

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| |
|--|
| Тема работы |
| Виброзащита технологического оборудования при силовом возбуждении |
| УДК <u>658.274-752:531.5-042.3</u> |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 8Л5Б | Савельев Алексей Владимирович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Гаврилин А.Н. | К.Т.Н. | | |

Консультант

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
| | | | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | 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 |
|--|-----------------|------------------------|---------|------|
| Руководитель ООП 15.03.01 Машиностроение | Ефременков Е.А. | К.Т.Н. | | |

Запланированные результаты обучения по программе

| Код результата | Результат обучения (выпускник способен) | Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон |
|---|---|--|
| <i>Общекультурные компетенции</i> | | |
| 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), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P2 | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий. | Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК-12; ОК-13), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| <i>Общепрофессиональные компетенции</i> | | |
| P3 | Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки. | Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P5 | Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных | Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями |

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| | производствах. | международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P6 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительного-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях. | Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| <i>Профессиональные компетенции</i> | | |
| 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 сварочной продукции. | Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P8 | Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций | Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P9 | Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия. | Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P10 | Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P11 | Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать | Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР |

| | | |
|------------|---|--|
| | <p>работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.</p> | <p>(2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p> |
| P12 | <p>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.</p> | <p>Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p> |
| P13 | <p>Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p> | <p>Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p> |
| P15 | <p>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.</p> | <p>Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p> |

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

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 8Л5Б | Савельеву Алексею Владимировичу |

Тема работы:

| | |
|--|--------------------|
| Виброзащита технологического оборудования при силовом возбуждении | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 06.05.2019 №3480/с |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 03.06.2019 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|--|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p><i>Стенд для исследования ударно-вибрационных нагрузок при силовом возбуждении:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стенд должен иметь частоту возбуждения от 0 до 130Гц 2. Амплитуда усилия 0-100Н 3. Циклический ударно-вибрационный режим работы 4. Безопасность эксплуатации стенда в процессе исследования |
|---|--|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Информационный-аналитический обзор. • Разработка стенда • Разработка принципиальной гидравлической схемы стенда. • Проектирование конструкции для снижения вибрации. • Натурный физический эксперимент. • Разработка алгоритма расчета. • Подготовка графического материала и пояснительной записки. |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Сборочный чертеж стенда: формат А1</p> |

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|---|
| Социальная ответственность | Белоенко Елена Владимировна, доцент, Отделение общетехнических дисциплин |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Скаковская Наталия Вячеславовна, доцент, Отделение социально-гуманитарных наук |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 01.02.2019 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Гаврилин А.Н. | К.Т.Н | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 8Л5Б | Савельев Алексей Владимирович | | |

Оглавление

| | |
|---|----|
| Реферат..... | 9 |
| Введение..... | 10 |
| 1. Обзор аналогов | 11 |
| 1.1. Пружинные виброизоляторы компании «VibroLab» | 12 |
| 1.2. Виброопора типового ряда СР (НИИ Стали)..... | 14 |
| 1.3. ELECTRO-DAMP компании «Серния» | 16 |
| 1.4. Гидропневмопружина с инерционным преобразователем движения..... | 17 |
| Выводы по разделу | 19 |
| 2. Конструкторская часть | 20 |
| 2.1. Описание узлов стенда | 21 |
| 2.2. Принцип работы стенда..... | 22 |
| 2.3. Алгоритм расчета | 22 |
| 3. Технологическая часть | 28 |
| Введение..... | 28 |
| 3.1. Анализ технологичности детали | 28 |
| 3.2. Проектирование технологического процесса | 31 |
| 3.3. Определение допусков на технологические диаметральные размеры | 37 |
| 3.4. Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения | 38 |
| 3.5. Расчет диаметральных технологических размеров..... | 40 |
| 3.6. Определение допусков на технологические осевые размеры | 45 |
| 3.7. Расчет продольных технологических размеров | 46 |
| Выводы по разделу | 51 |
| 4. Задание для раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 52 |
| 4.1. Разработка концепции проекта | 53 |
| 4.1.1. Дерево целей проекта..... | 54 |
| 4.1.2. SWOT-анализ проекта..... | 55 |
| 4.2. Планирование проекта..... | 57 |
| 4.3. Оценка рисков проекта | 59 |
| 4.4. Составление матрицы ответственности проекта..... | 64 |
| 4.5. Расчет затрат на проект | 66 |
| 4.5.1. Расчет материальных затрат проекта | 67 |
| 4.5.2. Основная заработная плата исполнителей проекта | 67 |
| 4.5.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) | 69 |
| 4.5.4. Накладные расходы | 70 |
| 4.5.5. Формирование затрат на проект | 71 |

| | |
|--|----|
| 5. Задание для раздела «социальная ответственность»..... | 72 |
| Введение..... | 74 |
| 5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 74 |
| 5.2. Производственная безопасность | 76 |
| 5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов | 77 |
| 5.3.1. Повышенный уровень вибрации на рабочем месте | 77 |
| 5.3.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте | 78 |
| 5.3.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны | 79 |
| 5.3.4. Отклонение показателей микроклимата от нормы | 80 |
| 5.3.5. Электрический ток..... | 81 |
| 5.4. Экологическая безопасность | 82 |
| 5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 83 |
| Вывод по разделу..... | 84 |
| Заключение | 85 |
| Используемая литература..... | 86 |
| Приложение 1..... | 88 |
| Приложение 2..... | 89 |
| Приложение 3..... | 90 |
| Приложение 4..... | 91 |

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страниц, 23 рисунка, 25 таблиц, 6 источников и 4 приложения.

Объектом исследования являются динамические процессы, возникающие при виброгашении. Предметом исследования – параметры колебаний, возникающих при работе оборудования.

Ключевые слова: виброзащита, виброизолятор, вибрация, демпфер.

Целью работы является разработка алгоритма для оптимизации диссипативных параметров устройства виброзащиты при силовом возбуждении, как следствие, получения минимального уровня вибрации защищаемого объекта.

В процессе исследования были рассмотрены существующие устройства и способы защиты от вибраций технологического оборудования. На основании анализа была предложена конструкция для защиты технологического оборудования от ударно-вибрационных нагрузок на базе рукавов высокого давления.

