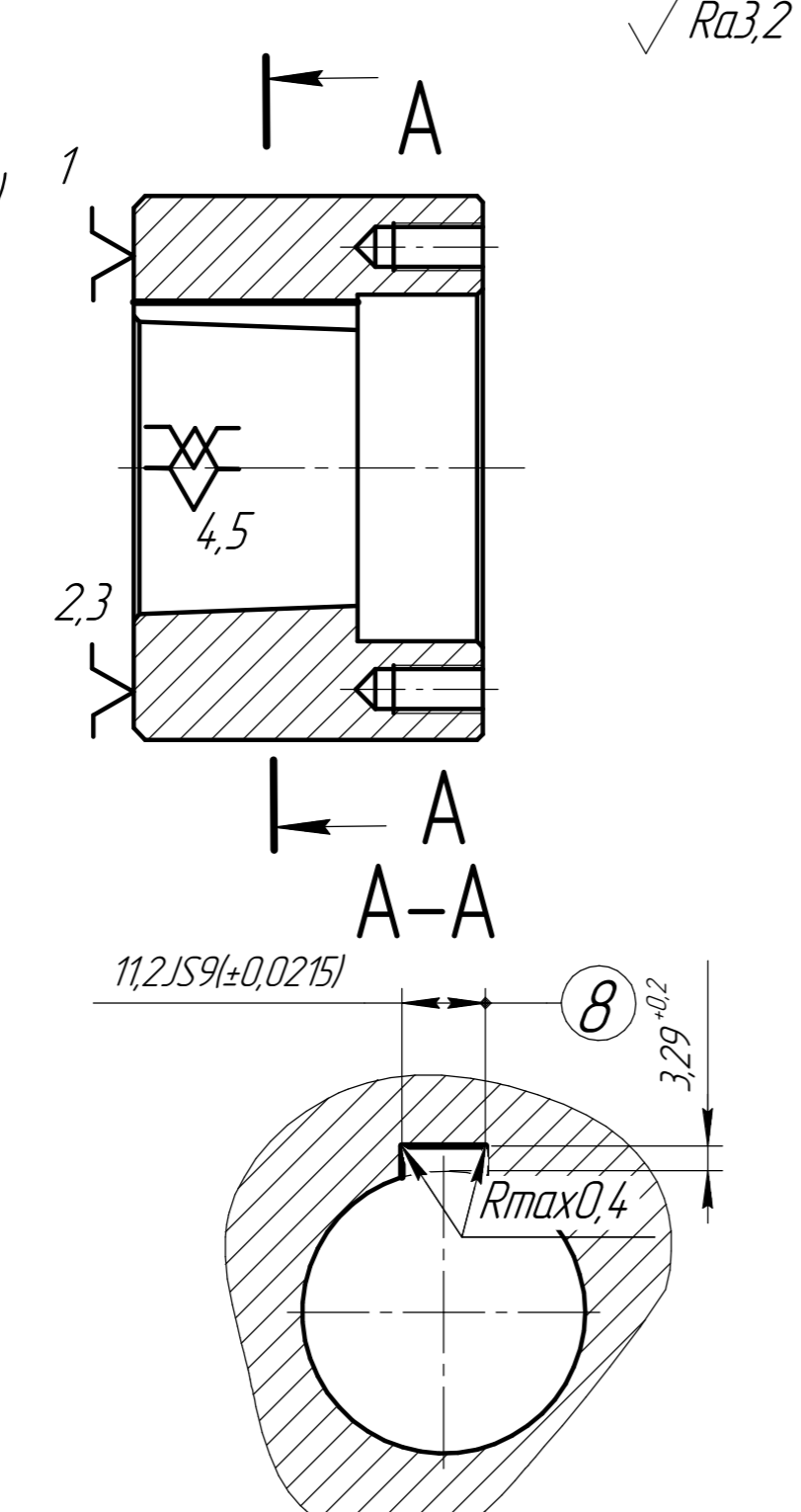
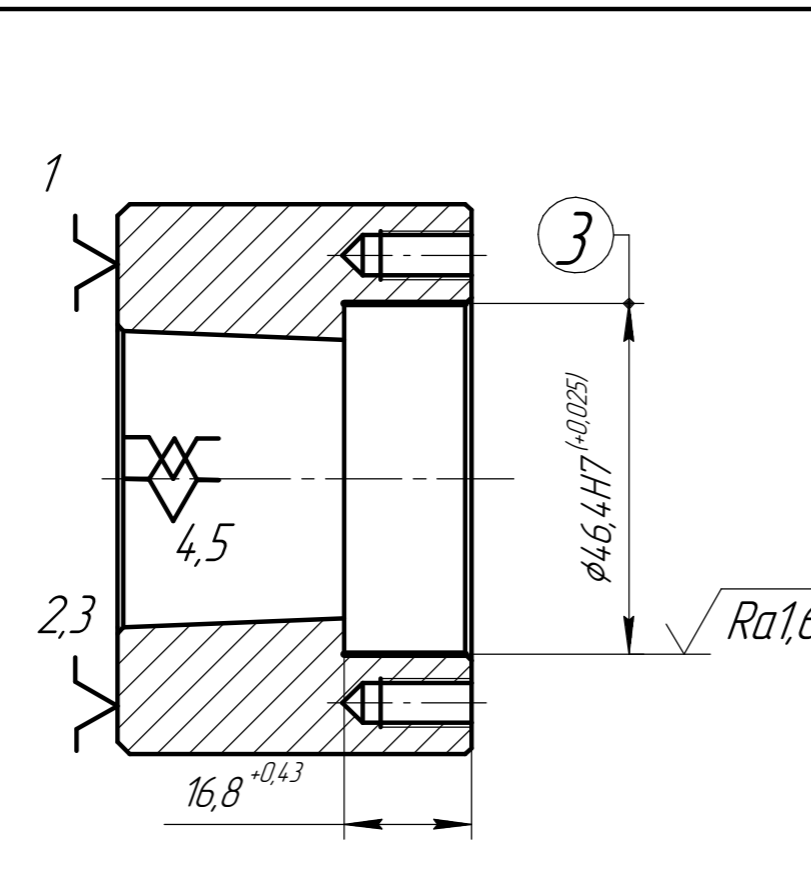
