

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

Школа ИНШПТ

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления переходника тормозного диска 440-32

УДК: 621.81.002-592.117

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5А	Шапошник Р.Д.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Общекультурные компетенции		
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.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	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.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Профессиональные компетенции		
P7	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	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 150700 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2009 г.

	сварочной продукции.	
P11	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.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P15	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.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

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

Школа ИНШПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Е.А. Ефременков
 (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
8Л5А	Шапошнику Р.Д.

Тема работы

Разработка технологии изготовления переходника тормозного диска 440-32	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3480/с от 06.05.19

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства,

	выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование технологического процесса, проектирование специального приспособления
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, сборочный чертеж приспособления, чертежи деталей приспособления и спецификация, операционные карты технологического процесса
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Арляпов А.Ю.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Белоеенко Е.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.12.18 г.

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Шапошник Р.Д.		

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа содержит 113 листов, 16 рисунков, 64 таблицы, 31 источник.

Ключевые слова: переходник тормозного диска, технологический процесс, проектирование, изготовление и режимы резания.

Цель работы: разработка технологического процесса изготовления переходника тормозного диска 440-32.

Переходник тормозного диска является частью тормозной системы автомобиля и служит для ее облегчения, а так же крепление тормозного диска к переходнику, через подвижные элементы, позволяет снизить искривление рабочих поверхностей диска, вызванное температурными деформациями.

Для достижения поставленной цели были осуществлены следующие процессы: определение типа производства и технологичности детали, разработка технологии изготовления переходника, построение размерных схем и графов, назначение допусков, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и выбор режущего инструмента, нормирование технологического процесса, разработана конструкторская документация.

В результате выполненной работы спроектирован технологический процесс, который является экономически эффективным при больших партиях, так как благодаря разработанной технологии произошло сокращение нормо-часа, что снизило стоимость производства.

Технологический процесс рекомендован к внедрению.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	11
1.1 Техническое задание	11
1.2 Анализ технологичности детали	11
1.3 Выбор заготовки.....	13
1.4 Определение типа производства	15
1.5 Разработка технологии изготовления переходника	16
1.6 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей	24
1.7 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	26
1.7.1 Назначение допусков на технологические размеры.....	26
1.7.2 Проверка обеспечения конструкторских размеров	28
1.7.3 Определение минимальных припусков на обработку	29
1.7.4 Расчет технологических размеров.....	30
1.8 Расчет режимов резания и выбор режущего инструмента.....	38
1.9 Выбор средств технологического оснащения.....	50
1.10 Нормирование технологического процесса	53
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	58
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование приспособления	58
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновки приспособления.....	59
2.3 Устройство и принцип работы приспособления	59
2.4 Расчет усилия закрепления	60

2.5 Погрешность приспособления	62
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	63
Введение	65
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	65
3.1.1 Потенциальные потребители	65
3.1.2 Оценка конкурентоспособности проекта по технологии QuaD.....	66
3.1.3 SWOT-анализ.....	69
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	74
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	74
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	75
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	78
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	83
3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	92
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	96
Введение	98
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	99
4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	99
4.3 Профессиональная социальная ответственность.....	99
4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов	101
4.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	104
4.6 Экологическая безопасность	105

4.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	106
4.8 Вывод	107
Заключение	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	109

Введение

Машиностроение является одной из самых значимых отраслей народного хозяйства, которая к тому же определяет уровень научно-технического прогресса. Одной из составных частей машиностроения является автомобилестроение.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления переходника тормозного диска 440-32. Данная деталь - часть наиболее важной системы автомобиля, а именно - тормозной. Усовершенствование этой системы это приоритетная задача, поскольку тормозная система - залог сохранности не только здоровья, но и жизни.

Переходник тормозного диска позволяет снизить искривление рабочих поверхностей диска, вызванное температурными деформациями и облегчить неподрессоренную массу автомобиля.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Произвести анализ технологичности детали;
2. Разработать технология изготовления детали;
3. Провести размерный анализ технологического процесса;
4. Рассчитать режимы резания и выбрать режущий инструмент;
5. Произвести нормирование технологического процесса;
6. Разработать конструкторскую документацию на приспособление для фрезерной операции;

Необходимо разработать эффективный и экономически выгодный технологический процесс для изготовления переходника тормозного диска.



Рис. 2 – Фото переходника тормозного диска

Заготовка, по условию задания, выполнена из листового проката нержавеющей стали 12Х18Н10Т ГОСТ 7350-77, из-за ее антикоррозионных свойств и прочности, за счет которых увеличен срок службы данного изделия. Данная сталь относится к IV группе обрабатываемости.

В связи с тем, что это часть модернизированной тормозной системы, объем выпуска невелик и производство относится к мелкосерийному типу.

Предполагаемый маршрут: заготовительная операция, две черновые токарные операции на обработку контуров, на которых будут сниматься большие припуски по сравнению с чистовыми операциями, отжиг, 2 чистовые токарные операции с целью достижения всех необходимых допусков и фрезерование карманов, пазов и выкружек на заключительном этапе. В основном используется стандартная технологическая оснастка за исключением последних двух операций, в которых применяются специальные кулачки и оправка в форме кольца.

Конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей вызывают трудности, а именно:

1. В связи с тем, что практически все поверхности детали должны иметь точное расположение относительно друг друга, одну из поверхностей придется использовать в виде базы для других. Это в свою очередь повлечет

за собой увеличение требований к точности установки и понизит технологичность детали.

2. Высокие требования к точности размеров пазов, карманов и точности их расположения, а так же большое количество крепежных отверстий на торце ведут к снижению технологичности детали.

3. Деталь имеет криволинейный наружный контур, и его обработка требует применения станков с ЧПУ на всех этапах производства.

4. Форма детали усложняет процесс контроля, что влечет за собой применение дополнительных приспособлений.

5. Для обеспечения требований указанных на чертеже, между черновой и чистовой обработкой, необходимо произвести термообработку – отжиг, что так же снижает технологичность детали.

Вывод: Учитывая сложную конфигурацию наружного контура детали, необходимость осуществления термообработки, категоричные требования к обязательному использованию высокотехнологичного оборудования для изготовления и обработки, а также мелкосерийную программу выпуска технологичность данной детали следует считать низкой.

1.3 Выбор заготовки

Способ получения заготовки определяется на основании чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения, технических требований, программы выпуска и величины серии, типа производства, экономичности изготовления.

Согласно выданному заданию, материал детали - нержавеющая сталь 12X18H10T. Химический состав стали регламентируется ГОСТ 5632-72.

Таблица 1 – Химический состав стали

C	Cr	Fe	Mn	Ni	P	S	Si	Ti
≤0,12	17,0-19,0	67	≤2,0	9,0-11,0	≤0,035	≤0,02	≤0,8	5·C-0,8

Как видно из таблицы, приведенной выше, сталь имеет большое число легирующих элементов, которые обуславливают ее свойства. Главными компонентами выступают хром и никель.

Хром дает возможность к пассивации и исключает коррозирование на поверхности материала, что очень важно для заданной детали. Благодаря никелю, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т приобретает такие особенности, как технологичность и высокие эксплуатационные характеристики, при этом конструкция будет характеризоваться коррозионной стойкостью в агрессивной среде.

Исходя из необходимости использования заготовки, форма и размеры которой должны быть максимально приближены к размерам детали, следует применять отрезанный круг. Данный метод получения заготовки снижает себестоимость получаемой продукции и уменьшает время на механическую обработку, а это является в свою очередь очень важным аспектом в мелкосерийном производстве.

В связи с невозможностью приобретения данной заготовки в пределах географии Томской, Новосибирской и Кемеровской областей и нецелесообразностью осуществления закупа в более отдаленных регионах будет использоваться листовая прокат нержавеющей стали 12Х18Н10Т ГОСТ 7350-77.

Таблица 2 – Механические свойства стали

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1000-1080 °С, вода или воздух.	>4	236	530	38	

Предел выносливости: $\sigma_{-1} = 279$ МПа, $n=10^7$.

В связи с тем, что в работу идет листовой прокат, а заготовка имеет форму круга, проведем расчет используемой полезной площади прокатного листа, для оценки экономической эффективности данной заготовки.

Из выбранного лист проката 6000x1500x28 мм будут вырезаться заготовки с диаметром $D = 280$ мм. Расстояние между вырезаемыми заготовками зададим 3 мм, в связи с тем, что вырезать их будут при помощи ручного плазменного резака.

Таким образом, при ширине 1500 мм и длине 6000 мм может быть получено 105(5x21) заготовок. Их суммарная площадь $S = 6745410$ мм², что составляет лишь 75% от площади листа нержавеющей стали. В результате, 25% от первого листа являются материалом, непригодным для использования.

Остальные 55 заготовок будут нарезаны на другом листе, где будет задействовано лишь 39% от всей площади, что является существенным экономическим недостатком данного типа заготовки. Однако останется часть листа, а именно 48%, которую можно будет использовать в дальнейшем производстве.

1.4 Определение типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о.}$, который показывает отношение такта выпуска деталей к среднему штучному времени, который находится по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_d}{t_{шт.ср}}$$

где t_d – такт выпуска деталей;

$t_{шт.ср}$ – среднее штучное время операции.

Определяем такт выпуска деталей:

$$t_d = \frac{60F_d}{N} = \frac{60 \cdot 1035}{160} = 388 \frac{\text{мин}}{\text{шт}}$$

где F_d – действительный полугодовой фонд времени рабочего оборудования (для односменного режима $F_d = 1035$ ч.);

$$N - \text{объем выпуска деталей, } N = 160 \frac{\text{шт}}{6 \text{ мес.}}$$

Таблица 3 – Продолжительность операций существующего процесса

Операция	Наименование операции	$t_{\text{шт.}i}$, мин
005	Плазменная операция	13
010	Токарная операция	24
015	Токарная операция	10
025	Токарная операция	15
030	Токарная операция	13
035	Фрезерная операция	40

Штучное время операции:

$$t_{\text{шт.ср}} = \frac{\sum t_{\text{шт}i}}{n} = \frac{115}{6} = 19,1 \text{ мин,}$$

где $t_{\text{шт}i}$ – продолжительность каждой операции в минутах;

n – количество операций в технологическом процессе.

Таким образом определим коэффициент закрепления операций:

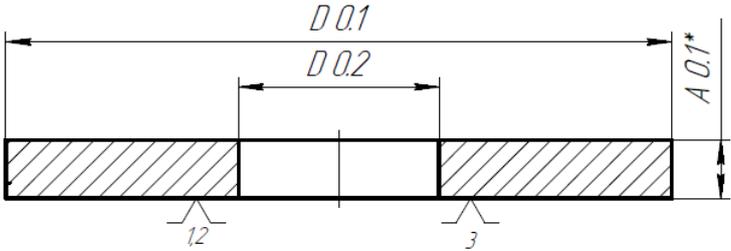
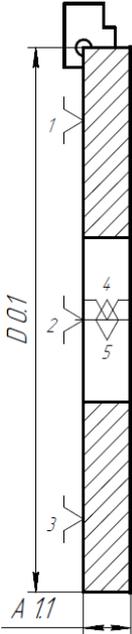
$$K_{з.о.} = \frac{t_d}{t_{\text{шт.ср}}} = \frac{388}{19,1} = 20,31.$$

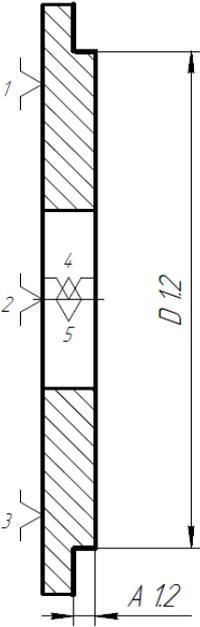
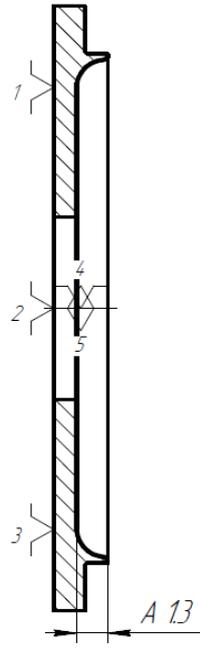
Так как полученный коэффициент $20 \leq K_{з.о.} < 40$, то определяем тип производства как мелкосерийный.

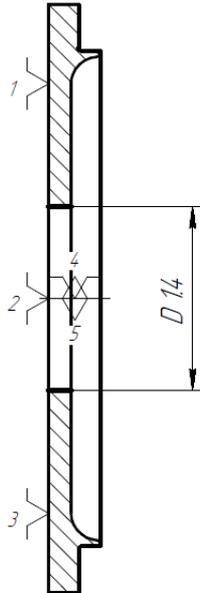
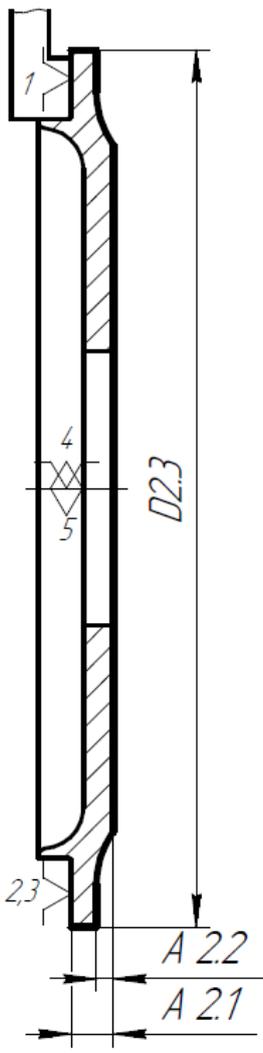
1.5 Разработка технологии изготовления переходника

В предложенной ниже таблице 4, представлен технологический процесс изготовления детали, который включает в себя схемы базирования заготовки, требуемые технологические размеры, а также текста переходов и их эскизы.

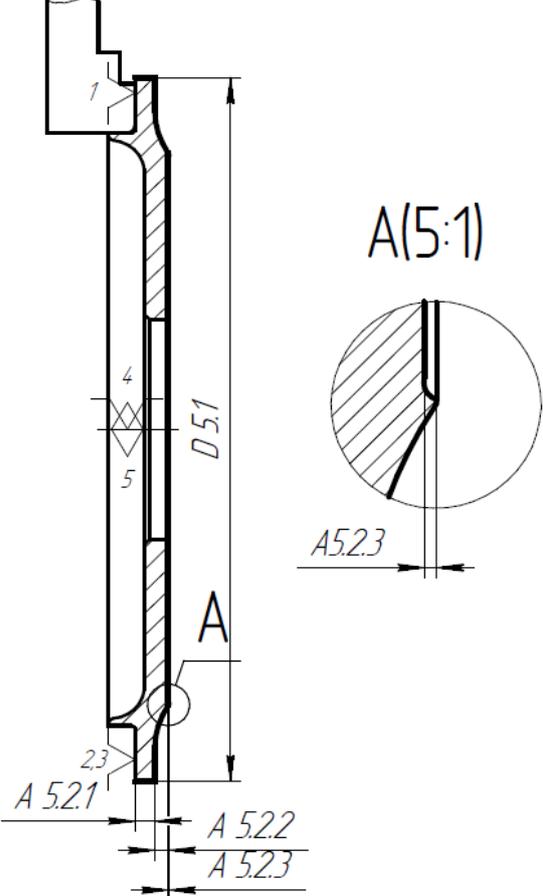
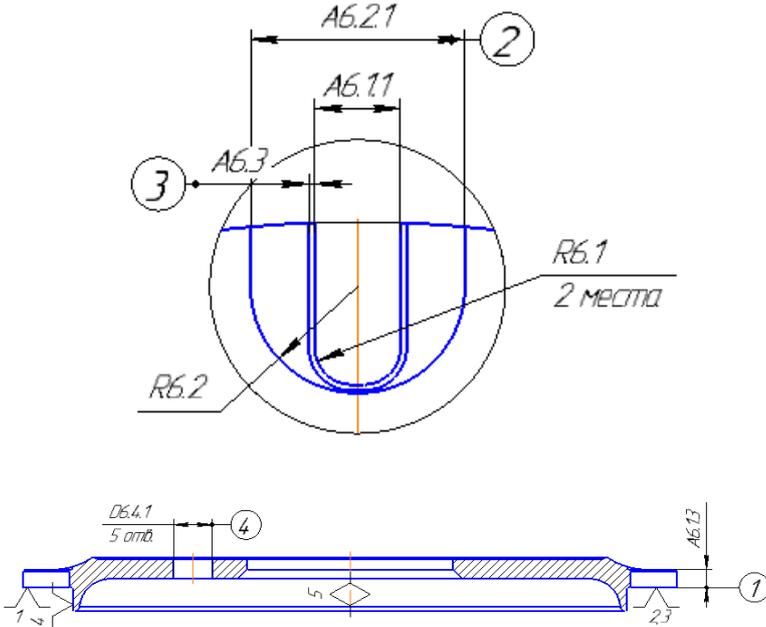
Таблица 4 – Технологический процесс