Введение

Развитие технического прогресса сопровождается совершенствованием и усложнением инженерного и технологического оборудования. Очень часто во время работы большинства современных механизмов и машин возникают вибрации. Вибрации, как правило, оказывают отрицательное воздействие на людей, а также на сооружения, здания, и другие установки, поэтому необходимо применять меры для их устранения или максимально возможно уменьшить. Разработаны и применяются соответствующие санитарно-строительные нормы допустимых уровней вибрации для различных типов помещений. Производители оборудования пытаются уменьшить влияние вибрации на окружающую среду. Для этого используют виброзащитные опоры, снижают массу и эксцентриситет подвижных частей и т.д. Однако меры производителей оборудования, направленные на снижение вибраций, не всегда эффективны в конкретных условиях его размещения.

В настоящее время существуют разные методы виброзащиты оборудования. Это использование пружинных и резинометаллических амортизаторов различных типов и конструкций, разнообразных антивибрационных покрытий из резины, полиуретана и других аналогичных эластичных материалов. Естественно, что полностью погасить вибрации невозможно, но с помощью таких виброзащитных систем можно свести их к значениям, приемлемым для конкретных условий. Для создания эффективной виброзащиты необходимо иметь четкое представление о том, какие именно вибрации необходимо гасить. То есть, нужно знать их частоту и амплитуду, уровень значений, на которые они должны быть снижены, определить место, в котором виброзащитное устройство будет наиболее эффективным: непосредственно под оборудованием, между основанием оборудования и фундаментом, под фундаментом и т.д.

1. Обзор аналогов

Системы динамического гашения бывают двух типов: пассивные и активные. При пассивном гашении характеристики гасителя (жесткость, демпфирование) подобраны так, чтобы гаситель был эффективным в узкой полосе частот, они незначительно изменяются со временем, и нет механизма, регулирующего эти характеристики. Таким образом, пассивные системы малоэффективны при возбуждении в области низких частот, а также при действии вибрации с широким спектром.

Активные системы виброгашения имеют чувствительные, управляющие и исполнительные элементы, которые контролируют реакцию таких систем для их наибольшей эффективности при различных воздействиях. В зависимости от исполнительных элементов выделяют гидравлические, пневматические, электромеханические, электромагнитные системы активной виброизоляции.

Следует отметить, что различные системы виброизоляции одинаковой эффективности могут сильно отличаться в стоимости. Например, эффективная виброизоляция координатно-расточного станка может быть обеспечена путём применения пружинных, резиновых, резино-пружинных виброизоляторов совместно с массивным инерционным блоком (что, естественно приведёт к повышению габаритов всей конструкции в целом), либо жёсткой, но лёгкой, металлической плитой, установленной на пневмоамортизаторах. Стоимость таких систем может отличаться на порядок.

1.1. Пружинные виброизоляторы компании «VibroLab»



Рисунок 1 – Пружинный виброизолятор

Пружинные виброизоляторы предназначены для снижения вибрации инженерного, производственного и технологического оборудования до требуемых нормативными документами значений.

Пружинные виброизоляторы "VibroLAB":

- Изготовлены из высококачественной стали. Возможна окраска в любой цвет по требованию заказчика, а также специальное покрытие антикоррозийными составами.
- Низкая частота собственных колебаний виброзащитной системы.
- Широкий модельный ряд, возможность взаимозамены виброизоляторов.
- Регулируемые опоры для выравнивания оборудования.
- Большой срок службы.

Недостаток данного виброизолятора заключается в следующем: невозможность управления демпфирующими характеристиками.

Область применения

Пружинные виброизоляторы "VibroLAB" применяются в качестве упругого элемента в конструкциях виброизоляторов инженерного оборудования. Характеристики виброизоляторов (собственная частота, количество и расположение виброизоляторов) подбираются исходя из массогабаритных и частотных параметров изолируемого оборудования, с учётом условий его эксплуатации и требований нормативно-технических документов.

Таблица 1 – Характеристики виброизоляторов

| Название модели | Номинальная нагрузка (max), Н | Жесткость (частота при максимальной нагрузке) |
|-----------------|----------------------------------|--|
| ВП-1-1 | 483 | 8,30 Н/мм (2,1 Гц) |
| ВП-1-2 | 723 | 13,09 Н/мм (2,2 Гц) |
| ВП-1-3 | 1 432 | 35,09 Н/мм (2,5 Гц) |
| ВП-1-4 | 2 265 | 83,29 Н/мм (3,1 Гц) |
| ВП-1-5 | 3 304 | 97,17 Н/мм (2,8 Гц) |
| ВП-1-6 | 4 196 | 182,85 Н/мм (3,3 Гц) |

1.2. Виброопора типового ряда СР (НИИ Стали)



Рисунок 2 – Виброопора СР

Конструкция

Эластомерно – металлическое соединение, компактная конструкция, четыре типоразмера с четырьмя вариантами твердости по ШОР.

Свойства:

- демпфирование ударных нагрузок;
- высокая устойчивость на разрыв;
- сохранение характеристик при давлении, растяжении и сдвиге;
- бесфундаментная установка;
- диапазон нагрузок 10-2000кг;
- собственная частота колебаний 10Гц-25Гц.

Материалы:

- эластомерная часть из СР-каучука (хлоропрен) с высокими показателями по эластичности и устойчивостью к маслу и озону;
- металлическая часть из оцинкованной стали Ст23.

Недостатки:

- отсутствие активного динамического гашения вибрации;
- потеря демпфирующих свойств при низких температурах.