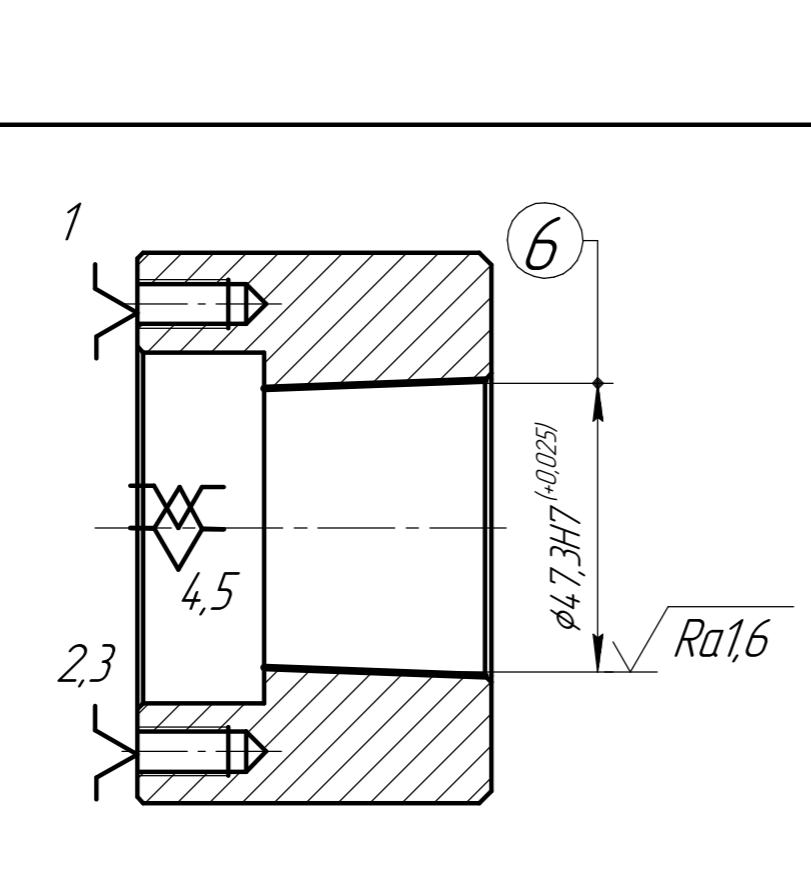
14. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

15. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

16. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
4	1 2	Сверлильная  Сверлить 4 отверстия 7, выдерживая размеры $\phi 6,5^{+0,36}$ мм $\phi 74 \pm 0,1$ мм, $18^{-0,43}$ мм  Нарезать резьбу в 4х отверстиях 7, выдерживая размеры М8-7Н, $15^{-0,43}$ мм		Универсальный вертикально-сверлильный станок 2С50	Специальное приспособление	Сверло $\phi 6,5$ Р6М5 ГОСТ 10902-77 Резец резьбовой 2660-0001 ГОСТ 18885-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89		4	6,5	18	3,25	0,13			1300	26,5							
5	1	Протяжная  Обработать паз 8, выдержав размеры $4,5 \pm 0,0215$ и $4,12^{-0,2}$ мм, $R_{\text{max}} 0,4$		Горизонтально-протяжной станок 7Б520	Трёхкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Шпоночная протяжка ГОСТ 18217-90	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89, шпоночный калибр-пробка 8154-0221-2 ГОСТ 24121-80		1	14	37,5	14	0,25		7		0,03	165	14	1,86	1,86			3
6	1	Внутришлифовальная  Шлифовать поверхность 3, выдержав размер $\phi 58\text{H7}$ однократно		Круглошлифовальный станок с ЧПУ R-град 1040 СМС	Трёхкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Шлифовальный круг АМ 20х10 25А 40 СМ2 6 К5 А 35 м/с	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, калибр-пробка $\phi 58\text{H7}$ ГОСТ 14810-69		5	58	21	0,1	0,45		280	35	1,03	165	14	2,97	2,97			3
7	1	Внутришлифовальная  Шлифовать поверхность 6, выдержав размер $\phi 4,7,3\text{H7}$ однократно		Круглошлифовальный станок с ЧПУ R-град 1040 СМС	Трёхкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Шлифовальный круг АМ 20х10 25А 40 СМ2 6 К5 А 35 м/с	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, калибр-пробка конусная 110 $\phi 4,7,3\text{H7}$		5	47,3	37,5	0,1	0,45		280	35	1,69	165	14	3,71	3,71			3