Опера- ция	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
005	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Вырезать заготовку, выдерживая размеры D0.1; D0.2; A0.1</p>	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a total length dimensioned as $D\ 0.1$. A central section has a diameter dimensioned as $D\ 0.2$. The total height of the part is dimensioned as $A\ 0.1^*$. There are two chamfered ends, each with a chamfer angle dimensioned as 12° and 3° respectively.</p>
010	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Черновая обработка Переход 1</p> <p>Точить торец детали, выдерживая размер A1.1</p>	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a total length dimensioned as $D\ 0.1$ and a diameter dimensioned as $A\ 1.1$. The part has several features: a chamfered top edge (1), a chamfered bottom edge (3), a chamfered transition (2), a chamfered transition (4), and a chamfered transition (5).</p>

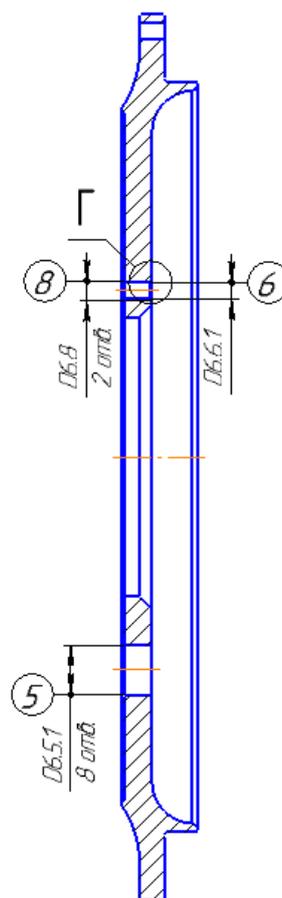
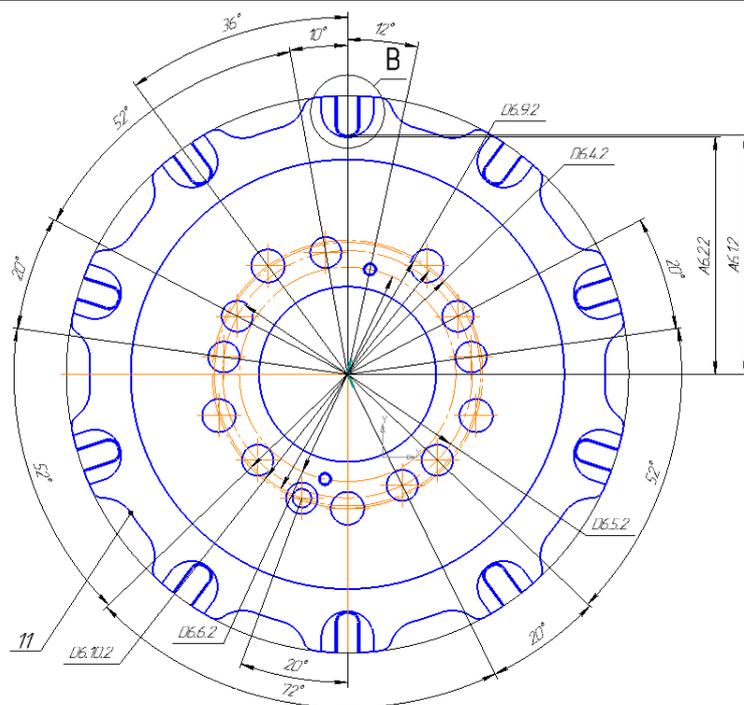
<p>010</p>	<p>Переход 2 Точить наружный диаметр с подрезкой торца, выдерживая размеры A1.2;D1.2</p>	
<p>010</p>	<p>Переход 3 Расточить внутренний контур детали, по 3D модели, выдерживая размер A1.3</p>	

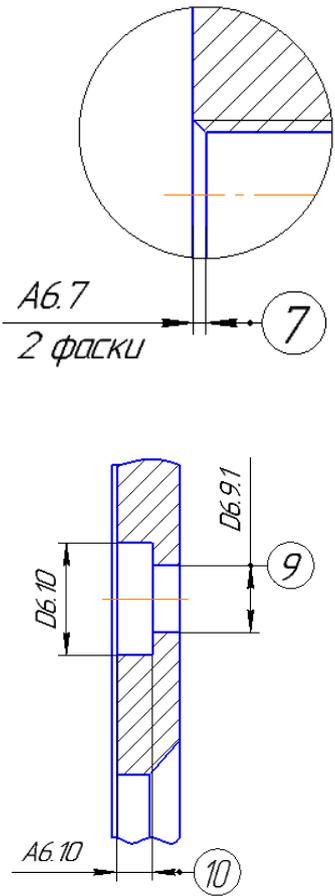
010	<p>Переход 4</p> <p>Расточить отверстие, выдерживая размер D1.4</p>	
015	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Черновая обработка</p> <p>Переход 1</p> <p>Подрезка торца, выдерживая размер A2.1.</p> <p>Переход 2</p> <p>Точить контур детали, по 3D модели, выдерживая размер A2.2</p> <p>Переход 3</p> <p>Точить наружный диаметр, выдерживая размер D2.3</p>	
020	<p><u>Отжиг</u></p>	

	<p>Нагрев заготовки до температуры 870-900°C с выдержкой 2-3 часа и охлаждением на воздухе.</p>	
<p>025</p>	<p><u>Токарная с ЧПУ</u> Чистовая обработка Переход 1 Точить диаметр, с подрезкой торца, выдерживая размеры A4.1;D4.1. Переход 2 Расточить отверстие, выдерживая размер D4.2 Переход 3 Точить контур, выдерживая размеры A4.3.1; A4.3.2. Переход 4 Обработать фаску, выдерживая</p>	

	размер А4.4.	
030	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Чистовая обработка</p> <p>Переход 1</p> <p>Точить внешний диаметр, выдерживая размер D5.1.</p> <p>Переход 2</p> <p>Точить наружный контур, выдерживая размеры А5.2.1; А5.2.2; А5.2.3.</p>	
035	<p><u>Вертикально-фрезерная с ЧПУ</u></p> <p>Переход 1</p> <p>Фрезеровать 10 карманов поз.1, по 3D модели, выдерживая размеры А6.1.1;А6.1.2; R6.1;А6.1.3.</p> <p>Переход 2</p> <p>Фрезеровать 10 пазов поз.2, по 3D модели,</p>	

выдерживая
 размеры А6.2.1;
 А6.2.2;R6.2
 Переход 3
 Фрезеровать 10
 фасок на пазах по
 3D модели,
 выдерживая
 размер А6.3.
 Переход 4
 Сверлить 5
 отверстий поз.4 в
 размер D6.4.1 на
 диаметре D6.4.2.
 Переход 5
 Сверлить 8
 отверстий поз.5,
 выдерживая
 размер D6.5.1 на
 диаметре D6.5.2.
 Переход 6
 Сверлить 2 отв.
 поз.6, выдерживая
 размер D6.6.1 на
 диаметре D6.6.2.
 Переход 7
 Снять 2 фаски
 поз.7, выдерживая
 размер А6.7.



	<p>Переход 8 Нарезать резьбу D6.8 поз.8 в отверстие D.6.6.1</p> <p>Переход 9 Сверлить отверстие поз.9, выдерживая размер D6.9.1 на диаметре D6.9.2.</p> <p>Переход 10 Сверлить отверстие поз.10, выдерживая размеры D6.10;A6.10.</p> <p>Переход 11 Фрезеровать 10 выкружек поз.11 по 3D модели.</p>	<p style="color: red; text-align: center;">Г(4:1)</p> 
040	<p style="text-align: center;"><u>Слесарная</u></p> <p>Снять все заусенцы.</p>	
045	<p style="text-align: center;"><u>Моечная</u></p> <p>Промыть деталь после СОЖ.</p>	
050	<p style="text-align: center;"><u>Контрольная</u></p> <p>Контролировать деталь.</p>	

1.6 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей

На основании технологического процесса составляется размерная схема (представлена на рис. 3), содержащая технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры. Проверка размеров и припусков будет осуществляться в ходе работы.

Для составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф размерной схемы изготовления детали представлен на рис. 4.

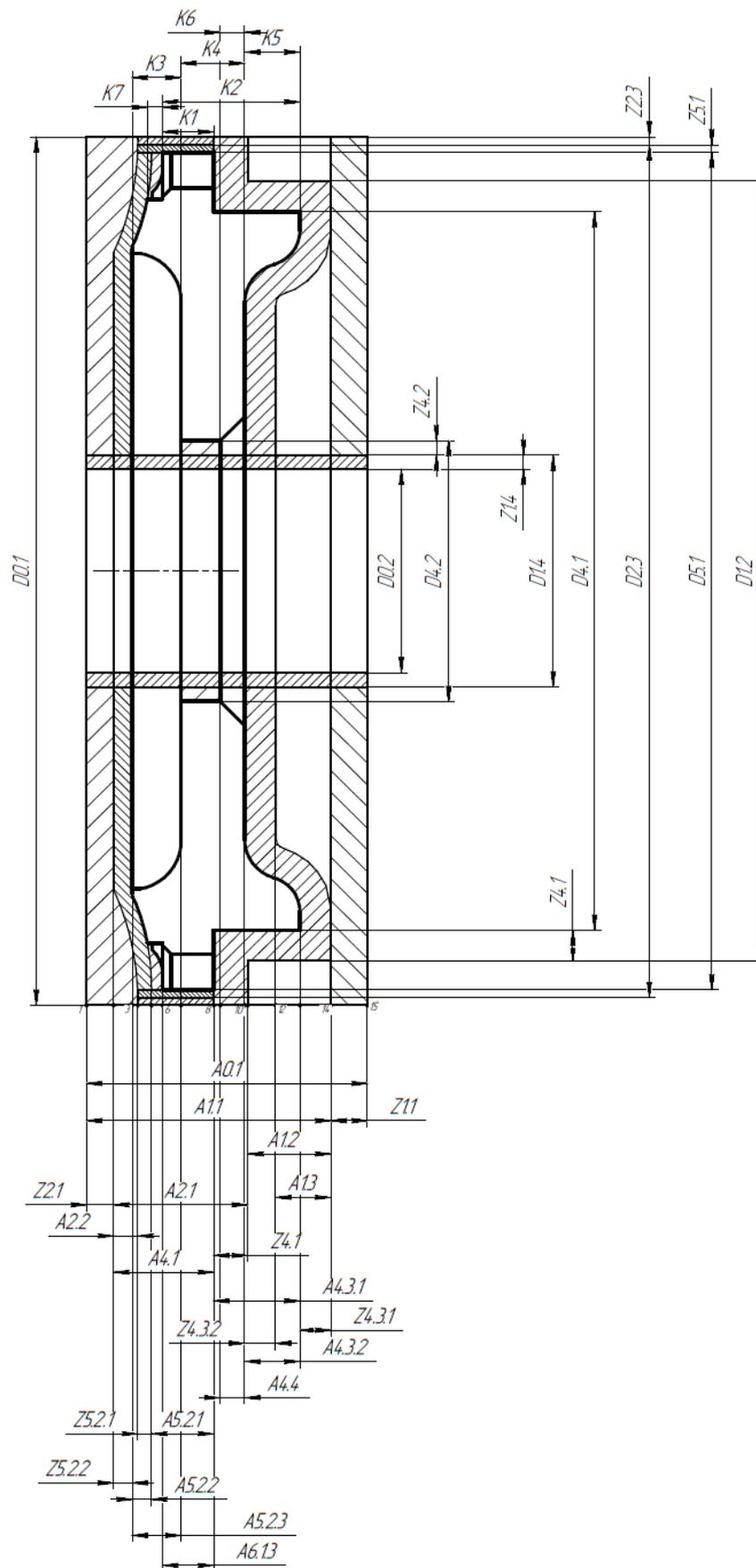


Рис. 3 – Размерная схема

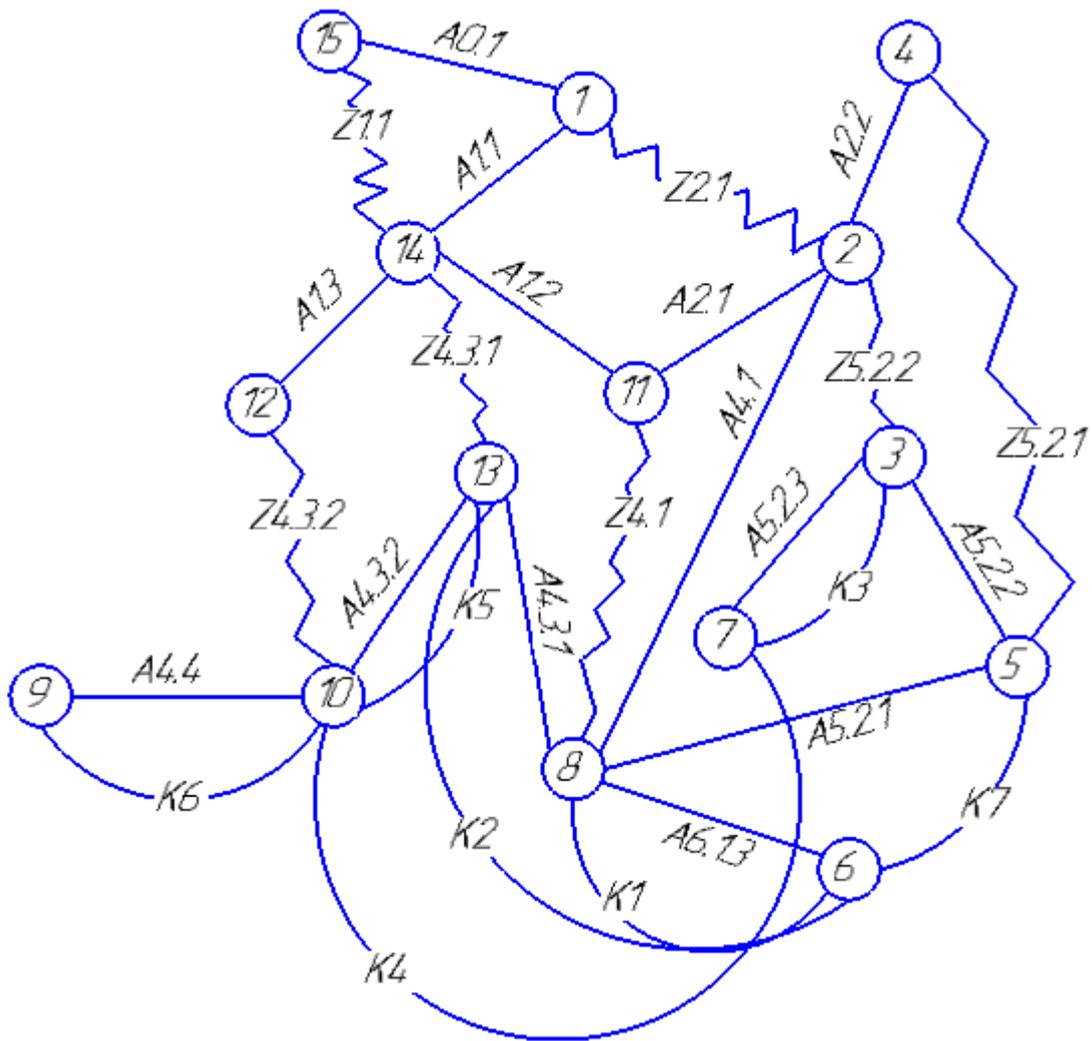


Рис. 4 – Граф технологических размерных цепей

1.7 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

1.7.1 Назначение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности [1].

Допуски определяются по формуле:

$$TA_i = w_{ci} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i,$$

где w_{ci} – статистическая погрешность, мм;

ρ_{i-1} – погрешность формы, полученная на предыдущем переходе, мм;

ε_i – погрешность базирования, мм.

В таблицах 5-6 приведены допуски на осевые и диаметральные размеры согласно [1].