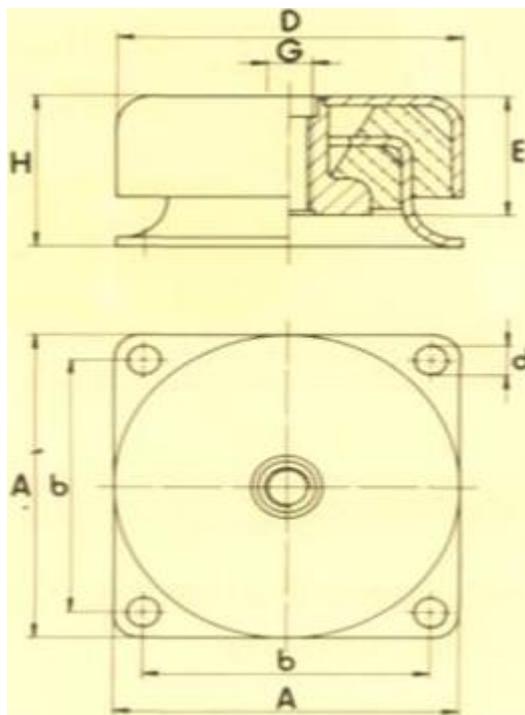


Рисунок 3 – Виброопора СР

Таблица 2 – Характеристики виброопор

| Таблица типоразмеров в мм | D | H | E | A | b | d | Вес, кг | G | Нагрузка (макс) Н |
|---------------------------------|-----|----|----|-----|------|------|------------|-----|-------------------------|
| С 1000 | 58 | 28 | 20 | 60 | 49,5 | 5,2 | 0,2 | M6 | 1500 |
| С 2000 | 76 | 38 | 30 | 76 | 63,5 | 6,4 | 0,45 | M10 | 3500 |
| С 3000 | 124 | 63 | 19 | 133 | 108 | 11,9 | 1,8 | M16 | 15000 |
| С 4000 | 168 | 90 | 65 | 175 | 143 | 13,5 | 4,5 | M16 | 20000 |

1.3. ELECTRO-DAMP компании «Серния»



Рисунок 4 – Пневматическая система ELECTRO-DAMP

Electro-Damp представляет собой активную пневматическую систему виброзащиты, разработанную специально для улучшения условий высокоточных полупроводниковых производственных площадок.

Особенности и преимущества системы виброизоляции:

- обеспечивает улучшение ключевых характеристик технологического процесса: точность, разрешение, уменьшает процент брака;
- модульность структуры ПО и физической составляющей системы позволяют пользователю, исходя из его задач, выбрать наиболее эффективную конфигурацию;
- возможность оптимизации работы путем использования механизмов активного отклика.

Недостатки:

- сложность реализации и установки конструкции;

- высокая цена;
- большие габариты.

1.4. Гидропневмопружина с инерционным преобразователем движения

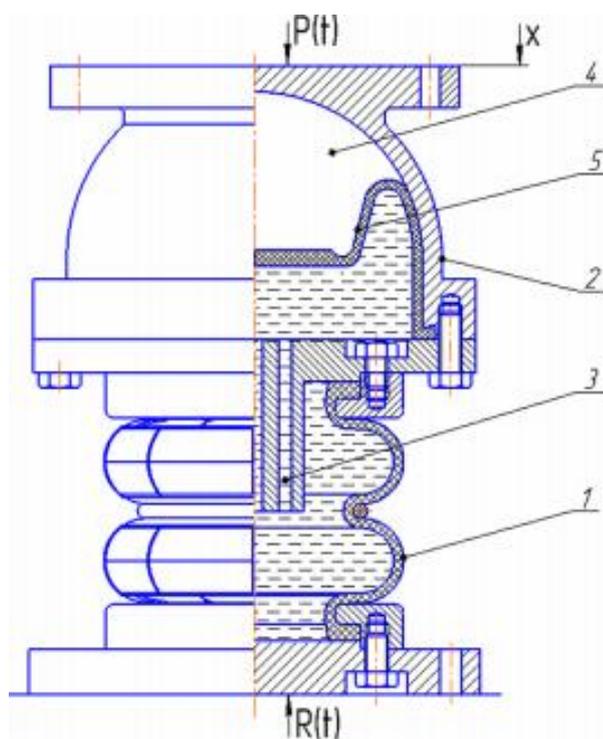


Рисунок 5 – Гидропневмопружина

Конструкция опоры показана на рисунке 5. Она включает в себя резинокордную оболочку (РКО) 1 и дополнительную замкнутую камеру постоянного объема 2. В перегородке между объемами РКО и камеры 2 имеется несколько капиллярных каналов 3 (их диаметр значительно меньше их длины), которые являются основными элементами гидравлического инерционного трансформатора. Весь объем РКО и часть объема камеры 2 заполнены жидкостью, а оставшаяся часть 4 заполнена воздухом с необходимым избыточным давлением, определяемым требуемой высотой РКО под весом

виброизолируемого объекта. Воздух и жидкость разделена между собой гибкой мембраной 5.

При колебаниях виброизолируемой массы m , расположенной на опоре, жидкость перетекает из верхнего объема в нижний и обратно через капиллярные каналы в перегородке, изменяя при этом объем и давление воздуха над ней. Так как скорость жидкости в капиллярных каналах значительно больше скорости движения виброизолируемого объекта, то приведенная масса жидкости в каналах будет большой. Динамический эффект от действия инерционной силы приведенной массы позволяет уменьшить передачу вибрационной силы на основание в определенном частотном диапазоне настройки опоры с гидравлическим инерционным трансформатором (ГИТ).

Преимущество использования ГИТ в опоре заключается в том, что он позволяет улучшить виброизоляцию объекта в достаточно широком диапазоне частот. Кроме того, изменяя параметры ГИТ и самой опоры, в частности ее пневматической части, можно изменять частоту настройки, а вместе с ней и частотный диапазон эффективного уменьшения значения $K_{\text{п}}$.

К недостаткам данного метода снижения вибрации можно отнести то, что при взаимодействии с некоторыми минеральными маслами резинокордная оболочка теряет механические свойства, соответственно, в качестве рабочей жидкости применяется вода, что существенно ограничивает применение ГИТ в условиях низкой температуры, в отличие от виброизолятора, который предложен в данной выпускной бакалаврской работе, так как конструкции рабочей жидкостью является масло ВМГЗ, у которого температура замерзания минус 60°C .

Выводы по разделу

В данном разделе был произведен информационный аналитический обзор современных средств виброзащиты. Были рассмотрены пассивные и активные системы виброгашения, которые различаются не только исполнительными элементами, а также техническими характеристиками, механическими свойствами, габаритами и стоимостью. Каждый из устройств виброгашения, приведенный в разделе имеет свои преимущества и, конечно же, недостатки, которые ограничивают применение их в некоторых вибрационных оборудованях.