\* Размер для справок

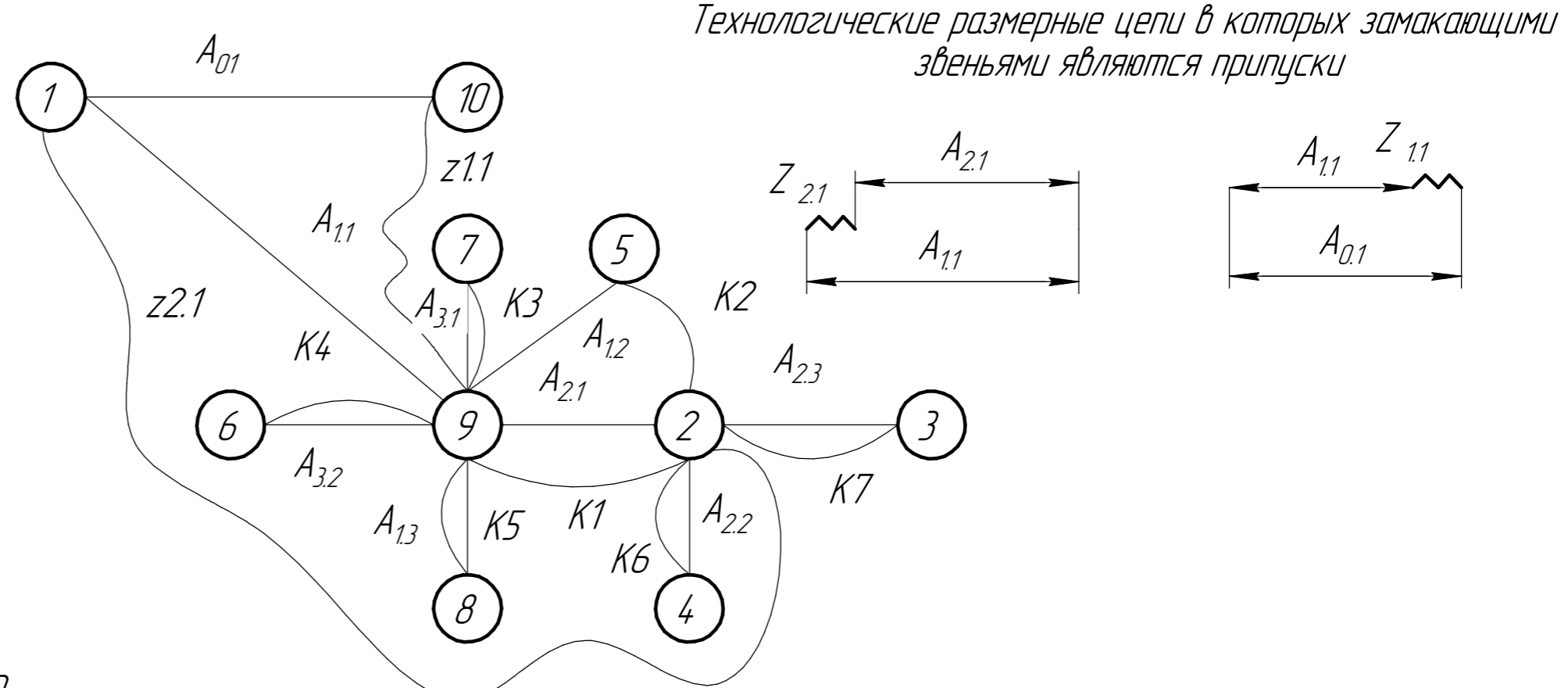
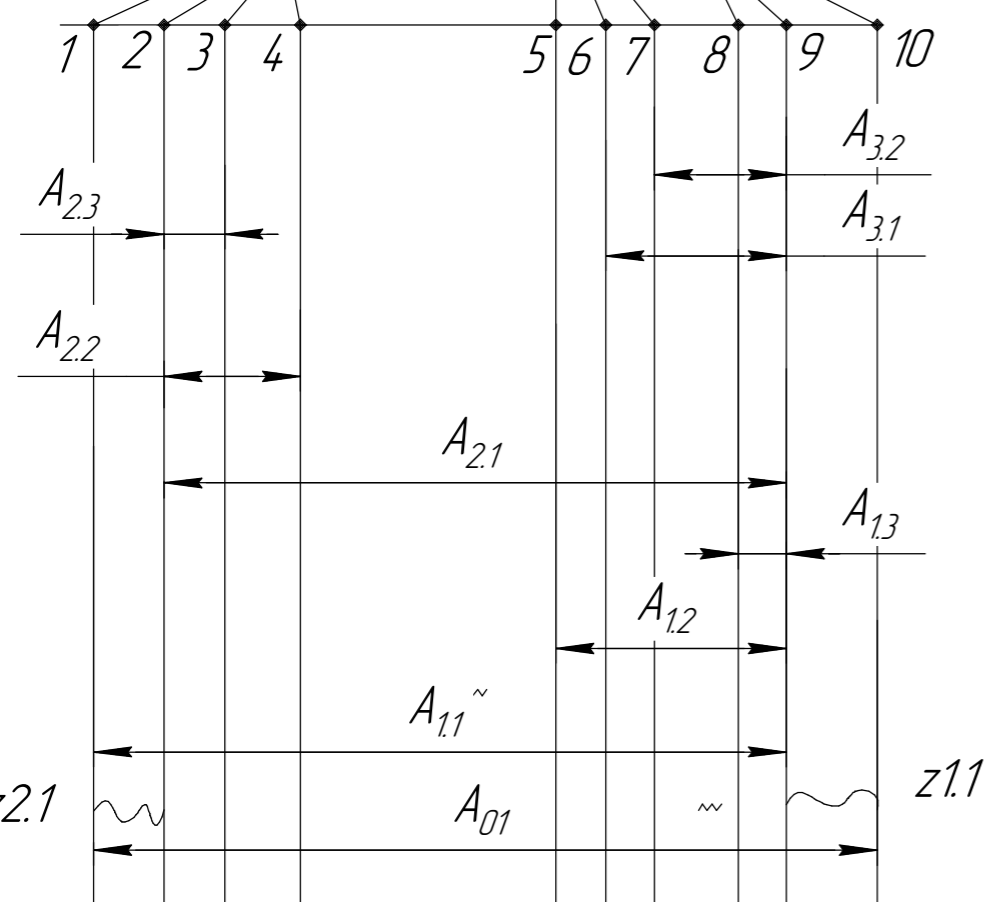
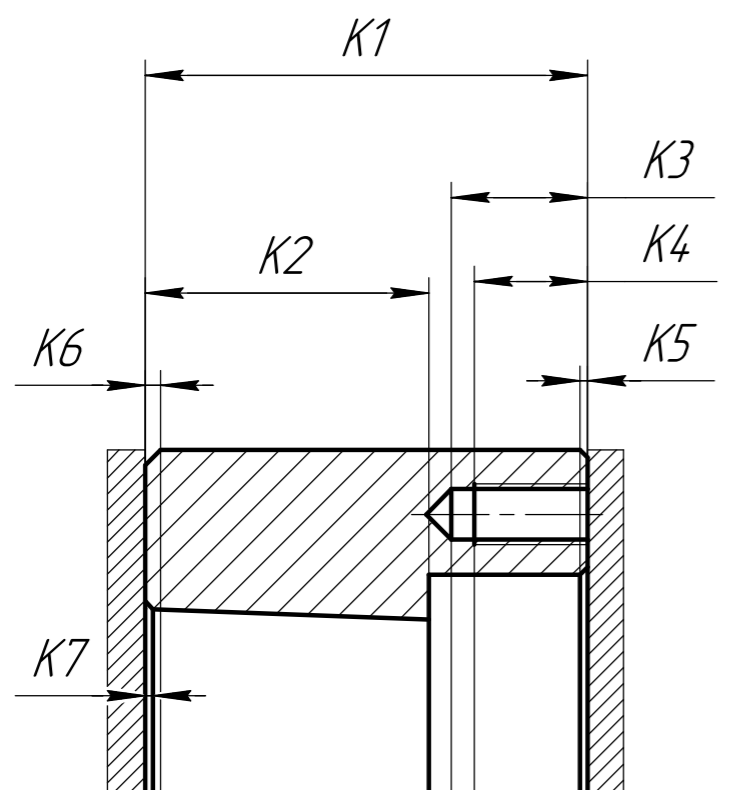
ИШНПТ-38/151/05.001