Таблица 5 – Значения допусков осевых размеров

Размер	w_{ci} , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	T_i , мм
$A_{0.1}$	0,3	-	-	0,3
$A_{1.1}$	0,12	0,2	0,15	0,47
$A_{1.2}$	0,12	-	-	0,12
$A_{1.3}$	0,12	-	-	0,12
$A_{2.1}$	0,12	-	0,07	0,19
$A_{2.2}$	0,05	-	-	0,05
$A_{4.1}$	0,06	-	0,03	0,09
$A_{4.3.1}$	0,06	-	-	0,06
$A_{4.3.2}$	0,06	-	-	0,06
$A_{4.4}$	0,4	-	-	0,4
$A_{5.2.1}$	0,03	-	0,02	0,05
$A_{5.2.2}$	0,03	-	-	0,03
$A_{5.2.3}$	0,1	-	-	0,1
$A_{6.1.1}$	0,02	-	-	0,02
$A_{6.1.2}$	0,19	-	0,11	0,3
$A_{6.1.3}$	0,04	-	-	0,04
$A_{6.2.1}$	0,3	-	-	0,3
$A_{6.2.2}$	0,19	-	0,11	0,3
$A_{6.2.3}$	0,1	-	-	0,1
$A_{6.3}$	0,4	-	-	0,4
$A_{6.7}$	0,4	-	-	0,4
$A_{6.10}$	0,1	-	-	0,1

Таблица 6 – Значения допусков диаметральных размеров

Размер	w_{ci} , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	T_i , мм
$D_{0.1}$	3	-	-	3
$D_{0.2}$	3	-	-	3
$D_{1.2}$	0,185	-	-	0,185
$D_{1.4}$	0,12	-	-	0,12
$D_{2.3}$	0,1	-	-	0,1
$D_{4.1}$	0,4	-	-	0,4
$D_{4.2}$	0,087	-	-	0,087
$D_{5.1}$	0,4	-	-	0,4
$D_{6.4.1}$	0,2	-	-	0,2
$D_{6.4.2}$	0,29	-	0,11	0,4
$D_{6.5.1}$	0,2	-	-	0,2
$D_{6.5.2}$	0,29	-	0,11	0,4
$D_{6.6.1}$	0,1	-	-	0,1
$D_{6.6.2}$	0,19	-	0,11	0,3
$D_{6.8}$	0,112	-	-	0,112
$D_{6.9.1}$	0,2	-	-	0,2
$D_{6.9.2}$	0,29	-	0,11	0,4
$D_{6.10.1}$	0,2	-	-	0,2
$D_{6.10.2}$	0,29	-	0,11	0,4

1.7.2 Проверка обеспечения конструкторских размеров

Необходимо проверить возможность обеспечения спроектированным технологическим процессом требуемой точности конструкторских размеров, которые не выдерживаются непосредственно в ходе работы [1].

Конструкторские размеры К1, К3, К5, К6 выдерживаются непосредственно.

Проверка Размера К2.

$$TK_2 = \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_2 = 17,7 \text{ мм} = A_{4.3.1} + A_{6.2.3};$$

$$\sum TA_i = 0,06 + 0,04 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_2 \geq \sum TA_i.$$

Размер K2 выдерживается методом максимумов-минимумов.

Проверка Размера K4.

$$TK_4 = \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_4 = 8,5 \text{ мм} = A_{4.3.1} - A_{4.3.2} + A_{5.2.1} + A_{5.2.2} - A_{5.2.3};$$

$$\sum TA_i = \sqrt{0,06^2 + 0,06^2 + 0,05^2 + 0,03^2 + 0,1^2} = 0,14 \text{ мм};$$

$$TK_4 \geq \sqrt{\sum TA_i}.$$

Размер K4 выдерживается вероятностным методом.

Проверка Размера K7.

$$TK_7 = \pm 0,05 = 0,1 \text{ мм};$$

$$K_7 = 1,2 \text{ мм} = A_{5.2.1} - A_{6.2.3};$$

$$\sum TA_i = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мм};$$

$$TK_7 \geq \sum TA_i.$$

Размер K7 выдерживается методом максимумов-минимумов.

1.7.3 Определение минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаления было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности заготовки [1].

Минимальный припуск для размеров определяется по формулам:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \varepsilon_i + \rho_{i-1},$$

$$Z_{imin}^D = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\sum \varepsilon_i^2 + \sum \rho_{i-1}^2}),$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности, полученная на предыдущем переходе, мм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя, полученная на предыдущем переходе, мм;

ρ_{i-1} – пространственное отклонение поверхности, полученное на предшествующем переходе, мм;

ε_i – погрешность установки и закрепления на данном переходе, мм.

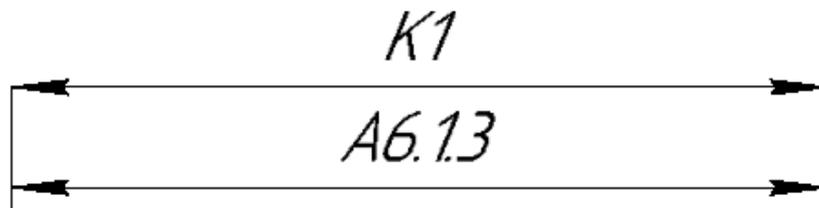
В таблице 7 приведены минимальные припуски на осевые и диаметральные размеры согласно [1].

Таблица 7 – Значения минимальных припусков

Припуск	Rz_{i-1} , мм	h_{i-1} , мм	ε_i , мм	ρ_{i-1} , мм	Сумма, мм
$Z_{\min 1.1}$	0,15	0,15	0,2	0,3	0,8
$Z_{\min 1.4}^D$	0,32	0,35	1	1,5	4,95
$Z_{\min 2.1}$	0,15	0,15	0,05	0,3	0,65
$Z_{\min 2.3}^D$	0,32	0,35	1	1,7	5,3
$Z_{\min 4.1}$	0,08	0,06	0,04	0,02	0,2
$Z_{\min 4.1}^D$	0,08	0,06	0,05	0,04	0,41
$Z_{\min 4.2}^D$	0,08	0,06	0,05	0,04	0,41
$Z_{\min 4.3.1}$	0,08	0,06	-	-	0,14
$Z_{\min 4.3.2}$	0,08	0,06	-	-	0,14
$Z_{\min 5.1}^D$	0,08	0,06	0,02	-	0,32
$Z_{\min 5.2.1}$	0,08	0,06	0,02	-	0,16
$Z_{\min 5.2.2}$	0,08	0,06	-	-	0,14

1.7.4 Расчет технологических размеров

Расчет размера $A_{6.1.3}$:

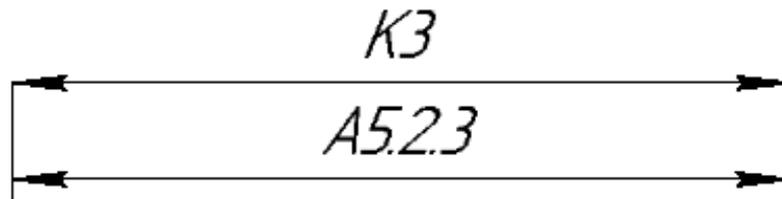


$$K_2 = A_{6.1.3}^c = 7,6 \text{ мм};$$

$$A_{6.1.3}^c = 7,6 \pm 0,02 \text{ мм};$$

В системе вала: $A_{6.1.3} = 7,62_{-0,04} \text{ мм}$.

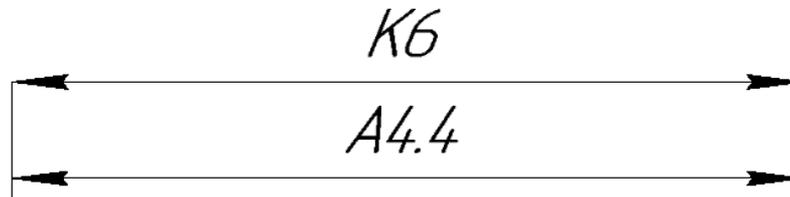
Расчет размера $A_{5.2.3}$:



$$K_3 = A_{5.2.3}^c = 0,7 \text{ мм};$$

$$A_{5.2.3}^c = 0,7 \pm 0,05 \text{ мм}.$$

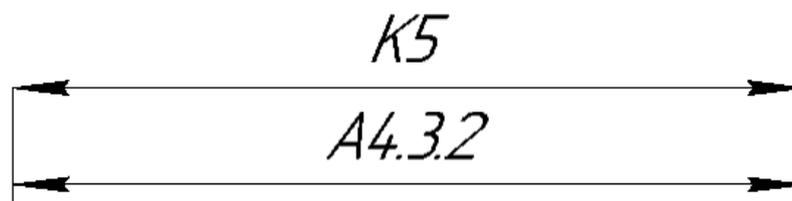
Расчет размера $A_{4.4}$:



$$K_6 = A_{4.4}^c = 4 \text{ мм};$$

$$A_{4.4}^c = 4 \pm 0,05 \text{ мм}.$$

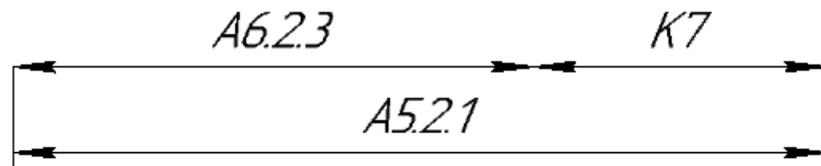
Расчет размера $A_{4.3.2}$:



$$K_6 = A_{4.3.2}^c = 13,8 \text{ мм};$$

$$A_{4.3.2}^c = 13,8 \pm 0,03 \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{5.2.1}$:



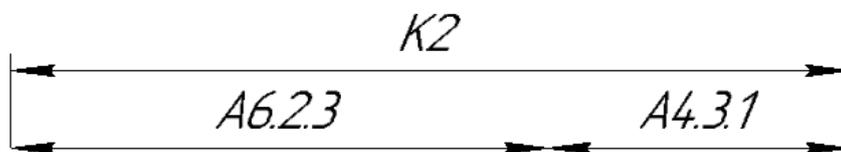
$$K_7^c = A_{5.2.1}^c - A_{6.2.3}^c;$$

$$A_{5.2.1}^c = K_7^c + A_{6.2.3}^c;$$

$$A_{5.2.1}^c = 1,2 + 7,6 = 8,8 \pm 0,025 \text{ мм};$$

Округляем $A_{5.2.1} = 8,83_{-0,05} \text{ мм}$.

Расчет размера $A_{4.3.1}$:

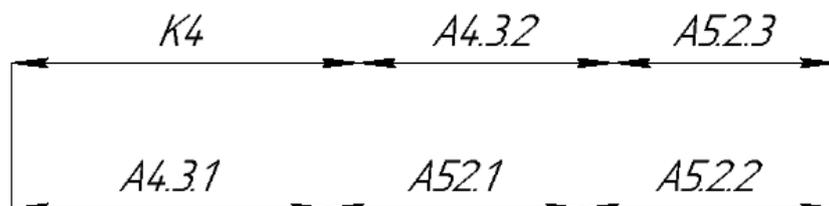


$$K_2^c = A_{4.3.1}^c + A_{6.2.3}^c;$$

$$A_{4.3.1}^c = K_2^c - A_{6.2.3}^c = 17,7 - 7,6 = 10,1 \text{ мм};$$

$$A_{4.3.1} = 10,1 \pm 0,03 \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{5.2.2}$:



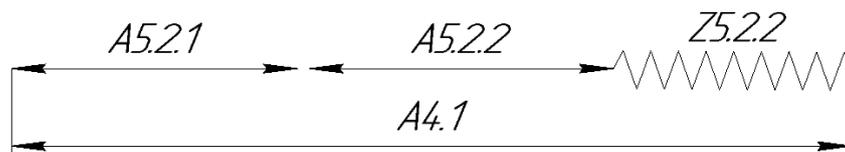
$$K_4^c = A_{4.3.1}^c - A_{4.3.2}^c - A_{5.2.3}^c + A_{5.2.1}^c + A_{5.2.2}^c;$$

$$A_{5.2.2}^c = K_4^c + A_{4.3.2}^c + A_{5.2.3}^c - A_{5.2.1}^c - A_{4.3.1}^c =$$

$$= 8,5 + 13,8 + 0,7 - 8,805 - 10,1 = 4,095 \text{ мм};$$

Округляем $A_{5.2.2} = 4,1 \pm 0,015 \text{ мм}$.

Расчет размера $A_{4.1}$:



$$Z_{5.2.2}^c = A_{4.1}^c - A_{5.2.1}^c - A_{5.2.2}^c;$$

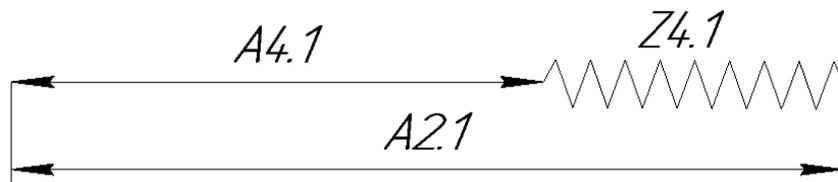
$$\begin{aligned}
A_{4.1}^c &= Z_{5.2.2}^c + A_{5.2.1}^c + A_{5.2.2}^c = \\
&= \frac{2 \cdot Z_{\min 5.2.2} + TA_{4.1} + TA_{5.2.1} + TA_{5.2.2}}{2} + A_{5.2.1}^c + A_{5.2.2}^c = \\
&= \frac{2 \cdot 0,14 + 0,09 + 0,05 + 0,03}{2} + 8,805 + 4,1 = 13,135 \text{ мм};
\end{aligned}$$

Округляем $A_{4.1} = 13,2_{-0,09}$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{5.2.2}$:

$$\begin{aligned}
Z_{5.2.2} &= A_{4.1} - A_{5.2.2} - A_{5.2.1} = 13,2_{-0,09} - 4,1 \pm 0,015 - 8,8 \pm 0,025 = \\
&= 0,3_{-0,13}^{+0,04} \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Расчет размера $A_{2.1}$:



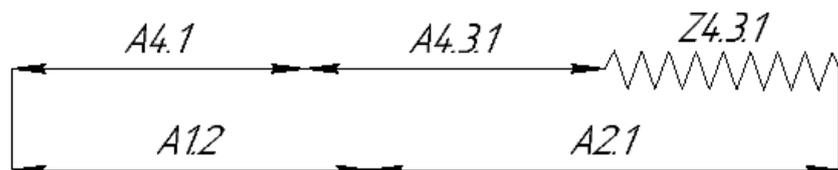
$$\begin{aligned}
Z_{4.1}^c &= A_{2.1}^c - A_{4.1}^c; \\
A_{2.1}^c &= Z_{4.1}^c + A_{4.1}^c = \frac{2 \cdot Z_{\min 4.1} + TA_{4.1} + TA_{2.1}}{2} + A_{4.1}^c = \\
&= \frac{2 \cdot 0,2 + 0,09 + 0,19}{2} + 13,155 = 13,495 \text{ мм};
\end{aligned}$$

Округляем $A_{2.1} = 13,6_{-0,19}$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{4.1}$:

$$Z_{4.1} = A_{2.1} - A_{4.1} = 13,6_{-0,19} - 13,2_{-0,09} = 0,4_{-0,19}^{+0,09} \text{ мм}.$$

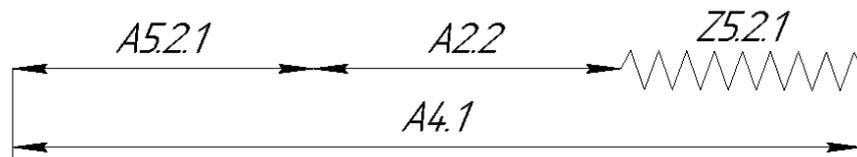
Расчет размера $A_{1.2}$:



$$Z_{4.3.1}^c = A_{1.2}^c + A_{2.1}^c - A_{4.1}^c - A_{4.3.1}^c;$$

$$\begin{aligned}
A_{1.2}^c &= Z_{4.2.1}^c + A_{4.1}^c + A_{4.2.1}^c - A_{2.1}^c = \\
&= \frac{2 \cdot Z_{\min 4.3.1} + TA_{4.1} + TA_{4.3.1} + TA_{2.1} + TA_{1.2}}{2} + A_{4.1}^c + A_{4.3.1}^c \\
- A_{2.1}^c &= \frac{2 \cdot 0,14 + 0,09 + 0,06 + 0,19 + 0,12}{2} + 13,135 + 10,1 - \\
&\quad - 13,505 = 10,1 \text{ мм;} \\
A_{1.2} &= 10,1 \pm 0,06 \text{ мм.}
\end{aligned}$$

Расчет размера $A_{2.2}$:



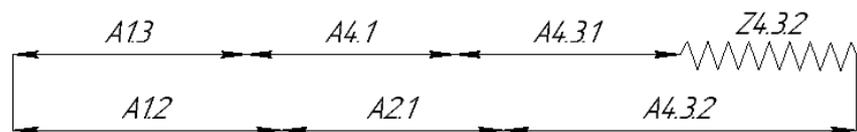
$$\begin{aligned}
Z_{5.2.1}^c &= A_{4.1}^c - A_{5.2.1}^c - A_{2.2}^c; \\
A_{2.2}^c &= A_{4.1}^c - A_{5.2.1}^c - Z_{5.2.1}^c = \\
&= A_{4.1}^c - A_{5.2.1}^c - \frac{2 \cdot Z_{\min 5.2.1} + TA_{4.1} + TA_{5.2.1} + TA_{2.2}}{2} = \\
&= 13,135 - 8,805 - \frac{2 \cdot 0,16 + 0,09 + 0,05 + 0,05}{2} = 4,075 \text{ мм;}
\end{aligned}$$

Округляем $A_{2.2} = 4 \pm 0,025$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{5.2.1}$:

$$\begin{aligned}
Z_{5.2.1} &= A_{4.1} - A_{5.2.1} - A_{2.2} = 13,18_{-0,09} - 8,83_{-0,05} - 4_{-0,025}^{+0,025} = \\
&= 0,35_{-0,115}^{+0,075} \text{ мм.}
\end{aligned}$$