2. Конструкторская часть

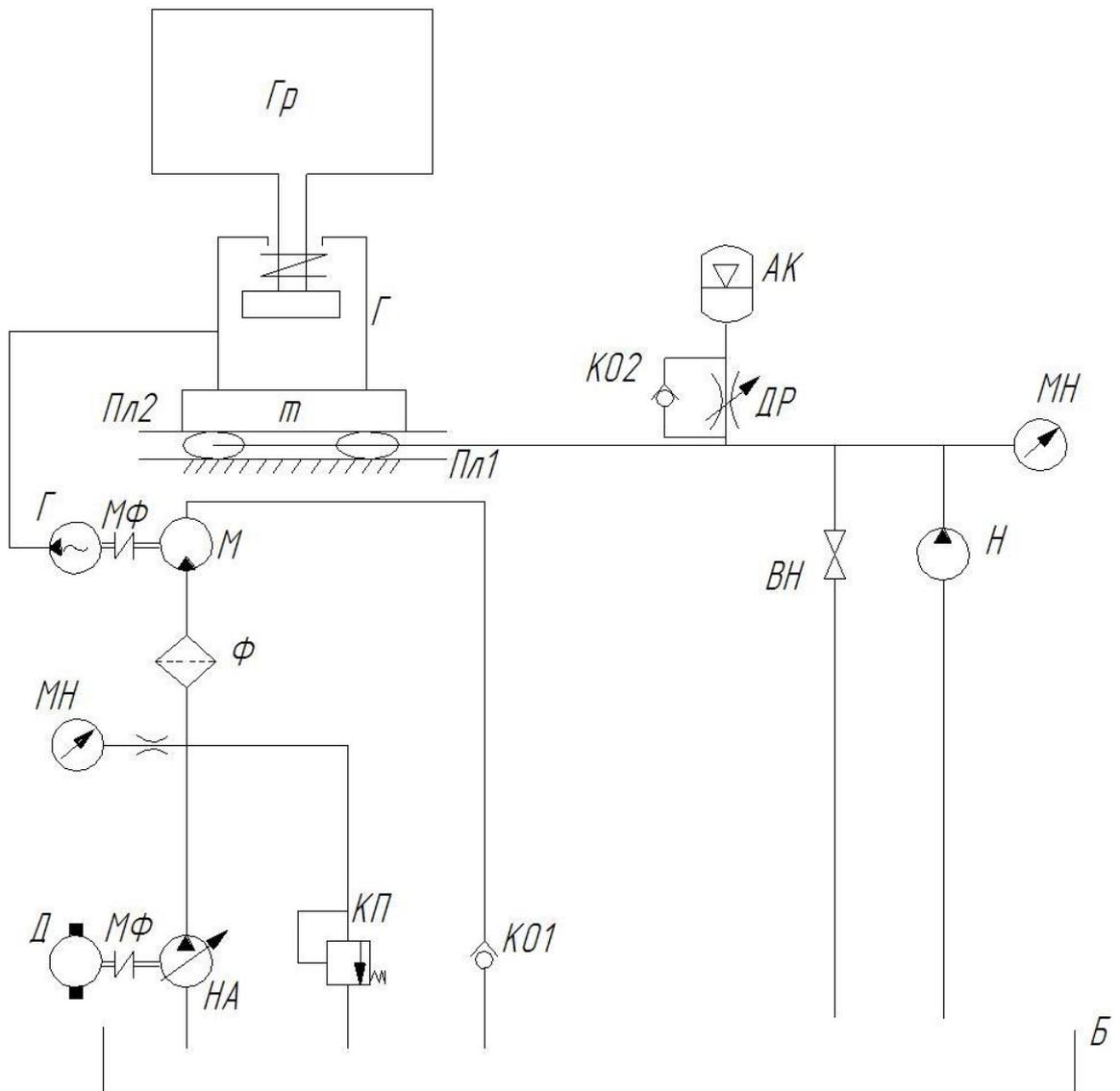


Рисунок 6 – Гидравлическая схема стенда

2.1. Описание узлов стенда

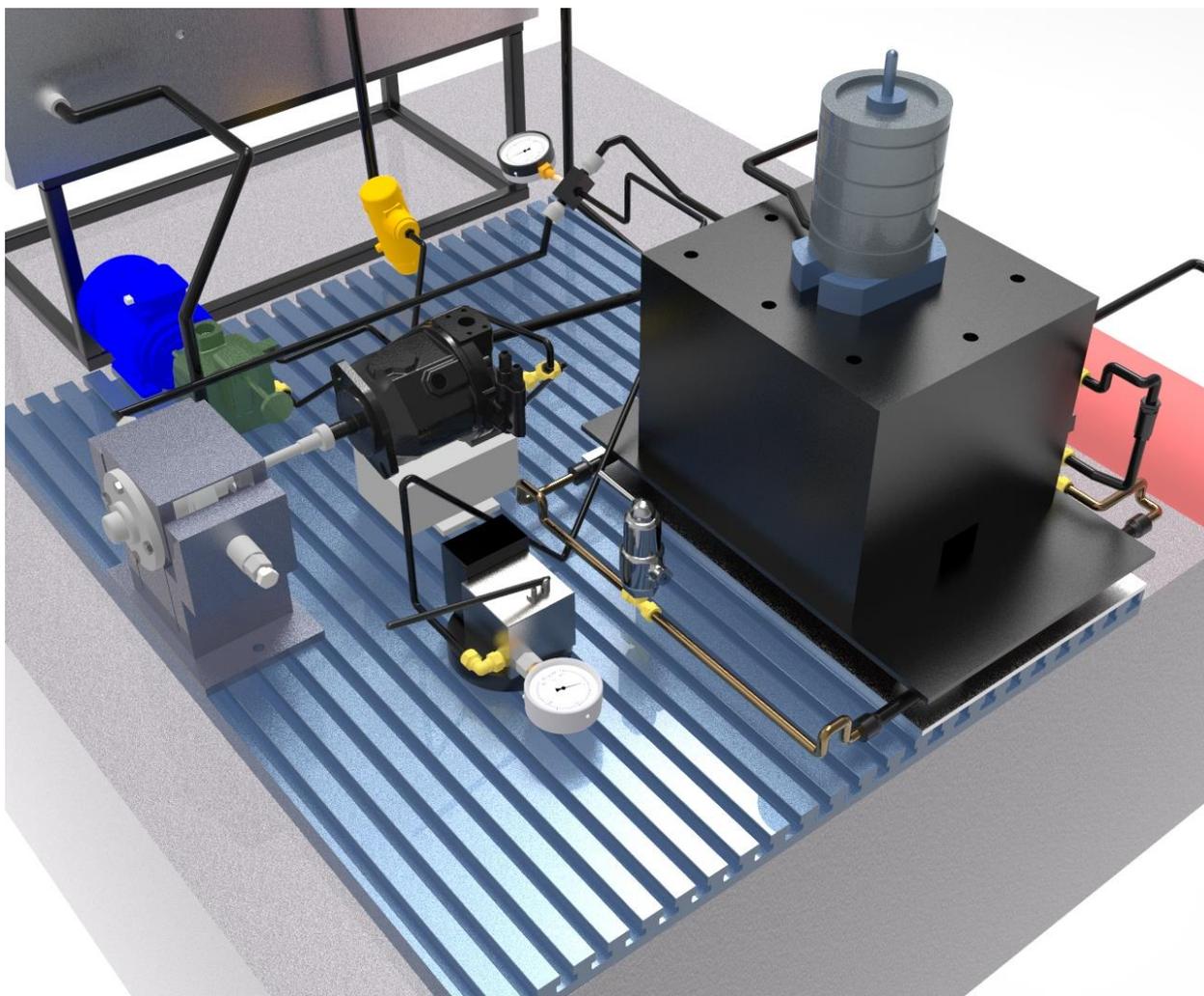


Рисунок 7 – Общий вид стенда

Насос, работающий за счет электродвигателя, подает из бака рабочую жидкость в гидромотор, который приводит в движение генератор объемного типа. Генератор создает пульсирующий расход в исполнительном механизме в виде плунжерной пары, на котором установлен груз, создающий динамическую нагрузку на некоторый объект, имеющий массу. В качестве виброгасителя использованы рукава высокого давления, которые скоммутированы через дроссель и гидроаккумулятор. В гидроаккумулятор с помощью ручного насоса, подается некоторое среднее давление P_0 . Обратный ход рабочей жидкости обеспечивается за счет обратного клапана.

2.2. Принцип работы стенда

При движении груза вниз, он воздействует на массу, которая в свою очередь передает движение на рукава высокого давления. Из-за нагрузки РВД деформируются в радиальном направлении, и из них вытесняется рабочая жидкость, которая поступает на дроссель, где энергия поглощается, а масло возвращается в систему, с помощью обратного клапана.

2.3. Алгоритм расчета

В расчетной модели виброзащитной системы можно выделить три основные части: источник возмущений (или кратко источник), объект защиты (объект) и виброизолирующее устройство (ВУ). Антивибрационное устройство является неотъемлемой частью виброзащитной системы; его назначение – создание такого режима движения, инициируемого заданными возмущениями, при котором реализуется цель защиты объекта.