Лист

2

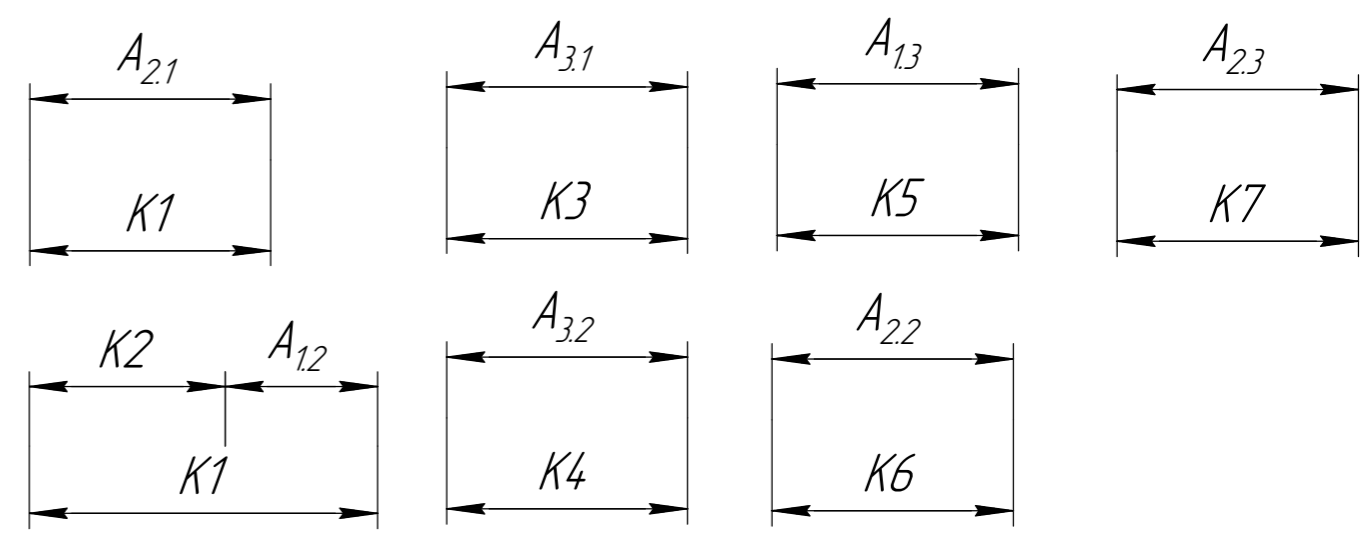
Перв. примен.

Справ. №



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски

Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры



				ИШНТП-38/151/05.002				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Размерный анализ</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Громик А.А.				У		1:1
Проб.		Алферова Е.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ группа 3-8/151		
Н.контр.								
Утв.								

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата.





Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
						<u>Сборочный чертёж</u>		
						<u>Детали</u>		
Справ. №	б/ч	1				Втулка	1	
	б/ч	2				Зажимная втулка	1	
	б/ч	3				Корпус	1	
	б/ч	4				Ось	1	
	б/ч	5				Стакан		
						<u>Стандартные изделия</u>		
				6		Болт М6-6dх35.66.019 ГОСТ 7808-70	4	
				7		Винт А.М 5-6d x 13.109.30ХГСА ГОСТ 1491-80	2	
				8		Гайка М16-6Н.8.019 ГОСТ 5927-70	1	
				9		Гайка М16-6Н.8.019 ГОСТ 2526-70	1	
					<b>ИШНТП-38/51/05.003.00</b>			
Изм. № подл.		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Приспособление на сверлильную операцию</b> ТПУ группа 3-8/51		
Разраб.		Громик А.А.						
Пров.		Алферова Е.А.						
Н.контр.								
Утв.						Лит.	Лист	Листов
						У	1	2