Расчет размера $A_{1.3}$:



$$Z_{4.3.2}^c = A_{4.3.2}^c + A_{2.1}^c + A_{1.2}^c - A_{4.3.1}^c - A_{4.1}^c - A_{1.3}^c;$$

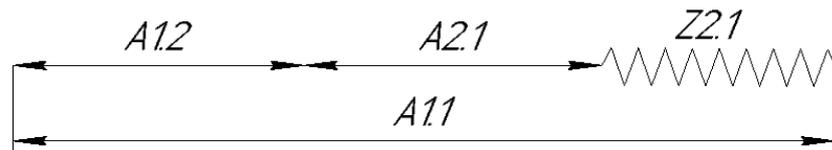
$$\begin{aligned}
A_{1.3}^c &= A_{4.3.2}^c + A_{2.1}^c + A_{1.2}^c - A_{4.3.1}^c - A_{4.1}^c - Z_{4.3.2}^c = \\
&= A_{4.3.2}^c + A_{2.1}^c + A_{1.2}^c - A_{4.3.1}^c - A_{4.1}^c \\
&\quad - \frac{2 \cdot Z_{\min 4.3.2} + TA_{4.3.2} + TA_{2.1} + TA_{1.2} + TA_{4.3.1} + TA_{4.1} + TA_{1.3}}{2} \\
&= 13,8 + 13,505 + 10,1 - 10,1 - 13,135 \\
&\quad - \frac{2 \cdot 0,14 + 0,06 + 0,19 + 0,12 + 0,06 + 0,09 + 0,12}{2} = 13,75 \text{ мм};
\end{aligned}$$

Округляем $A_{1.3} = 13,6 \pm 0,06$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{4.3.2}$:

$$\begin{aligned}
Z_{4.3.2}^c &= A_{4.3.2} + A_{2.1} + A_{1.2} - A_{4.3.1} - A_{4.1} - A_{1.3} = \\
&= 13,8_{-0,03}^{+0,03} + 13,6_{-0,19} + 10,1_{-0,06}^{+0,06} - 10,1_{-0,03}^{+0,03} - 13,18_{-0,09} \\
&\quad - 13,6_{-0,06}^{+0,06} = 0,62_{-0,37}^{+0,27} \text{ мм.}
\end{aligned}$$

Расчет размера $A_{1.1}$:



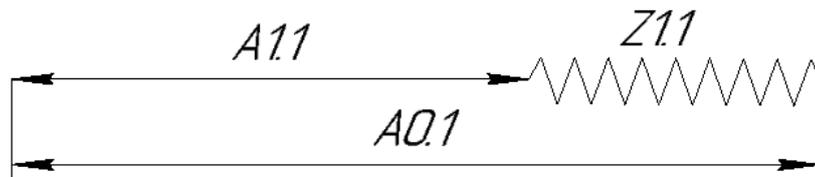
$$\begin{aligned}
Z_{2.1}^c &= A_{1.1}^c - A_{2.1}^c - A_{1.2}^c; \\
A_{1.1}^c &= A_{1.2}^c + A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = A_{1.2}^c + A_{2.1}^c + \frac{2 \cdot Z_{\min 2.1} + TA_{1.2} + TA_{2.1} + TA_{1.1}}{2} = \\
&= 10,1 + 13,505 + \frac{2 \cdot 0,65 + 0,12 + 0,19 + 0,47}{2} = 24,645 \text{ мм};
\end{aligned}$$

Округляем $A_{1.1} = 24,7_{-0,47}$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{2.1}$:

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} - A_{1.2} = 24,7_{-0,47} - 13,6_{-0,19} - 10,1 \pm 0,06 = 1_{-0,53}^{+0,25} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{0.1}$:



$$Z_{1.1}^c = A_{0.1}^c - A_{1.1}^c;$$

$$A_{0.1}^c = Z_{1.1}^c + A_{1.1}^c = \frac{2 \cdot Z_{\min 1.1} + TA_{1.1} + TA_{0.1}}{2} + A_{1.1}^c =$$

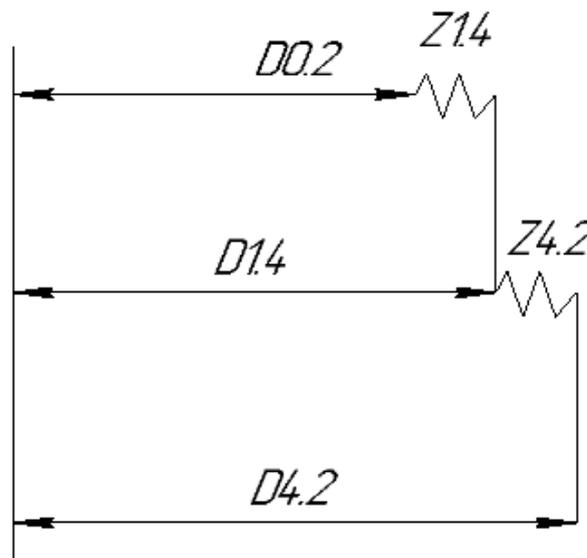
$$= \frac{2 \cdot 0,8 + 0,47 + 0,3}{2} + 24,935 = 26,12 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 26,12 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

В связи с тем, что заготовкой является листовый прокат, принимаем толщину листа проката $28_{-0,7}$ мм, и произведем перерасчет припуска $Z_{1.1}$:

$$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 28_{-0,7} - 24,7_{-0,47} = 3,3_{-0,7}^{+0,47} \text{ мм.}$$

Расчет размеров $D_{0.2}$ и $D_{1.4}$:



$$Z_{D4.2}^c = D_{4.2}^c - D_{1.4}^c;$$

$$D_{1.4}^c = D_{4.2}^c - Z_{D4.2}^c = D_{4.2}^c - \frac{2 \cdot Z_{\min D4.2} + TD_{4.2} + TD_{1.4}}{2} =$$

$$= 85,0435 - \frac{2 \cdot 0,41 + 0,087 + 0,12}{2} = 84,53 \text{ мм};$$

Округляем $D_{1.4} = 84,4^{+0,12}$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{D4.2}$:

$$Z_{D4.1} = D_{4.2} - D_{1.4} = 85^{+0,087} - 84,4^{+0,12} = 0,6_{-0,12}^{+0,087} \text{ мм};$$

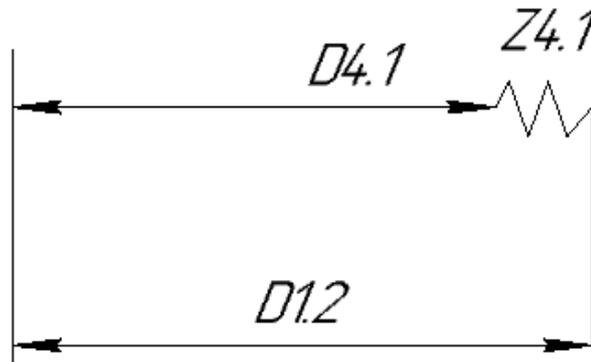
$$Z_{D1.4}^c = D_{1.4}^c - D_{0.2}^c;$$

Округляем $D_{0.1} = 280_{-3}$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{D2.3}$:

$$Z_{D2.3} = D_{0.1} - D_{2.3} = 280_{-3} - 271_{-0,1} = 9_{-3}^{+0,1} \text{ мм.}$$

Расчет размера $D_{1.2}$:



$$Z_{D4.1}^c = D_{1.2}^c - D_{4.1}^c;$$

$$\begin{aligned} D_{1.2}^c &= D_{4.1}^c + Z_{D4.1}^c = D_{4.1}^c + \frac{2 \cdot Z_{\min D4.1} + TD_{4.1} + TD_{1.2}}{2} = \\ &= 229 + \frac{2 \cdot 0,41 + 0,4 + 0,185}{2} = 229,7025 \text{ мм;} \end{aligned}$$

Округляем $D_{1.2} = 230_{-0,185}$ мм.

Произведем перерасчет припуска $Z_{D1.2}$:

$$Z_{D4.1} = D_{1.2} - D_{4.1} = 230_{-0,185} - 229,2_{-0,4} = 0,8_{-0,185}^{+0,4} \text{ мм.}$$

1.8 Расчет режимов резания и выбор режущего инструмента

Расчеты производились в системе CoroPlus ToolGuide от компании Sandvik Coromant в связи с тем, что планируется использовать инструмент данной компании. Более того, информация о нержавеющей стали отсутствует в справочниках для определения режимов резания.

Приблизительно принимаемая стойкость инструмента у Sandvik Coromant равняется 15 минутам для токарных резцов. Стойкость спиральных сверл 520 минут, и стойкость концевых фрез в диапазоне 20-60 минут [2].

Результаты расчетов приведены в таблицах 8-37.

где t – глубина резания, мм;

i – количество рабочих ходов, шт;
 S – подача, об/мин;
 V – скорость резания, м/мин;
 M_{\max} – максимальный крутящий момент, Нм;
 P – максимальная мощность резания, кВт;
 n – частота вращения шпинделя, об/мин;
 S_m – минутная подача, мм/мин;
 S_z – подача на зуб, мм;
 B – ширина фрезерования, мм.

Операция № 005

Переход 1. Отрезка заготовки.

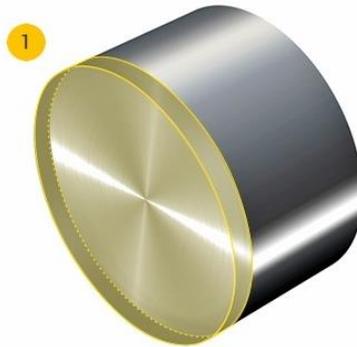
Переход 2. Получение отверстия.

Плазморез Seborga Plasma Sound PC 70/T.

Скорость резания $V = 0,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$; Сила тока: $I = 70\text{А}$. [3].

Операция № 010

Переход 1. Подрезка торца.



ПОЯСНЕНИЕ

1 Предварительная обработка

Рис. 5 – Подрезка торца

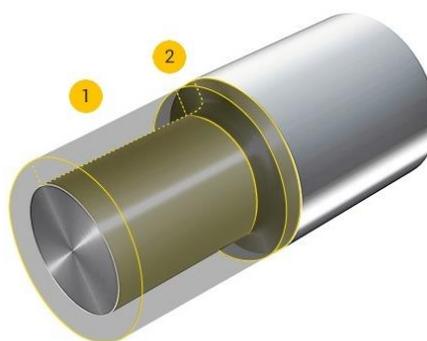
$Z_{1.1} = 3,3^{+0,47}_{-0,7}$ мм – припуск; $Z_{1.1}^c = 3,185$ мм.

Таблица 8 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
211	0,25	2	180	1,6	239	4,58

Инструмент: DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 08-ММ 2220.

Переход 2. Точить наружный диаметр с подрезкой торца.



ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Продольная предварительная обработка
- 2 Предварительная обработка торца

Рис. 6 – Точение наружного диаметра с подрезкой торца

$A_{1.2} = 10,1$ мм – напуск.

Продольная предварительная обработка: 1 этап.

Таблица 9 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
211	0,25	7	361	3,57	239	9,3

Предварительная обработка торца: 2 этап.

Таблица 10 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
211	0,25	1	198	1,84	239	4,97

Инструмент: DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 08-ММ 2220.

Переход 3. Расточка внутреннего контура.

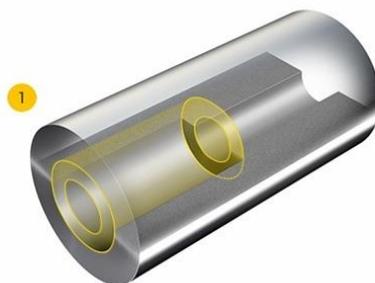
$A_{1.3} = 13,6$ мм – напуск.

Таблица 11 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
176	0,36	8	262	1,7	243	5,3

Инструмент: A32T-SCLCR 12; CCMT 12 04 12-MR 2220.

Переход 4. Расточка отверстия.



ПОЯСНЕНИЕ

1 Предварительная обработка

Рис. 7 – Расточка отверстия

$Z_{D1.4}^c = 6,96$ мм – припуск.

Таблица 12 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
176	0,373	2	71,2	1,74	700	5,03

Инструмент: A32T-SCLCR 12; CCMT 12 04 04-MF 2220.

Операция № 015

Переход 1. Подрезка торца.

$Z_{2.1}^c = 0,86$ мм – припуск.

Таблица 13 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
173	0,456	1	128	0,86	196	2,67

Инструмент: DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 08-MM 2220.

Переход 2. Точить наружный контур.

$A_{2.2} = 4$ мм – напуск.

Предварительная обработка.

Таблица 14 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M_{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
179	0,35	2	450	2	203	10

Инструмент: MTJNR 252M 22M1; TNMG 22 04 12-MR 2220.

Переход 3. Точить наружный диаметр.

$Z_{D2.3}^c = 7,55$ мм – припуск.

Предварительная обработка.

Таблица 15 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M_{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
154	0,466	2	579	1,89	175	11,1

Инструмент: DCBNR 2525M 16; CNMG 16 06 16-XMR 2220.

Операция № 025

Переход 1. Точить диаметр с подрезкой торца.

$Z_{D4.1}^c = 0,9$ мм; $Z_{4.1}^c = 0,35$ мм.

Чистовая обработка.

Таблица 16 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M_{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
232	0,222	1	43,1	0,45/0,35	272	1,46

Инструмент: DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 08-MF 2220.

Переход 2. Расточить отверстие. Чистовая обработка.

$Z_{D4.2}^c = 0,5$ мм.

Таблица 17 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
257	0,196	1	10	0,3	969	1,01

Инструмент: A20S-SDXCR 11-R; DCMT 11 T3 08-ММ 2220.

Переход 3. Точить контур. Чистовая обработка.

$$Z_{4.3.2}^c = 0,57 \text{ мм}; Z_{4.3.1}^c = 0,39 \text{ мм}.$$

Таблица 18 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
186	0,292	1	64,8	0,39/0,57	258	2

Инструмент: DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 16-ММ 2025.

Переход 4. Обработка фаски.

$$A_{4.4} = 4 \text{ мм} - \text{напуск}.$$

Таблица 19 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
176	0,3	2	87,4	2	602	5,51

Инструмент: A32T-SCLCR 12; CCMT 12 04 04-MR 2220.

Операция № 030

Переход 1. Точить диаметр.

$$Z_{D5.1}^c = 0,75 \text{ мм} - \text{припуск}.$$

Таблица 20 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
233	0,292	1	64,7	0,375	273	1,86

Инструмент: DSDNN 2020K 12; SNMG 12 04 16-ММ 2220.

Переход 2. Точить наружный контур.

$$Z_{5.2.1}^c = 0,33 \text{ мм} - \text{припуск. 1 этап}.$$

$Z_{5.2.2}^c = 0,26$ мм – припуск. 2 этап.

$A_{5.2.3} = 0,7$ мм – напуск. 3 этап.

Таблица 21 – Параметры режимов резания

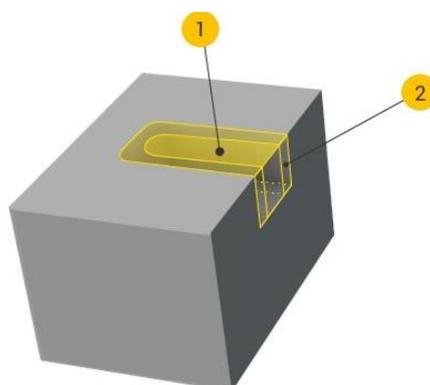
V, м/мин	S, об/мин	i, шт	M _{max} , Нм	t, мм	n, об/мин	P, кВт
201	0,313	1	30,4	0,33/0,26/0,7	var	0,96

Инструмент: DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 12-MF 2025.

Операция № 035

Переход 1. Фрезеровать пазы.

$A_{6.1.1} = 10$ мм – напуск.



ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Предварительная обработка
- 2 Чистовая обработка

Рис. 8 – Фрезерование пазов

Предварительная обработка.

Таблица 22 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	M _{max} , Нм	B, мм	t, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
244	0,07	4,02	4,8	3,8	9,7	1120	8000

Чистовая обработка.

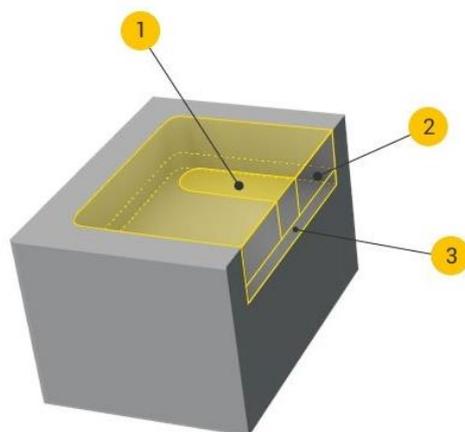
Таблица 23 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	M _{max} , Нм	B, мм	t, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
244	0,227	0,25	0,292	3,8	0,15	3630	8000

Инструмент: R390-0097A10-07L; 390R-070204E-MM S30T.