В простейшем случае источник и объект считаются твердыми телами, движущимися поступательно вдоль некоторой оси X (рисунок 8).

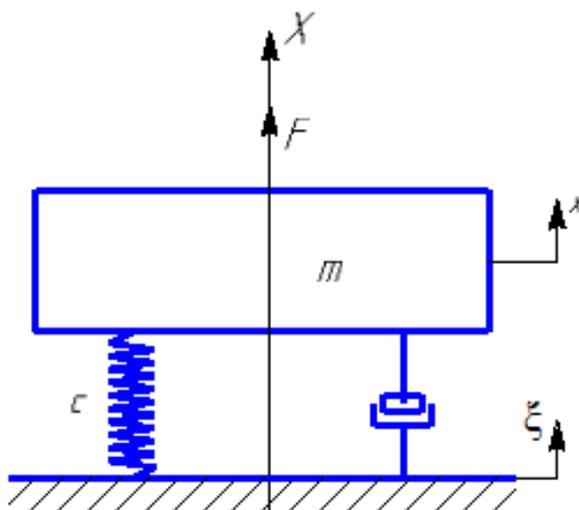


Рисунок 8 – Расчетная модель простейшей виброзащитной системы с одной степенью свободы. m , x – масса и координата тела соответственно; ξ – координата основания; F – сила, приложенная к телу; c и b – соответственно жесткость и коэффициент демпфирования виброизолятора

Жесткость виброизолирующего устройства (РВД):

$$c = f * 4\pi^2 * m = 10\text{Гц} * 4\pi^2 * 100\text{кг} = 39438 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \approx 4 \frac{\text{тс}}{\text{м}} = 40 \frac{\text{кгс}}{\text{см}},$$

где f – собственная частота системы,

m – масса объекта.

Демпфирующие свойства системы, характеризуются относительным коэффициентом демпфирования:

$$\nu = \frac{\left(\frac{\ln \frac{a_1}{a_2} + \ln \frac{a_2}{a_3}}{2} \right)}{\pi} = \frac{\left(\frac{\ln \frac{2,2}{2,0} + \ln \frac{2,0}{0,2}}{2} \right)}{\pi} = 0,38$$

При силовом гармоническом возбуждении сила, которая действует на объект:

$$F(t) = F_0 \sin \omega t ; \xi(t) = 0 \text{ или,}$$

$$F_0 \sin \omega t = m\ddot{x} + b\dot{x} + cx.$$

Это же выражение можно изобразить в структурной схеме:

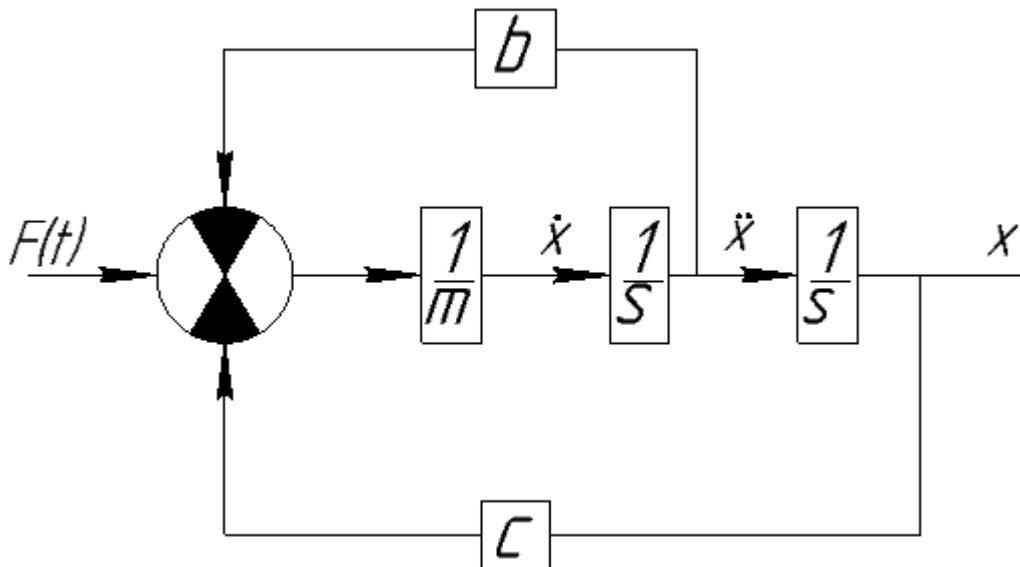


Рисунок 9 – Структурная схема. $\left. \begin{matrix} S = \gamma * \omega \\ \gamma = \sqrt{-1} \end{matrix} \right\}$ оператор Лапласа

Количественно степень реализации цели виброзащиты можно охарактеризовать значениями безразмерных коэффициентов эффективности. При силовом возбуждении коэффициенты равны:

$$k_R = \frac{R_0}{F_0},$$

$$k_X = \frac{cX_0}{F_0}.$$

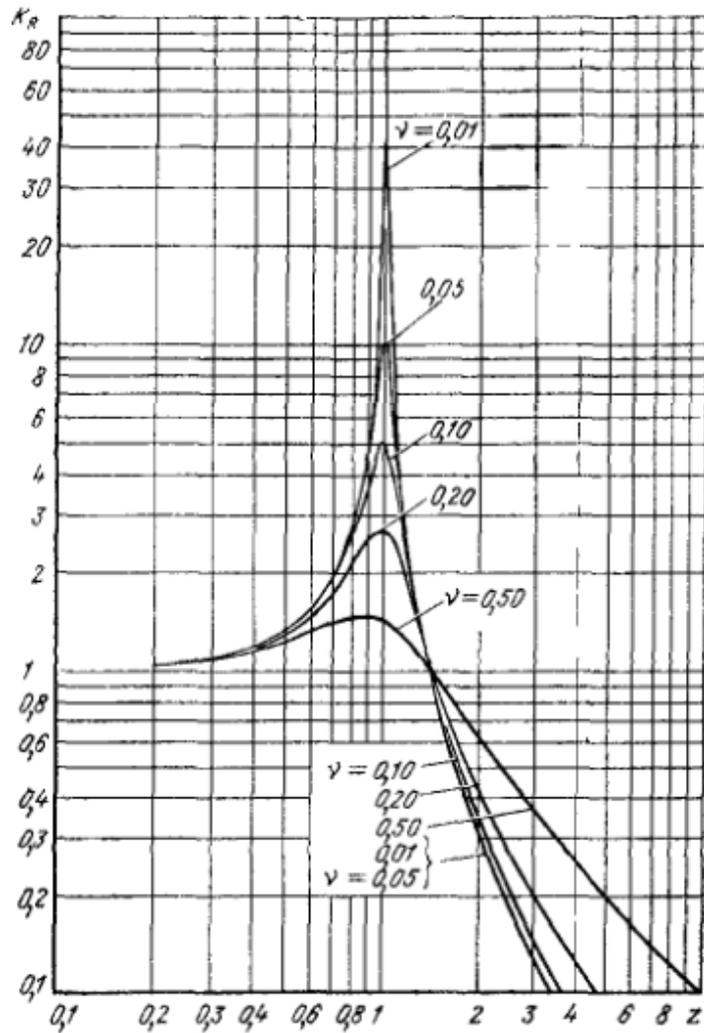


Рисунок 10 – Зависимость коэффициента виброизоляции k_R от расстройки z

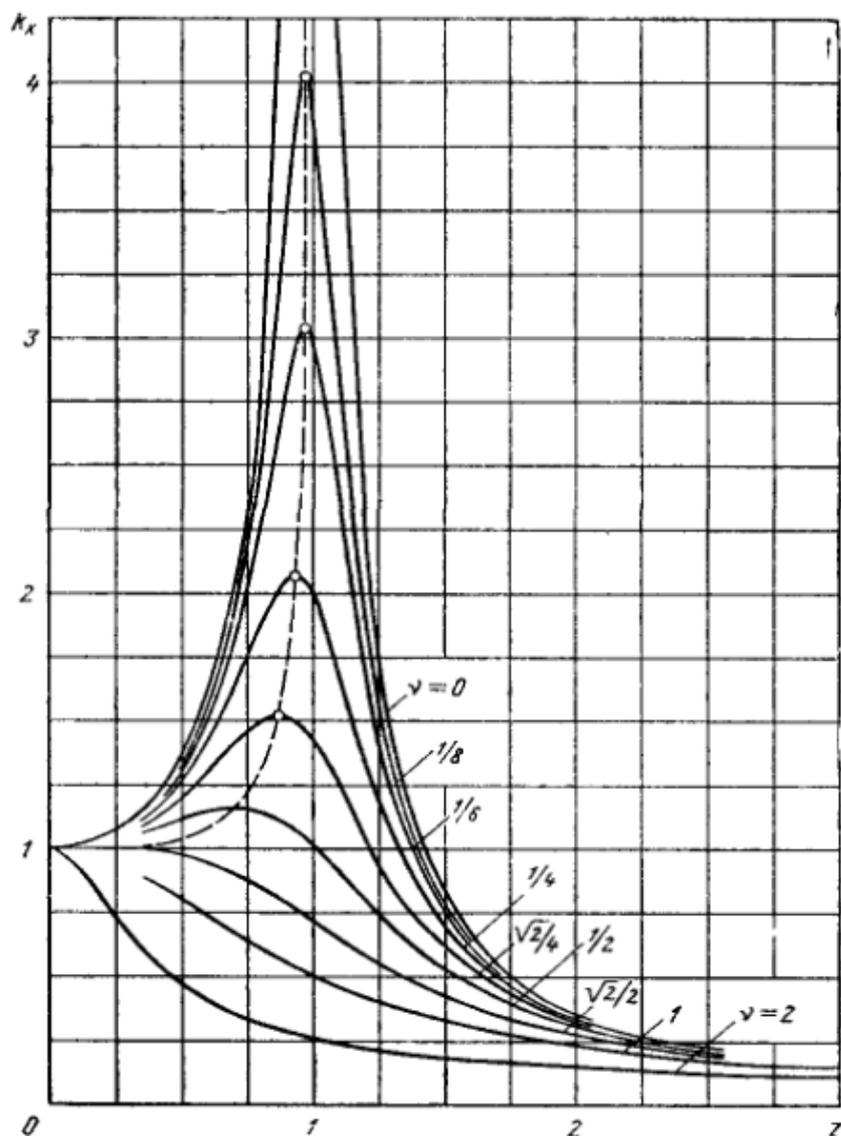


Рисунок 11 – Зависимость коэффициента эффективности k от расстройки z

При произведении расчетов коэффициенты эффективности составили:

$$k_R \approx 1,28,$$

$$k_X \approx 1,12.$$

Наглядно, эффективность виброгашения можно посмотреть на графиках зависимости перемещения, скорости и ускорения от времени и частоты.