Переход 2. Фрезеровать карманы.

$A_{6.2.1} = 25$ мм – напуск.



ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Предварительная обработка, 1-е врезание
- 2 Предварительная обработка, последующие врезания
- 3 Чистовая обработка

Рис. 9 – Фрезерование карманов.

Предварительная обработка. 1-е врезание.

Таблица 24 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S_z , мм	P, кВт	M_{max} , Нм	t, мм	B, мм	S_m , мм/мин	n, об/мин
252	0,124	3,28	8,53	21,9	1,2	1360	3670

Предварительная обработка, последующие врезания.

Таблица 25 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S_z , мм	P, кВт	M_{max} , Нм	t, мм	B, мм	S_m , мм/мин	n, об/мин
289	0,289	0,491	1,12	1,11	1,2	3630	4190

Чистовая обработка.

Таблица 26 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S_z , мм	P, кВт	M_{max} , Нм	t, мм	B, мм	S_m , мм/мин	n, об/мин
290	0,353	0,272	0,617	0,44	1,2	4470	4210

Инструмент: RA390-019EH20-11M; R390-11 T3 16E-ML S30T.

Переход 3. Обработка фаски.

$A_{6.3} = 0,7$ мм – напуск.

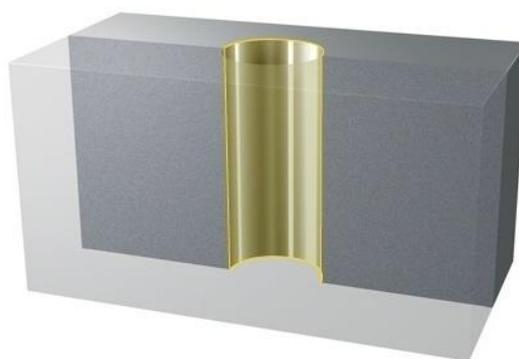
Таблица 27 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S_z , мм	P, кВт	t, мм	B, мм	S_m , мм/мин	n, об/мин
300	0,161	0,13	1	0,7	2383	7400

Инструмент: EH10-A10-SH-100; 316-10CM210-10060G 1030.

Переход 4. Сверление отверстий.

$D_{6.4.1} = 16$ мм.



ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

Рис. 10 – Сверление отверстий

Таблица 28 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	P, кВт	M, Нм	S_m , мм/мин	n, об/мин	P_o , Н
57,3	0,2	3,45	28,9	228	1140	2830

Инструмент: 860.1-1600-048A1-ММ 2214.

Переход 5. Сверление отверстий.

$D_{6.5.1} = 15$ мм.

Таблица 29 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	P, кВт	M, Нм	S_m , мм/мин	n, об/мин	P_o , Н
57,3	0,2	3,28	25,7	243	1220	2690

Инструмент: 860.1-1500-045A1-ММ 2214.

Переход 6. Сверление отверстия под резьбу.

$$D_{6.6.1} = 4,8 \text{ мм.}$$

Таблица 30 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	P, кВт	M, Нм	S _m , мм/мин	n, об/мин	P _o , Н
61,5	0,1	0,742	1,74	408	4080	567

Инструмент: 860.1-0480-014A1-ММ 2214.

Переход 7. Снятие фаски.

$$A_{6.7} = 0,5 \text{ мм – напуск.}$$

Таблица 31 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	t, мм	B, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
318	0,181	0,03	3	0,5	2534	7000

Инструмент: ЕН10-А10-SH-100; 316-10СМ210-10060G 1030.

Переход 8. Нарезание резьбы М6-6Н.



ПОЯСНЕНИЕ

1 Нарезание резьбы метчиком

Рис. 11 – Нарезание резьбы

Таблица 32 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, об/мин	P, кВт	M _{max} , Нм	S _m , мм/мин	n, об/мин
13,3	1	0,434	5,88	112	705

Инструмент: Метчик Е454М6.

Переход 9. Сверление отверстия.

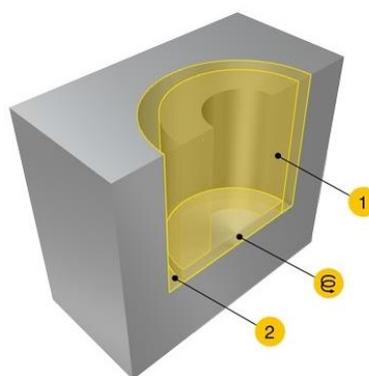
$$D_{6.9.1} = 9,1 \text{ мм.}$$

Таблица 33 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	P, кВт	M, Нм	S _m , мм/мин	n, об/мин	P _o , Н
54,9	0,14	1,65	7,57	291	2080	1300

Инструмент: 860.1-0910-027A1-ММ 2214.

Переход 10. Разфрезеровывание отверстия.



ПОЯСНЕНИЕ

- 1 Предварительная обработка
- € Фрезерование методом винтовой интерполяции
- 2 Чистовая обработка

Рис. 12 – Разфрезеровывание отверстия

$$D_{6.10.1} = 15,2 \text{ мм.}$$

Предварительная обработка.

Таблица 34 – Параметры режимов фрезерования

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	M _{max} , Нм	t, мм	B, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
104	0,029	0,554	1,27	2,89	4,64	-	4150

Фрезерование методом винтовой интерполяции.

Таблица 35 – Параметры режимов фрезерования

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	M _{max} , Нм	t, мм	B, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
93,1	0,025	0,035	0,09	7,44	0,16	231	3710

Чистовая обработка.

Таблица 36 – Параметры режимов фрезерования

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	M _{max} , Нм	t, мм	B, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
191	0,114	0,231	0,291	0,16	4,8	-	7590

Инструмент: R215.36-08050-AC19L 1620.

Переход 11. Фрезерование выкружек.

Таблица 37 – Параметры режимов фрезерования

V, м/мин	S _z , мм	P, кВт	t, мм	B, мм	S _m , мм/мин	n, об/мин
267	0,17	2,34	1	8	3454	5080

Инструмент: R216.34-12050-BC26P 1620.

Произведем небольшое сравнение данных по справочнику технолога машиностроителя с программой от Sandvik Coromant. Сравним результаты для определения режимов резания между ними. Примем коэффициенты, и показатели степени как у стали 12X18H9T, так как она имеет наиболее приближенный химический состав. К сожалению, по справочнику можно рассчитать режимы лишь для материала P6M5, в то время как сверла Sandvik делаются из твердого сплава.

В качестве примера возьмем операцию сверление (операция 035, переход 4), D = 16 мм. Параметры T и S брались одинаковыми. Результаты сравнения приведены в таблицах 38-39.

Таблица 38 – Sandik Coromant

V, м/мин	S, мм/об	T, мин	P, кВт	M, Нм	n, об/мин	P _o , Н
57,3	0,2	520	3,45	28,9	1140	2830

Таблица 39 – Справочник технолога

V, м/мин	S, мм/об	T, мин	P, кВт	M, Нм	n, об/мин	P _о , Н
13,63	0,2	520	1,08	39,1	271	7416

Вывод: как видно из таблиц, время обработки сверла из твердого сплава меньше в 4 раза по сравнению с быстрорезом. Данные, используемые в справочнике технолога машиностроителя, являются устаревшими и не соответствуют современному инструменту, так же они требуют постоянного обновления в связи с усовершенствованием оборудования, режущего инструмента и др.

1.9 Выбор средств технологического оснащения

Для первой операции выберем аппарат воздушно-плазменной резки Seborga Plasma Sound 70/T - промышленный трехфазный источник питания для плазменной резки металлов. Большим преимуществом резака является пневмоподжиг, а следовательно, отсутствие электромагнитных помех для электроники. Аппарат позволяет производить резку стали с предельной толщиной до 35 мм. Рабочий цикл 70А при 60% и 60А при 100%.

Таблица 40 – Технические характеристики Плазморез Seborga Plasma Sound PC 70/T [3]

Параметры	Единица измерения	Величина
Вес	кг	26
Габаритные размеры	мм	286x515x406
Диапазон регулировки тока	А	20 — 70
Максимальная толщина реза	мм	35
Класс защиты	-	IP23S
Расход воздуха	л/мин	230
Давление воздуха	Бар	5,5
Число фаз	-	3

Потребляемая мощность	кВА	12,6
Длина резака	м	6 и 15

Для последующих черновых и чистовых токарных операций, модель станка выбиралась таким образом, чтобы была возможность производить обработку заготовки над суппортом. Выбранный токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L500 полностью соответствует требуемым задачам.

Таблица 41 – Технические характеристики токарного станка Optimum L500 [4].

Параметры	Единица измерения	Величина
Размеры	мм	4190x2245x2050
Вес	кг	4900
Высота центров	мм	275
Гидравлический токарный патрон	мм	250
Диаметр обработки над выемкой станины	мм	790
Диаметр обработки над станиной, мм	мм	550
Диаметр обработки над суппортом	мм	310
Емкость бака СОЖ	л	208
Количество инструментов	шт	8
Количество оборотов шпинделя	об/мин	80-3500
Максимальный диаметр осевого инструмента	мм	32
Максимальный размер державки резца	мм	25x25
Масса заготовки	кг	2000
Межцентровое расстояние	мм	2000
Мощность насоса	Вт	750
Мощность шпинделя	кВт	12
Напряжение питания	В, Гц	380~50
Насос СОЖ	Вт	450

Общая мощность	кВт	20
Перемещение по оси X	мм	345
Перемещение по оси Z	мм	2150
Повторяемость	мм	0,005
Проходное отверстие токарного патрона	мм	69
Проходное отверстие шпинделя	мм	82
Размер рабочего поля	мм	345x2150
Скорость рабочей подачи	мм/мин	15 000
Смена инструментов - Гидравлический VDI 40	-	-
Точность позиционирования	мм	± 0,005
Ход пиноли задней бабки	мм	150
Ширина станины	мм	405

На последнюю операцию выбран вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Naas VF-3 с системой управления ЧПУ. В станок интегрирована система автоматической смены паллет, центр располагает станцией смены инструмента на 20 позиций с двойным захватом, подачей СОЖ вокруг шпинделя.

Таблица 42 – Технические характеристики обрабатывающего центра Naas VF-3 [5].

Параметры	Единица измерения	Величина
Ориентировочная масса станка	кг	3125
Макс. перемещение по оси X	мм	1016
Макс. перемещение по оси Y	мм	508
Макс. перемещение по оси Z	мм	635
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя	мм	737
Минимальное расстояние от стола до торца	мм	102

шпинделя		
Длина стола	мм	1219
Ширина стола	мм	457
Макс. нагрузка на стол	кг	1588
Ширина Т-образных пазов	мм	16
Расстояние между Т-образными пазами	мм	80
Максимальная частота вращения шпинделя	об/мин	8100
Макс. мощность шпинделя	кВт	22,4
Макс. крутящий момент	Нм	122
Макс. осевое усилие	кН	18,7
Макс. скорость холостых подач	м/мин	25,4
Макс. рабочие подачи по осям XYZ	м/мин	16,5
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента	шт	20
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях)	мм	89
Макс. масса инструмента	кг	5,4
Время смены инструмента (среднее)	сек	4,2
Точность позиционирования	мм	± 0,005
Повторяемость	мм	± 0,0025
Объем бака СОЖ	л	208

1.10 Нормирование технологического процесса

Нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени ($t_{п.з}$) являются составными частями нормы времени на выполнение станочной операции ($H_{вр}$), которое определяется по формуле [6]:

$$H_{вр} = T_{шт} + \frac{t_{п.з}}{q},$$

где $t_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

q – число деталей в партии.

Поскольку определен мелкосерийный тип производства, то норма штучного времени ($T_{шт}$) определяется суммой времени на установку и снятие детали и основного времени на обработку поверхностей с учетом числа рабочих ходов.

$$T_{шт} = (t_{ос} + t_{вс}) \cdot K \cdot K_{тш},$$

где $t_{ос}$ – основное время на обработку поверхности, мин;

$t_{вс}$ – норматив вспомогательного времени на установку и снятие детали, мин;

K – коэффициент на штучное время в зависимости от числа обслуживаемых станков;

$K_{тш}$ – коэффициент к норме штучного времени в зависимости от партии деталей в единичном производстве.

Расчет основного времени:

$$t_{ос} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m},$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

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

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

$l_{подв}$ – длина подвода инструмента, мм;

i – число рабочих ходов, шт;

S_m – минутная подача, мм/мин.

Расчет основного времени приведен в таблице 43.

Таблица 43 – Расчет основного времени

Номер перехода	S_m , мм/мин	l , мм	$l_{вр}$, мм	$l_{подв}/l_{пер}$, мм	i , шт	N , шт	$t_{ос,i}$, мин
0.1	180	880	4	5/5	1	1	4,9
0.2	180	478	4	5/5	1	1	2,73
1.1	59,75	102	0,15	1/1	2	1	3,49

1.2(1)	59,75	8,26	0,31	0/1	7	1	1,12
1.2(2)	59,75	25	0,16	0/1	1	1	0,44
1.3	87,48	114	0,15	1/1	8	1	10,62
1.4	261,1	11,4	0,15	1/1	2	1	0,1
2.1	89,37	97,8	0,06	1/1	1	1	1,11
2.2	71,05	34,5	0,17	1/1	2	1	1
2.3	81,55	13,6	0,33	1/1	2	1	0,39
4.1	60,39	31,1	0,04	1/1	1	1	0,55
4.2	189,92	13,6	0,05	1/1	1	1	0,08
4.3	75,34	72,05	0,04	1/1	1	1	0,98
4.4	180,6	4	0,18	1/1	2	1	0,07
5.1	79,71	9,13	0,03	1/1	1	1	0,14
5.2(1)	73,87	13	0,03	1/0	1	1	0,19
5.2(2)	81,69	16	-	-	1	1	0,19
5.2(3)	94,21	63,6	-	0/1	1	1	0,69
6.1(1)	1120	18,82	0,4	1/3	2	10	0,41
6.1(2)	3630	44,32	0,4	1/3	2	10	0,27
6.2(1)	1360	19	0,02	1/4	1	10	0,18
6.2(2)	3630	25,4	0,02	1/4	2	10	0,17
6.2(3)	4470	32,5	0,02	1/4	2	10	0,17
6.3	2383	23,4	0,01	1/1	1	10	0,11
6.4	228	8,5	2,91	5/5	1	5	0,47
6.5	243	8,5	2,73	5/5	1	8	0,52
6.6	408	8,5	0,87	3/3	1	2	0,08
6.7	2534	6,91	0,01	1/1	1	2	0,01
6.8	135	8	0,7	1/1	1	2	0,15
6.9	291	8,5	1,66	3/3	1	1	0,06
6.10	231	-	-	-	-	-	0,34*
6.11	3454	51	2	1/1	11	10	1,75

*В соответствии с режимами на сайте компании Sandvik Coromant.

$$t_{oc} = \sum t_{oc.i} = 33,14 \text{ мин,}$$

Расчет вспомогательного времени:

$$t_{всп} = (t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и.})K$$

где $t_{уст}$ – установка и снятие детали, мин; [6, стр.25]

$t_{упр}$ – управление станком, мин;

$t_{пер}$ – перемещение частей станка, мин;

$t_{изм}$ – измерение детали, мин [6, стр. 36];

$t_{с.и.}$ – смена инструмента, мин ($t_{с.и.} = 0$ для станков с ЧПУ);

$K_{п}$ – поправочный коэффициент на установку деталей, имеющих необработанную поверхность $K = 1,15$.

Расчет основного времени приведен в таблице 44.

Таблица 44 – Расчет вспомогательного времени

Наименование операции	$t_{уст}$, мин	$t_{упр}$, мин	$t_{пер}$, мин	$t_{изм}$, мин	$K_{п}$	$t_{вс.i}$, мин
Плазменная операция	3	-	-	0,1	1,15	3,56
Токарная операция	1,25	0,5	0,2	2,5	1,15	5,12
Токарная операция	2,5	0,5	0,3	2	-	5,3
Токарная операция	2,5	0,5	0,5	10	-	13,5
Токарная операция	2,5	0,5	0,5	8	-	11,5
Фрезерная операция	4	0,5	0,5	25	-	30

$$t_{вс} = \sum t_{вс.i} = 68,98 \text{ мин,}$$

$K = 1$ [6, стр.22];

$K_{шт}$ не учитывается [6, стр.22];

Таким образом $T_{шт} = 1 \cdot (33,14 + 68,98) = 102,12$ мин;

$t_{п.з} = 8$ часов (вычислено эмпирическим путем, в связи с большим числом перенастроек и использованием специальной технологической оснастки).

Определим норму времени:

$$N_{вр} = 102,12 + \frac{480}{160} = 105,12 \text{ мин.}$$

Выявлено, что для выполнения заданной детали количество необходимого рабочего времени составляет 105,12 мин.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе выполнена разработка конструкторской документации для обработки детали на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Naas VF-3. На данной операции производится фрезерование карманов, пазов и выкружек, сверление многочисленных отверстий, нарезание резьбы и разфрезеровывание.

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Переходник тормозного диска» в вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Naas VF-3.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Переходник тормозного диска».
Цель и назначение разработки	Приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров, заданных отклонений формы, удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические требования	Установочные и присоединительные размеры должны обеспечить установку приспособления на столе станка Naas VF-3 и обеспечить требования по конструкторской документации, при этом должен быть доступ инструмента ко всем поверхностям, которые необходимо обработать. Входные данные о заготовке, поступающей на операцию: Диаметр заготовки: $270_{-0,4}$ мм; Высота заготовки: $23,1_{-0,2}$ мм;

Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.
-------------------------------------	---

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновки приспособления

Целью данного раздела, при наличии исходных данных и технических решений, является создание конструкции приспособления, которая будет экономичной в изготовлении, работоспособной и при этом отвечать всем требованиям.

До начала создания принципиальной схемы и компонования непосредственно приспособления, следует определить, как будет происходить фиксация приспособления во время обработки на станке относительно различных поверхностей.

Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима изображена на рис. 13.

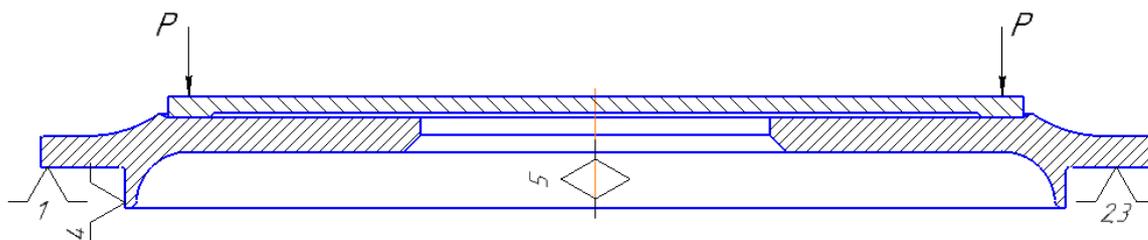


Рис. 13 – Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении

2.3 Устройство и принцип работы приспособления

Приспособление состоит из:

1. Плита;
2. Прижимной винт;
3. Кольцо;
4. Шайба;

5. Гайка;
6. Винт М6;
7. Винт М10;
8. Шпонка.

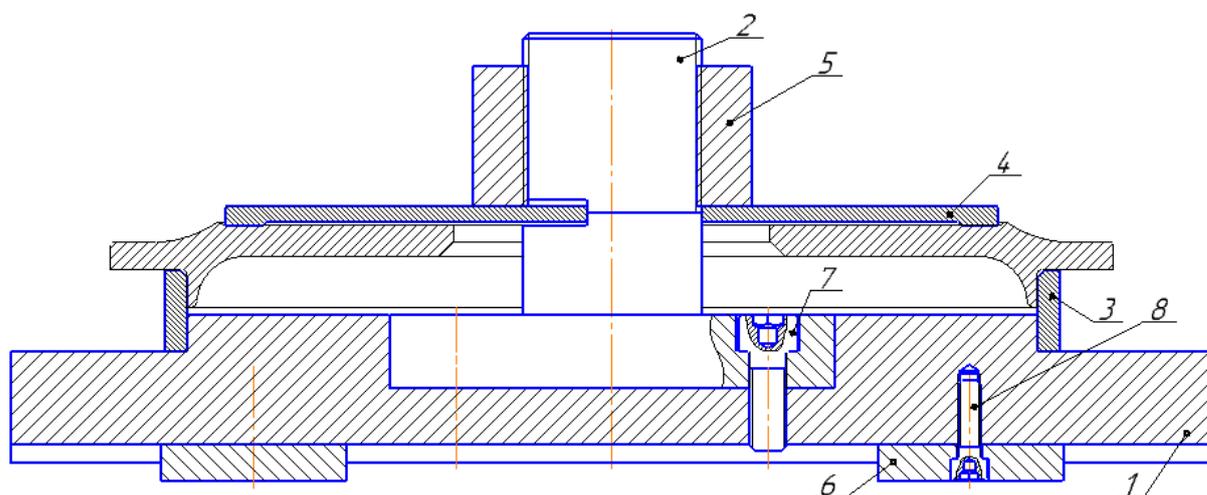


Рис. 14 – Устройство приспособления

Принцип работы: плита 1, устанавливается в пазы станка при помощи шпонок 6, которые крепятся винтами 8. Плита 1 прижимается станочными болтами к столу станка. К плите 1 крепится прижимной винт 2 при помощи винтов 7. Далее на плиту 1 устанавливается кольцо 3. На кольцо 3 устанавливается заготовка, далее сверху вставляется шайба 4, ориентированная по лыскам, сверху шайбу 4 и заготовку к кольцу 3 прижимает гайка 5.

2.4 Расчет усилия закрепления

Исходя из расчетов режима резания, для операции №035, максимальный момент возникает на 4 переходе, где крутящий момент $M = 28,9$ Нм.

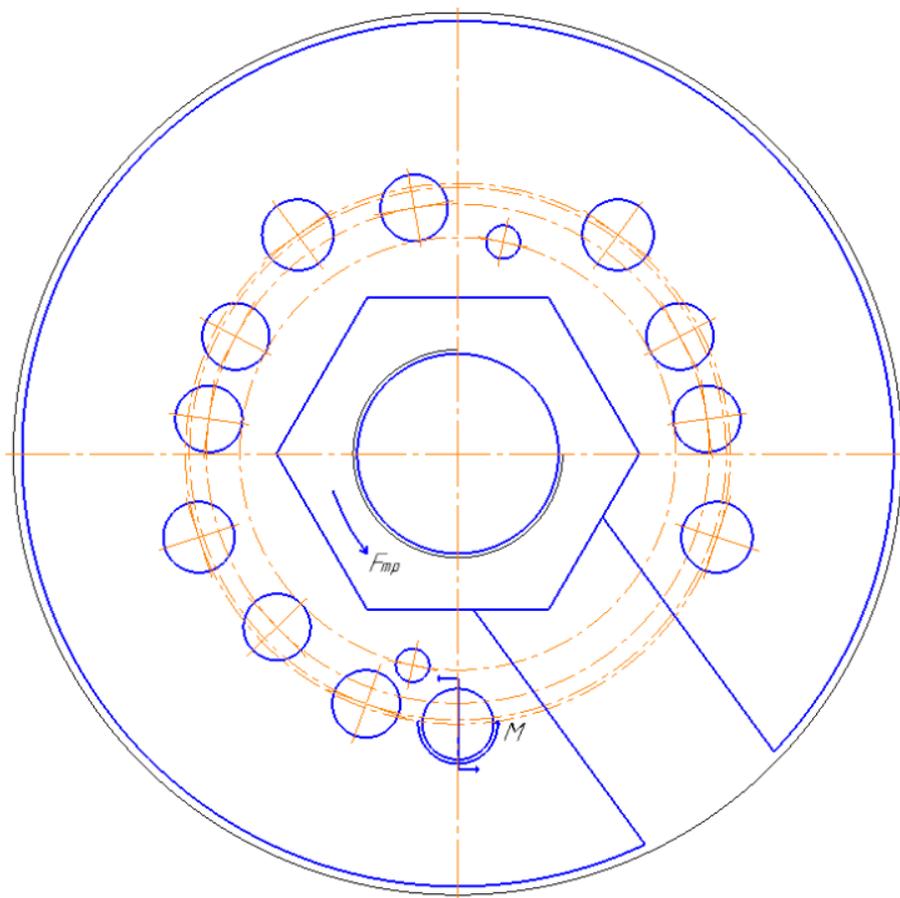


Рис. 15 – Схема действия сил

$$M_{\text{тр}} > K \cdot M = 57,8 \text{ Нм},$$

где K – коэффициент запаса, принимаем $K=2$;

$M_{\text{тр}}$ – моменты силы трения.

Определение силы зажима [7]:

$$P_{\text{ос}} = \frac{LP_3}{r_{\text{ср}} \text{tg}(\psi + \varphi_{\text{пр}})},$$

где P_3 – усилие рабочего, приложенное к рукоятке ключа при затягивании, Н;

L – длина рукоятки (ключа), мм;

$r_{\text{ср}}$ – средний радиус резьбы, мм;

ψ – угол подъема резьбы, град;

$\varphi_{\text{пр}}$ – приведенный угол трения;

$L = 670$ мм, длина ключа согласно ГОСТ 2839-80;

$\psi = 2^\circ 2'$ – при шаге резьбы равным 5 мм;

$$f_{\text{пр}} = 1,15f = 0,13 [7, \text{стр.70}].$$

где f – коэффициент трения равный 0,113 [8].

$$\varphi_{\text{пр}} = \text{arctg}(0,13) = 7,4^\circ;$$

$$P_{\text{ос}} = \frac{670 \cdot 100}{22,376 \cdot \text{tg}(2,03^\circ + 7,4^\circ)} = 18028 \text{ Н};$$

$$M_{\text{тр}} = P_{\text{ос}} \cdot f \cdot \frac{d}{2} \cdot 10^{-3} = 201,68 \text{ Нм}.$$

Как видно из расчетов, необходимый момент силы трения обеспечивается, что подразумевает под собой надежное закрепление заготовки в устройстве.

2.5 Погрешность приспособления

Расчет производился графическим методом в системе КОМПАС 3D.

Если прижимной винт 2 будет не перпендикулярен, то гайка 5 будет располагаться со смещением, поэтому произойдет неравномерное прижатие шайбы 4 с отклонением на величину 0,02 мм, что никак не повлияет на расположение отверстий, потому что они сделаны с запасом в 1 мм для каждого отверстия.

Вместе с этим кольцо 3 будет не параллельно плите 1 и смещение всей системы будет увеличено еще на 0,005 мм. Следовательно, отклонение будет составлять 0,025 мм.

В результате отклонения расположения кольца 3 относительно баз Д и Е, произойдет смещение заготовки, что в конечном итоге, приведет к смещению расположения отверстий на 0,028 мм. Тогда отклонение расположения пазов и других элементов может достигать 0,72' и итоговый размер является годным.

Максимально возможный эксцентриситет между шайбой и прижимным винтом 0,055 мм. Таким образом, суммарное отклонение для отверстий будет составлять 0,08 мм. Допуск на отверстия 0,2 мм и итоговый размер всегда будет годным.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5А	Шапошнику Р.Д.

Школа	ИНШПТ	Отделение	Материаловедение
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	Производится расчет стоимости материальных ресурсов, затрат на специальное оборудование, оплату труда, отчисления во внебюджетные фонды, рассчитываются накладные расходы. Материально-технические ресурсы: компьютер (29 300 р); оборудование (14 038 982 р).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 12% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции	Разработать оценочную карту для сравнения конкурентных технических решений

ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составить план реализации проекта, построить график Ганта, сформировать бюджет
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определить эффективность разработки
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ 	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Шапошник Р.Д.		

Введение

В современном мире, в условиях постоянно растущей конкуренции одним из центральных факторов усиления конкурентоспособности является применение инновационных разработок.

Согласно статистическим данным, лишь 6-8 % научных исследований достигают стадии внедрения. В связи с этим, еще на стадии научных исследований, необходимо оценивать их коммерческий потенциал, и в случае утери ими коммерческой ценности прекратить исследования или перепрофилировать их во что-то более привлекательное с данной точки зрения.

Обязательность оценки коммерческого потенциала исследований диктуется тем, что от стадии исследований до момента внедрения в производство происходит резкое увеличение затрат до 10 раз. Своевременная и профессиональная оценка коммерческой перспективности исследования позволит значительно сократить как интеллектуальные, финансовые так и прочие трудновосполняемые ресурсы.

Целью данного раздела является определение коммерческого потенциала научной работы.

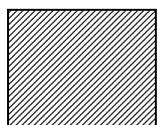
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители

Для осуществления анализа потребителей данной услуги было произведено рассмотрение целевого рынка и его сегментирование.

С учетом специфики основными критериями были выбраны: отрасль «машиностроение», продукция – переходник тормозного диска, тип производства – мелкосерийное.

		Услуги по разработке технологического процесса
Тип серийного производства	Мелкосерийное	



Фирма А

Рис. 16 - Карта сегментирования рынка услуг

Установлено, что предложения на рынке услуг по разработке данного технологического процесса основаны на совершенствовании процесса изготовления при мелкосерийном производстве. Конкуренция на рынке по разработке данной детали не является большой, в связи со спецификой самой детали и областью ее применения. Преимуществами разработанного технологического процесса являются: большая производительность и низкая трудоемкость.

Выход разработки на крупносерийное и массовое производство маловероятен, в связи со стоимостью детали и достаточно низким спросом на неё.

3.1.2 Оценка конкурентоспособности проекта по технологии QuaD

Технология QuaD (QualityAdvisor) позволяет осуществлять количественную оценку качественных характеристик. Эти характеристики позволяют принимать решение о том, насколько экономически выгодно вложение средств в проект.

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- Производственная мощность;
- Энергоэффективность;
- Качество выпускаемой продукции;
- Потребность в дополнительной оснастке;
- Скорость производства;
- Сложность исполнения;

- Трудоемкость;
- Ресурсоемкость;
- Безопасность;
- Экологичность;
- Технологичность.

2) Показатели оценки качества разработки:

- Конкурентоспособность продукта;
- Ликвидность;
- Перспективность рынка;
- Цена;
- Послепродажное обслуживание;
- Срок выхода на рынок;

Перспективность разработки согласно технологии QuaD оценивается, учитывая экономические и технические особенности проекта.

Согласно технологии QuaD оценивание показателей происходит по 100-бальной шкале. Максимально слабая позиция занимает показатель равный 1, максимально сильная - 100. При суммировании все показатели должны равняться 1.

Таблица 45 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производственная мощность	0,05	80	100	0,8	0,04
2. Энергоэффективность	0,06	70	100	0,7	0,042
3. Качество	0,05	90	100	0,9	0,045

выпускаемой продукции					
4. Потребность в дополнительной оснастке	0,07	70	100	0,7	0,049
5. Скорость производства	0,07	60	100	0,6	0,042
6. Сложность исполнения	0,04	50	100	0,5	0,02
7. Трудоемкость	0,05	30	100	0,3	0,015
8. Ресурсоемкость	0,1	60	100	0,6	0,06
9. Безопасность	0,05	95	100	0,95	0,0475
10. Экологичность	0,05	80	100	0,8	0,04
11. Технологичность	0,1	85	100	0,85	0,085
Экономические критерии оценки эффективности					
12. Конкурентоспособность продукта	0,07	85	100	0,85	0,0595
13. Ликвидность	0,06	70	100	0,7	0,042
14. Перспективность рынка	0,04	40	100	0,4	0,016
15. Цена	0,09	70	100	0,7	0,063
16. Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,1	0,001
17. Срок выхода на рынок	0,04	30	100	0,3	0,012
Итого	1				0,679

Средневзвешенное значение 0,679 отражает, что перспективность технологического процесса достаточно высока.

3.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ - это один из основных видов анализа в менеджменте. Его применение позволяет комплексно исследовать технический проект, определить сильные и слабые его стороны, потенциальные угрозы и благоприятные возможности. Проводится анализ в несколько этапов. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 46.

Таблица 46 – матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Высокая технологичность проекта.</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства в сравнении с другими процессами.</p> <p>С3. Высокая производительность труда.</p> <p>С4. Минимальное влияние человеческого фактора.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Узкоспециальное назначение разработки.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Проект направлен на применение высокотехнологичного оборудования.</p> <p>Сл4. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p> <p>Сл5. Необходимость создания/покупки новой технологической оснастки.</p>
Возможности:		

<p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2. Дотации государства.</p> <p>В3. Возникновение дополнительного спроса на продукт.</p> <p>В4. Дорогостоящие конкурентные разработки.</p> <p>В5. Сокращение сроков исполнения заказов.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Недостаточно стабильная экономическая ситуация в стране.</p> <p>У2. Пониженный спрос на новые технологии производства.</p> <p>У3. Возможное ограничение на экспорт технологии.</p> <p>У4. Большая конкуренция технологий производства.</p> <p>У5. Наличие барьеров</p>		

для входа на рынок.		
---------------------	--	--

Второй этап. Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	0	-	-
	В2	+	+	-	-	+
	В3	+	+	+	0	+
	В4	+	+	-	0	+
	В5	+	-	+	+	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	0	+	-	-
	В2	+	+	+	0	+
	В3	+	+	+	0	-
	В4	0	+	+	0	+
	В5	0	+	+	+	+
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	0
	У2	+	+	+	-	-
	У3	+	+	+	0	+
	У4	+	+	+	0	+
	У5	+	-	0	-	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+

	У3	+	+	-	-	-
	У4	-	+	+	+	-
	У5	+	-	+	-	+

Третий этап. Итоговая матрица SWOT-анализа.