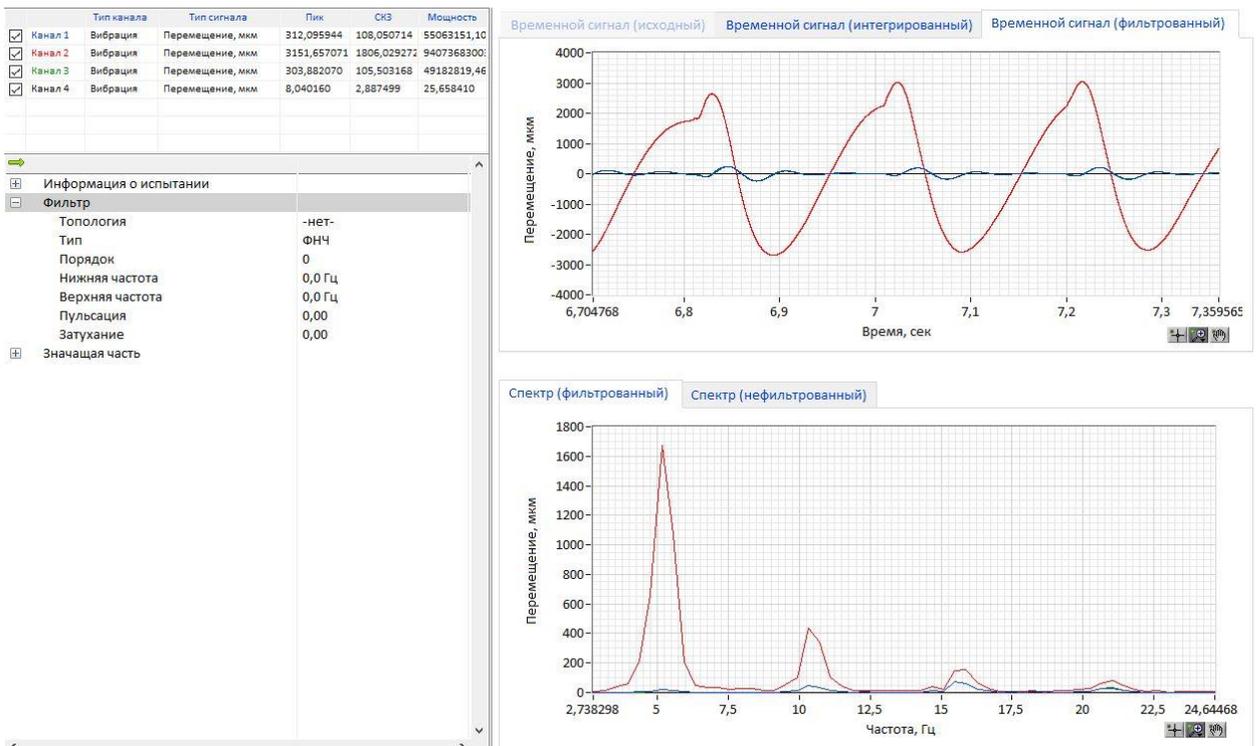


Рисунок 12 – График зависимости перемещения вибрации от времени и частоты

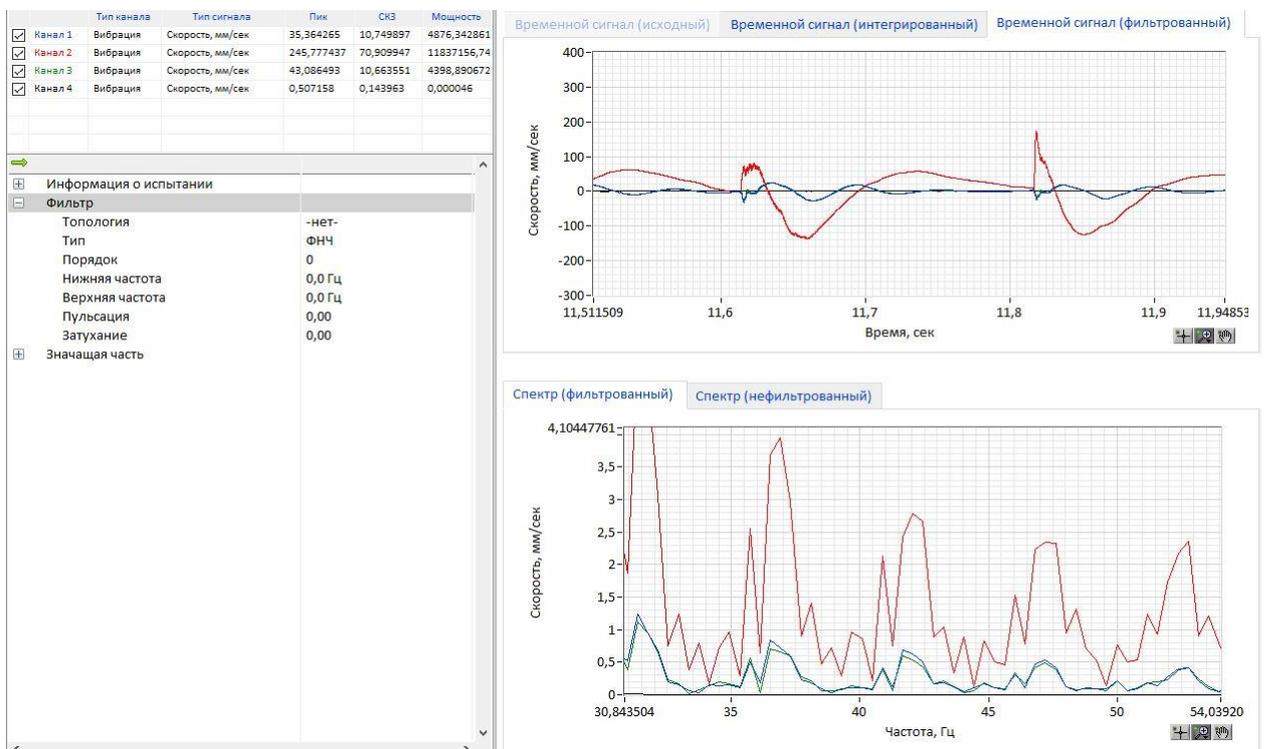


Рисунок 13 – График зависимости скорости вибрации от времени и частоты



Рисунок 14 – График зависимости ускорения вибрации от времени и частоты

3. Технологическая часть

Введение

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность детали и ее составных частей. Конструкция изделий должна не только обеспечивать их эксплуатационные требования, но и требования к их наиболее экономичного изготовления. Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления изделия, тем больше оно считается технологичным.