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Высокая технологичность проекта.</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.</p> <p>С3. Высокая производительность труда.</p> <p>С4. Минимальное влияние человеческого фактора.</p> <p>С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Узкоспециальное назначение разработки.</p> <p>Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Проект направлен на применение высокотехнологичного оборудования.</p> <p>Сл4. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p> <p>Сл5. Необходимость создания/покупки новой технологической оснастки.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры</p>	<p>В1С1С2</p> <p>В2С1С2С5</p> <p>В3С1С2С3С5</p> <p>В4С1С2С5</p>	<p>В1Сл1Сл3</p> <p>В2Сл1Сл2Сл3Сл5</p> <p>В4Сл1Сл2Сл3</p> <p>В4Сл2Сл3Сл5</p>

<p>ТПУ.</p> <p>В2. Дотация государства.</p> <p>В3. Возникновение дополнительного спроса на продукт.</p> <p>В4. Дорогостоящие конкурентные разработки.</p> <p>В5. Сокращение сроков выполнения заказов.</p>	<p>B5C1C3C4C5</p>	<p>B5Сл 2Сл3Сл4Сл5</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Недостаточно стабильная экономическая ситуация в стране.</p> <p>У2. Пониженный спрос на новые технологии производства.</p> <p>У3. Возможное ограничение на экспорт технологии.</p> <p>У4. Большая конкуренция технологий производства.</p> <p>У5. Наличие</p>	<p>У1С2</p> <p>У2С1С2С3</p> <p>У3С1С2С3С5</p> <p>У4С1С2С3С5</p> <p>У5С1С5</p>	<p>У1Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5</p> <p>У2Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5</p> <p>У3Сл1Сл2</p> <p>У4Сл2Сл3Сл4</p> <p>У5Сл1Сл3Сл5</p>

барьеров для входа на рынок.		
------------------------------	--	--

Проведя анализ представленных интерактивных матриц, получаем итоговую матрицу, в которой отражены самые важные аспекты, через которые мы можем увидеть как сильные, так и слабые стороны проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Определение этапов работ.

Таблица 47 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Разработка и согласование технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследования	2	Выбор направления исследования	Руководитель темы, инженер
	3	Ознакомление с нормативно-технической базой	Инженер
Разработка технологического процесса	4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	5	Определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Инженер
	7	Разработка маршрутной технологии	Инженер
	8	Размерный анализ	Инженер

	9	Назначение допусков	Инженер
	10	Расчет припусков	Инженер
	11	Выбор режимов резания	Инженер
	12	Выбор средств технологического оснащения	Инженер
	13	Нормирование времени	Инженер
Разработка конструкции приспособления	14	Разработка принципиальной схемы	Руководитель
	15	Определение погрешности установки	Инженер
	16	Расчёт сил резания и потребных сил закрепления	Инженер
	17	Определение основных параметров и силовых характеристик в механизмах зажима	Инженер
Обобщение и оценка результатов	18	Оценка полученных результатов	Руководитель темы, инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Оценка трудоемкости выполнения работ не может быть спрогнозирована со 100% вероятностью, так как существует достаточно большое количество факторов, спрогнозировать которые можно с малой степенью вероятности.

Ожидаемое значение трудоемкости $t_{ожі}$ рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Ожидаемые значения трудоемкости выполнения i -ой работы приведены в таблице 48.

Таблица 48 – Трудоемкость работ

№ работы	$t_{min i}$, чел.-дн.	$t_{max i}$, чел.-дн.	$t_{ожі}$, чел.-дн.
1	2,5	7	4,5
2	2	3	2,4
3	2	4,5	3
4	1	3,5	2
5	1	1,5	1,2
6	1	1,5	1,2
7	2	7	4
8	3	4	3,5
9	1	3,5	2
10	1	3,5	2
11	2	4,5	3
12	1	1,5	1,2
13	2	4,5	3
14	1	3,5	2
15	2	4,5	3
16	2	4,5	3
17	2	4,5	3
18	2	7	4

Продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , которая учитывает то, что некоторые работы выполняются сразу несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожиi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность i -ой работы в рабочих днях;

$t_{ожиi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Ожидаемые продолжительности выполнения i -ой работы приведены в таблице 49.

Таблица 49 – Продолжительность работ

№ работы	$t_{ожиi}$, чел.-дн.	$Ч_i$, чел.	T_{pi} , раб.дн.
1	4,5	1	4,5
2	2,4	2	1,2
3	3	1	3
4	2	1	2
5	1,2	1	1,2
6	1,2	1	1,2
7	4	1	4
8	3,5	1	3,5
9	2	1	2
10	2	1	2
11	3	1	3
12	1,2	1	1,2
13	3	1	3
14	2	1	2
15	3	1	3
16	3	1	3

17	3	1	3
18	4	2	2

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для создания диаграммы Ганта определяется длительность каждого из этапов работ, которая из рабочих дней переведена в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_k,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;
 T_{pi} – продолжительность i -ой работы в рабочих днях;
 k_k – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_k = \frac{T_{кд}}{T_{кд} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где $T_{кд}$ – количество календарных дней в году;
 $T_{вых}$ – количество выходных дней в году;
 $T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2019 году:

$$k_k = \frac{365}{365 - 103 - 15} = 1,48,$$

Продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях приведена в таблице 50.

Таблица 50 – Продолжительность работы в календарных днях

№ работы	k_k , коэффициент календарности	T_{pi} , рабочих дней	T_{ki} , календарных дней
1	1,48	4,5	7
2	1,48	1,2	2
3	1,48	3	4
4	1,48	2	3
5	1,48	1,2	2
6	1,48	1,2	2

7	1,48	4	6
8	1,48	3,5	5
9	1,48	2	3
10	1,48	2	3
11	1,48	3	4
12	1,48	1,2	2
13	1,48	3	4
14	1,48	2	3
15	1,48	3	4
16	1,48	3	4
17	1,48	3	4
18	1,48	2	3

Все рассчитанные значения представлены в таблице 51.

Таблица 51 – Временные показатели проведения исследования

Наименование работы	Трудоемкость работ, чел.-дн.			Должность исполнителя	Продолжи- тельность работ в рабочих днях, T_{pi}	Продолжи- тельность работ в календар- ных днях, T_{ki}
	t_{min}	t_{max}	$t_{ожі}$			
Разработка и согласование технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	4,5	7
Выбор направления исследования	1	2	1,4	Руководитель темы, инженер	1,2	2
Ознакомление	1	3	1,8	Инженер	3	4

с нормативно-технической базой						
Анализ конструкции и технологичности	0,5	1	0,7	Инженер	2	3
Определение типа производства	0,5	1	0,7	Инженер	1,2	2
Выбор заготовки	0,5	1	0,7	Инженер	1,2	2
Разработка маршрутной технологии	2	3	2,4	Инженер	4	6
Размерный анализ	1	2	1,4	Инженер	3,5	5
Назначение допусков	0,5	1	0,7	Инженер	2	3
Расчет припусков	0,5	1	0,7	Инженер	2	3
Выбор режимов резания	1	2	1,4	Инженер	3	4
Выбор средств технологического оснащения	0,5	1	0,7	Инженер	1,2	2
Нормирование	0,5	1	0,7	Инженер	3	4

времени						
Разработка принципиальной схемы	1	2	1,4	Руководитель темы	3	4
Определение погрешности установки	1	2	1,4	Инженер	2	3
Расчёт сил резания и потребных сил закрепления	1	2	1,4	Инженер	3	4
Определение основных параметров и силовых характеристик в механизмах зажима	2	3	2,4	Инженер	3	4
Оценка полученных результатов	1	2	1,4	Руководитель темы, инженер	2	3

На основе таблиц 45-51 построен календарный план-график, представленный в таблице 52.

Таблица 52 – Календарный план-график

№	Наименование работ	Исполнители	T _{кi} кал. дни	Длительность выполнения работ						
				фев		март			апрель	
				2	3	1	2	3	1	2
1	Разработка и	Руководитель	7							

	согласование технического задания	темы								
2	Выбор направления исследования	Руководитель темы, инженер	2							
3	Ознакомление с нормативно- технической базой	Инженер	4							
4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер	3							
5	Определение типа производства	Инженер	2							
6	Выбор заготовки	Инженер	2							
7	Разработка маршрутной технологии	Инженер	6							
8	Размерный анализ	Инженер	5							
9	Назначение допусков	Инженер	3							
10	Расчет припусков	Инженер	3							
11	Выбор режимов резания	Инженер	4							
12	Выбор средств	Инженер	2							

	технологичес- кого оснащения									
13	Нормирование времени	Инженер	4							
14	Разработка принципиальной схемы	Руководитель	3							
15	Определение погрешности установки	Инженер	4							
16	Расчёт сил резания и потребных сил закрепления	Инженер	4							
17	Определение основных параметров и силовых характеристик в механизмах зажима	Инженер	4							
18	Оценка полученных результатов	Руководитель темы, инженер	3							

3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Для планирования бюджета к учету берутся следующие виды расходов:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;

- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- материальные затраты НТИ;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении исследования;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 53 представлены материальные затраты, необходимые для разработки технологии и изготовления детали.

Таблица 53 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы, (Z_M), руб.
Бумага офисная	шт.	1500	1	1 500,00
Лист 12X18H10T	шт.	2	630 000,00	1 260 000,00
СОЖ (200кг) «Синапол-СБЕ»	шт.	1	55 000,00	55 000,00
СМП CNMG 12 04 08-ММ 2220	шт.	10	550,00	5 500,00

CMII CCMT 12 04 12-MR 2220	шт.	10	458,00	4 580,00
CMII CCMT 12 04 04-MF 2220.	шт.	10	428,00	4 280,00
CMII TNMG 22 04 12-MR 2220	шт.	10	821,00	8 210,00
CMII CNMG 16 06 16-XMR 2220	шт.	10	1 340,00	13 400,00
CMII CNMG 12 04 08-MF 2220	шт.	10	1 940,00	19 400,00
CMII DCMT 11 T3 08-MM 2220	шт.	10	1 600,00	16 000,00
CMII CNMG 12 04 16-MM 2025	шт.	10	950,00	9 500,00
CMII CCMT 12 04 04-MR 2220	шт.	10	721,00	7 210,00
CMII SNMG 12 04 16-MM 2220	шт.	10	772,00	7 720,00
CMII CNMG 12 04 12-MF 2025	шт.	10	1 220,00	12 200,00
CMII 390R- 070204E-MM S30T	шт.	10	560,00	5 600,00
CMII R390-11 T3 16E-ML S30T	шт.	10	1 387,00	13 870,00
Сверло 860.1- 1600-048A1-MM 2214	шт.	1	14 600,00	14 600,00
Сверло 860.1- 1500-045A1-MM	шт.	1	13 400,00	13 400,00

2214				
Сверло 860.1-0480-014A1-ММ	шт.	1	12 500,00	12 500,00
2214				
Метчик E454M6	шт.	1	22 600,00	22 600,00
Сверло 860.1-0910-027A1-ММ	шт.	1	8 600,00	8 600,00
2214				
Фреза R215.36-08050-AC19L 1620	шт.	1	11 500,00	11 500,00
Фреза R216.34-12050-BC26P 1620	шт.	1	12 900,00	12 900,00
Фреза 316-10CM210-10060G 1030	шт.	1	3 800,00	3 800,00
Сумма				1 543 870,00

3.2.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование

Таблица 54 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Плазморез Seborga Plasma Sound PC 70/T	1	199 900,00	199 900,00
2	Токарный станок с ЧПУ Optimum L500	1	8 336 228,00	8 336 228,00

3	Кулачки специальные	1	15 000,00	15 000,00
4	Шестикулачковый патрон Izonet WT040-WK20	1	65 000,00	65 000,00
5	Приспособление специальное	1	35 000,0	35 000,0
6	Вертикально- фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-3	1	5 397 854,00	5 397 854,00
7	Державка DCLNR 2020K 12	1	6 627,00	6 627,00
9	Оправка расточная A32T-SCLCR 12	1	15 528,00	15 528,00
12	Державка MTJNR 252M 22M1	1	1 927,00	1 927,00
14	Державка DCBNR 2525M 16	1	3 300,00	3 300,00
17	Оправка расточная A20S-SDXCR 11-R	1	2 685,00	2 685,00
23	Державка DSSNR 2020K 12	1	2 091,00	2 091,00
24	Фреза R390-0097A10-07L	1	8 000,00	8 000,00
26	Фреза RA390-019EH20- 11M	1	8 410,00	8 410,00
28	Переходник	1	39 500,00	39 500,00

	ЕН10-А10-SH-100			
37	Компьютер ASUS T101HA-GR029T	1	29 300,00	29 300,00
Итого:				14 022 050,00

Амортизация станков составляет 10 лет. Научная работа ведется 3 месяца. Отчисления на амортизацию оборудования производятся согласно следующей формулы:

$$A = \frac{PN}{100},$$

где А – амортизация основного средства;

Р – стоимость основного средства при принятии на учет;

Следовательно:

$$\frac{13992750 \cdot 3}{10 \cdot 12} = 349819 \text{ руб.}$$

Амортизация компьютера составляет 3 года, следовательно:

$$\frac{29300 \cdot 3}{3 \cdot 12} = 2442 \text{ руб.}$$

Амортизация режущего инструмента не производится.

3.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет заработной платы:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12% от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$):

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 55).

Таблица 55 –Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	103	103
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- не выходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	

Месячный должностной оклад работника:

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

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;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 56.

Таблица 56 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руково-	26 300,00	0,3	0,2	1,3	51 285,00	2 680,00	10	26 800,00

дитель								
Студент	17 000,00	0,3	0,2	1,3	33 150,00	1 732,00	39	67 548,00
Итого $Z_{осн}$								94 348,00

3.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата это стимулирующие, компенсационные или разовые выплаты. Часть начислений регламентируется внутренними локальными актами предприятия, часть законодательством РФ.

Расчет дополнительной заработной платы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (принят равным 0,12).

Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 57.

Таблица 57 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{осн}$, руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$, руб.
Руководитель	26 800,00	0,12	3 216,00
Студент	67 548,00	0,12	8 105,00
Итого $Z_{доп}$			11 321,00

3.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

На доход сотрудников происходит начисление страховых взносов.

В соответствии с требованиями, изложенными в ст. 425 «Налогового кодекса Российской Федерации (часть вторая)» от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 15.04.2019), тарифы страховых взносов суммарно составляют 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 58.

Таблица 58 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	26 800,00	3 216,00
Студент	67 548,00	8 105,00
$k_{\text{внеб}}$	0,3	
Итого	31 700,00	

3.2.4.6 Накладные расходы

К накладным расходам относятся затраты, которые не имеют отношения к основному производству. Это затраты на командировки, обучение, обслуживание производства и так называемые непроизводительные расходы (потери от порчи материальных ценностей, простоев производства и т.д.). Законодательно данные расходы никак не определены и поэтому каждая организация составляет перечень подобных трат.

Их величина определена по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент учитывающий накладные расходы; принимаем 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot 2\,001\,800,00 = 320\,288,00 \text{ руб.}$$

3.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчет бюджета затрат представлен в таблице 59.

Таблица 59 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
---------------------	-------------	------------

Материальные затраты НИИ	1 543 870,00	Пункт 3.2.4.1
Амортизация	352 261,00	Пункт 3.2.4.2
Фонд основной заработной платы сотрудников	94 348,00	Пункт 3.2.4.3
Фонд дополнительной заработной платы сотрудников	11 321,00	Пункт 3.2.4.4
Отчисления во внебюджетные фонды	31 700,00	Пункт 3.2.4.5
Накладные расходы	320 288,00	Пункт 3.2.4.6
Итого	2 322 088,00	Сумма ст. 1-6

3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования производится расчет интегрального показателя эффективности научного исследования.

Интегральный показатель финансовой эффективности получен в ходе оценки бюджета различных вариантов исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована экспертная оценка бюджета имеющегося технологического процесса, которая составляет 2 000 000,00 руб. Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{2322088}{2322088} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{2000000}{2322088} = 0,86.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета по сравнению с имеющимся технологическим процессом.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определен по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 60.

Таблица 60 – Сравнительная оценка характеристик

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Имеющийся технологический процесс
Надежность	0,25	5	4
Энергосбережение	0,15	4	4
Материалоемкость	0,2	4	3
Скорость производства	0,1	5	4
Потребность в дополнительной	0,3	2	3

оснастке			
Итого	1	3,96	3,5

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}};$$

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p1}}{I_{финр}} = \frac{3,96}{1} = 3,96;$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p2}}{I_{финр}} = \frac{3,5}{0,86} = 4,06.$$

Сравнительная эффективность проекта представлена в таблице 61. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{3,96}{4,06} = 0,97.$$

Таблица 61 – Сравнительная эффективность проекта

Поз.	Показатели	Разработанный технологический процесс	Имеющийся технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,81
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	3,96	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	3,96	4,32
4	Сравнительная	0,97	

	эффективность вариантов исполнения	
--	------------------------------------	--

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанная технология уступает уже существующему технологическому процессу в связи с его более высокой стоимостью расходных материалов. В связи с этим разработанная технология является оптимальной для большего объема деталей.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5А	Шапошнику Р.Д.

Школа	ИНШПТ	Отделение	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления переходника тормозного диска 440-32

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является рабочее место в цехе. Рабочее место оснащено станками и вспомогательным оборудованием.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс РФ» (ред. 01.04.2019); – № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред. 29.07.2018); – № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности» (ред. 30.10.2018). – № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ред. 03.08.2018); – № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваниях» (ред. 07.03.2018).
<p>2. Производственная безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Стружка обрабатываемых материалов;

<p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов;</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Использование механизированного режущего инструмента; – Протекание электрического тока через организм человека; – Производственный шум на рабочих местах; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Нарушение параметров микроклимата; – Химический фактор.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействие на атмосферу - выбросы пыли, CO, SO₂, оксидов азота, туманов масел; – Воздействие на гидросферу - отработанные СОЖ; – Воздействие на литосферу - образование отходов отработанных масел, люминесцентных ламп, макулатуры, ветоши и т.д.
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Пожар, взрыв, обрушение зданий, сооружений, аварии на электроэнергетических системах. – наиболее типичная ЧС - пожар
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Шапошник Р.Д.		

Введение

Темой проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «переходник тормозного диска». Данная деталь применяется в автомобильной промышленности для облегчения неподрессоренной массы. Деталь разрабатывается по заказу ООО «ТРОНИК».

В данном разделе рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, в том числе специальные правовые нормы трудового законодательства, рассмотрена компоновка рабочей зоны, произведен анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов и рассмотрены мероприятия по снижению их воздействия.

Так же проанализированы возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при производстве детали «переходник» и обговорены мероприятия по их предотвращению.

Особое внимание следует уделить охране окружающей среды, где наиболее важным фактором является фактор загрязнения от использованной СОЖ.

В данном случае, рабочим местом является 16а корпус ТПУ, в котором установлено оборудование для создания технологических процессов и деталей разной направленности.

Данный раздел описывает нормы организации рабочего процесса по производству детали, которые действуют на территории РФ.

Разработка технологического процесса изготовления данной детали очень актуальна, т.к. применение «переходника» является важным моментом при конструировании тормозной системы автомобиля. Использование «переходника» позволяет значительно снизить неподрессоренную массу автомобиля, что в свою очередь отражается на плавности хода автомобиля, его курсовой устойчивости, расходе топлива и динамических характеристиках.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные правовые нормы трудового законодательства регламентируются № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс РФ» [12], № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [13], № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности» [14], № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [15], № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваниях» [16].

4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В основу компоновки рабочей зоны заложены принципы кратчайшего перемещения заготовок и деталей, их движение в одном направлении без перекрестных перемещений при изготовлении переходника тормозного диска.

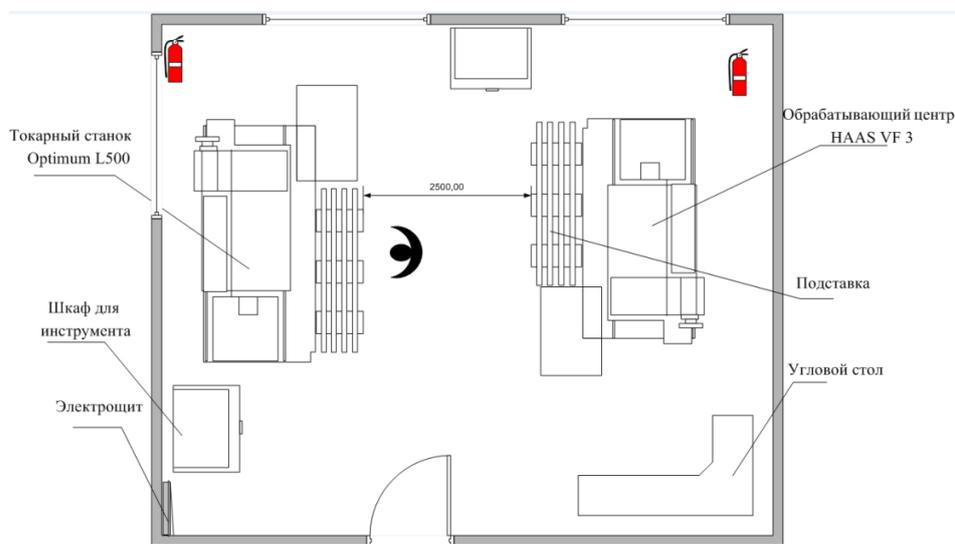


Рис. 17 - Компоновка рабочей зоны

4.3 Профессиональная социальная ответственность

Для идентификации вредных и опасных производственных факторов применим в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [17].

Таблица 62 – Идентификация вредных и опасных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Стружка обрабатываемых материалов	-	+	+	«ГОСТ 12.2.061-81. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» [18]. «ГОСТ 12.3.002-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности» [19].
2. Протекание электрического тока через организм человека	-	+	-	«ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов» [20].
3. Производственный шум на рабочих местах	-	+	-	«ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» [21]. «СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» [22].
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	-	«СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» [23]. «ГОСТ Р 55710-2013. Национальный стандарт

				Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений» [24].
5. Нарушение параметров микроклимата	-	+	+	«СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003» [25]. «СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы» [26].
6. Химический фактор	+	+	+	Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 N 25 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [27].

4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Стружка обрабатываемых материалов. Источником данного опасного фактора являются отходы обрабатываемого изделия. Отлетающая стружка может травмировать глаза работника, острые края при прикосновении нанести порезы. Для защиты от сливной стружки используются специальные перчатки, защитные очки. В качестве средств коллективной защиты используются защитные экраны и стружколоматели.

Электрический ток. Источником опасности в производственных цехах может стать случайное прикосновение к токоведущим частям, появление напряжения на металлических конструкциях оборудования из-за нарушения изоляции, появление напряжения на отключенных токоведущих частях в случае ошибочного включения установки и возникновение шагового напряжения в случае замыкания провода на землю.

При прохождении через тело человека ток вызывает три вида поражений: термическое, электролитическое и биологическое. Термическое

воздействие выражается в ожогах различных частей тела. Электролитическое в поражении жидкостей человека, вызывая нарушения физико-химического состава. Биологическое воздействие выражается в раздражении и возбуждении тканей организма, что вызывает судороги мышц сердца и легких, что в свою очередь влечет прекращение деятельности этих органов и смерть человека.

Производственный цех является помещением повышенной опасности, так как в помещении имеются повышенная влажность, токопроводящий пол и т.д. В таблице 63 представлены предельно допустимые уровни токов и напряжения регламентирующиеся «ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и тока».

Таблица 63 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и тока

Род тока	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Существуют следующие коллективные средства защиты от поражения электрическим током: защитное разделение сети, применение двойной изоляции, защитное заземление, зануление, выравнивание потенциала и организация безопасной эксплуатации электроустановок. К индивидуальным средствам защиты можно отнести - диэлектрические перчатки с защитой до 7500В, диэлектрические боты, коврики, изолирующие приспособления, специальная одежда и обувь с защитой от поражения электродугой.

Повышенный уровень шума. Источником шума является такое производственное оборудование как токарные и фрезерные станки. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Его превышение влечет за собой не

только нейросенсорную тугоухость при длительных воздействиях, но и, угнетая нервную систему, снижает скорость реакций, что резко повышает вероятность несчастного случая на производстве.

Средствами индивидуальной защиты являются одноразовые или многоразовые вкладыши (беруши), защитные наушники с пассивной защитой или активным шумоподавлением. Коллективная защита от воздействия шума заключается в планировке помещения, позволяющей снизить воздействие шума и изменить его направленность.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Недостаточность освещения вызывает такие негативные последствия как усталость глаз и переутомление, снижение работоспособности, потеря зрения.

Уровень освещенности регламентируется ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений». В зависимости от производимой операции нормы освещенности могут изменяться от 200 лк при механической обработке листов до 750 лк при инструментальных работах на оборудовании для резки и контроле качества.

В производственных машиностроительных цехах в случае недостаточности освещенности качестве коллективной защиты может быть предусмотрена замена светильников на более современные и увеличение их количества. Средства индивидуальной защиты (индивидуальные светильники) в данном случае неэффективны.

Отклонение параметров микроклимата. Согласно классификации ГОСТ 12.0.003-2015 данный вредный фактор относится к факторам физического воздействия.

Все параметры микроклимата регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таблица 64 – Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Категория работ по уровню	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха,
-------------	---------------------------	-------------------------	------------------------------	-------------------------	----------------------------

	энергозат- рат			воздуха, %	м/с
Холод- ный	Пб (233- 290)	17-19	16-20	60-40	0,2
Теплый		19-21	18-22	60-40	0,2

К средствам индивидуальной защиты в холодный период года является применение утепленной специальной одежды и обуви, в теплый период - соблюдение питьевого режима. К коллективным средствам можно причислить наличие работоспособной системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Химический фактор. В работе с токарными и фрезерными станками применяются смазочно-охлаждающие жидкости (далее СОЖ).

Нефтяные масла вызывают поражение кожи в виде гнойниковых заболеваний. Повышенная концентрация токсичных газов и паров вызывает острые отравления, а при систематическом поступлении с организм отравление перерастает в хроническое. Также установлено, что СОЖ отрицательно влияет на кровь, вызывая изменение количественного и качественного состава и их применение в работе способно угнетать иммунную систему работника.

К коллективным средствам защиты можно отнести герметизацию оборудования, применение систем автоматической подачи СОЖ, оборудование станков щитками-экранами. Также рабочее место должно быть оборудовано эффективной системой вытяжной вентиляции. К индивидуальным средствам защиты можно отнести применение защитных перчаток, фартуков, специальной одежды и обуви, защитных гидрофильных кремов, респираторов с защитой от пыли и туманов.

4.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

В качестве организационных мероприятий по защите от вредных и опасных производственных факторов можно использовать:

- Организацию системы управления охраной труда на предприятии;
- Организацию инструктажей по охране труда и безопасным методам выполнения работ;
- Проведение специальной оценки условий труда;
- Разработку рациональных режимов труда и отдыха.

Технические мероприятия представляют собой:

- Внедрение дистанционного управления и автоматизации технологического процесса, модернизацию оборудования;
- Установку защитных ограждений опасных зон, заблокированных с приводом электродвигателя оборудования;
- Проведение освидетельствования технических устройств, подтверждающих соответствие технических устройств всем требованиям безопасности;
- Использование средств индивидуальной защиты: каска защитная, специальная одежда и обувь, защитные щитки, респираторы, наушники, защитные перчатки, крема.

4.6 Экологическая безопасность

В современном обществе остро стоит вопрос экологической безопасности. На машиностроение приходится лишь незначительная часть промышленных выбросов, попадающих в окружающую среду, однако из этого не следует, что данным вопросом можно пренебречь.

Защита атмосферы. В результате разработки технологического процесса разработки детали «переходник» были выявлены источники загрязнения атмосферы – пыль, CO, SO₂, оксиды азота, туманы масел. На предприятии в соответствии с требованиями Федерального закона от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране атмосферного воздуха» [28] должен быть разработан проект нормативов предельно-допустимых выбросов, который устанавливает нормы выброса в атмосферу для каждого

стационарного источника. Для очистки выбросов в атмосферу применяются газоочистные установки. Снижению воздействия на атмосферный воздух способствует разработка и применение процессов и оборудования, исключающих или значительно снижающих выбросы вредных веществ в атмосферу.

Защита гидросферы. Источниками загрязнения гидросферы является отработанная СОЖ. Утилизация СОЖ может происходить разными методами.

Термический метод предусматривает вспенивание эмульсии с применением ПАВ, пена направляется в специальный отсек установки, где сжигается при температуре 1500-1600°C.

Существует метод центрифугирования при котором коллоидная система разрушается с применением кислоты, содержанием которой нужно обеспечивать рН среды, равный 1-2.

Метод реагентной коагуляции. При добавлении сульфатов алюминия и железа, хлорида железа (III) совместно с кальциевым гидроксидом или натриевой щелочью происходит расслоение СОЖ.

Защита литосферы. При производстве деталей на предприятии образуются отходы: макулатура, ртутные и люминесцентные лампы, металлическая стружка, обмасленная ветошь, огарки электродов, отработанные масла. Каждый отход должен быть включен в проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР). Все отходы передаются в организацию имеющую лицензию на обращение на сбор, транспортирование, обезвреживание и размещение отходов.

4.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Усложнение технологических процессов производства ведет к появлению негативных явлений, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций (далее ЧС).

Для производства детали переходник актуальны ЧС техногенного характера, то есть, возникающие на объектах, созданных людьми и по вине человека. К подобным ЧС относятся утечки опасных газообразных, жидких и других веществ, пожары и взрывы. Наиболее часто встречается такая ЧС как пожар. Согласно Федерального закона от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. 23.06.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [29] предприятия должны планировать и осуществлять мероприятия по защите работников от ЧС. В ООО «Промышленная механика» разработан план действий по предупреждению и ликвидации ЧС. Этот документ определяет объем, организации, способы и сроки осуществления мероприятий по защите персонала от поражающих факторов аварий, катастроф, стихийных бедствий.

Для профилактики пожаров в ООО «Промышленная механика» разработаны организационные и технические мероприятия. Состав данных мероприятий регламентируется Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.04.2019 № 390 (ред. 07.03.2019) «О противопожарном режиме» [30].

4.8 Вывод

При работе над разделом «Социальная безопасность» были рассмотрены весьма значимые при изготовлении переходника факторы, такие как: химический фактор (отработанная СОЖ), недостаточность освещенность рабочей зоны и ряд других, которые позволили придти к выводу, что обеспечение безопасных условий труда является ключевым моментом в организации труда на производстве, который влечет за собой снижение производственного травматизма, профессиональных заболеваний, а значит и повышение производительности труда и снижение финансовой нагрузки на производителя.

Заключение

Целью выпускной квалификационной работы была разработка технологического процесса изготовления переходника тормозного диска.

В ходе выполнения данной работы были изучены конструктивные особенности этого элемента сборочного узла модернизированной тормозной системы. Был произведен анализ технологичности данной детали, который учитывая сложную конфигурацию переходника, показал, что технологичность данной детали низкая.

Разработанный технологический процесс изготовления детали, является достаточно трудоемким в связи необходимостью использования дополнительной оснастки в виде шестикулачкового патрона и специального приспособления для фрезерной операции.

Расчеты режимов резания произведены в системе CoroPlus ToolGuide от компании Sandvik Coromant так как, согласно разработанному технологическому процессу используется инструмент данной компании. Также согласно проведенным исследованиям данные, используемые в справочнике технолога машиностроителя для расчета режимов резания, являются неактуальными и требуют постоянного обновления в современных условиях ускоренного развития оборудования и режущего инструмента.

В рамках конструкторского раздела спроектировано приспособление для установки и закрепления детали в вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Haas VF-3, произведены расчеты усилия закрепления и определена погрешность самого приспособления.

Согласно проделанным расчетам экономическая эффективность усовершенствованного технологического процесса достаточно высока за счет сокращения нормо-часа и итогового снижения себестоимости продукции.

Также проведен анализ промышленной и экологической безопасности производства.

В целом, разработанный технологический процесс рекомендован в рамках средне и крупносерийного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
2. Сайт SANDVIK Coromant [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.sandvik.coromant.com>.
3. Сайт официального представителя СЕБОРА S.p.A. в России [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://cebora.pro/catalog/plazmorezy/cebora-plasma-sound-pc-70/>.
4. Сайт компании Top 3D Shop [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <http://top3dshop.ru/chpu-stanki/optimum-1500.html>.
5. Сайт компании «Абамет» [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.abamet.ru/catalog/metallorazreshhie/frezernye-chpu/v-obrabatyvayushhie-centry/haas-vf-3/>.
6. Межотраслевые укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на токарно-винторезных станках (единичное и мелкосерийное производство). Москва 2003. 306 с.
7. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, испрвл. и доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1975 г. – 656 с.
8. Сайт Александра Лапицкого [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: https://alexfl.pro/inform/inform_stali5.html.
9. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. Часть II. Фрезерные станки. Москва Экономика 1988. 240 с.
10. Видяев, И.Г., Серикова, Г.Н, Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-

методическое пособие. Томский политехнический университет. Томск 2014, 36 с.

11. Федеральный закон от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 15.04.2019) «Налоговый Кодекс Российской Федерации» (часть вторая) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/

12. Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) «Трудовой Кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/

13. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. 29.07.2018) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/

14. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 30.10.2018) «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/

15. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/

16. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19559/

17. Система стандартов по безопасности труда. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

[Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>

18. ГОСТ 12.2.061-81. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200228>

19. ГОСТ 12.3.002-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124407>

20. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200313>

21. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>

22. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278>

23. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>

24. ГОСТ Р 55710-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105707>
25. СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054205>
26. СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>
27. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 N 25 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». [Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/557235236>
28. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране атмосферного воздуха» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/
29. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/
30. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2019 № 390 (ред. 07.03.2019) «О противопожарном режиме».

[Электронный ресурс] / Консорциум Кодекс. Электрон. Дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902344800>

31. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с. Ссылка на электронный каталог НТБ ТПУ - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C315981>