3.1. Анализ технологичности детали

При оценке технологичности конструкции детали следует учитывать следующие положения:

- геометрия детали должна способствовать применению прогрессивных методов изготовления заготовок с наименьшими припусками и минимальным числом обрабатываемых поверхностей;
- конструктивная форма детали должна обеспечивать доступность обрабатываемых поверхностей для режущего инструмента, а также для наблюдения и контроля в процессе обработки;
- наличие у деталей поверхностей, которые могут служить удобными и надежными базами для обработки и контроля;
- поверхности детали должны иметь оптимальную, экономически и конструктивно обоснованную точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей, отвечающих требованиям эксплуатации, так как чрезмерные требования к точности и шероховатости увеличивают себестоимость детали;
- геометрия и размеры детали должны обеспечивать необходимую ее жесткость, что обеспечит устойчивость при обработке и позволит использовать высокие режимы резания.

Оценим технологичность детали типа втулка (рисунок 15).

Деталь – втулка относится к деталям типа тел вращения, включает в себя внешние и внутренние цилиндрические поверхности, торцы и фаски. Их геометрическая форма и размеры не вызывают значительной трудности для обработки на металлорежущих станках.

В качестве заготовки для данной детали применяем прокат, максимально приближенный по форме к готовой детали для уменьшения себестоимости обработки. Деталь имеет опорную поверхность (базу) для установки в приспособление.

Указанная на чертежах точность может быть обеспечена путем тонкого точения или шлифования.

Деталь – втулка изготовлен из стали 12Х18Н10Т.

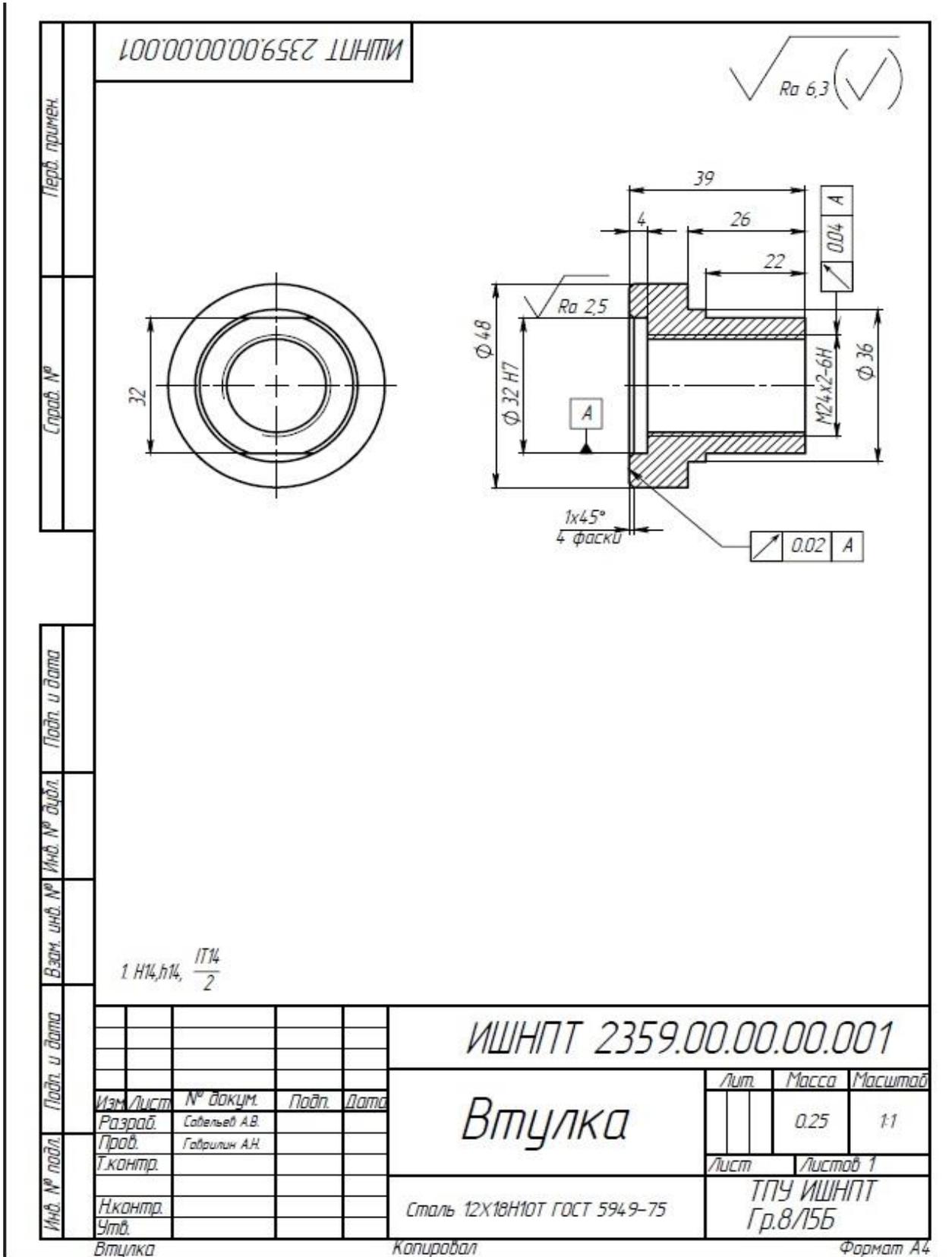


Рисунок 155 – Чертеж детали

3.2. Проектирование технологического процесса

Таблица 3 – Технологический процесс

| № п/ п | Операция | Наименование | Операционный эскиз |
|--------------|---------------------|---|--------------------|
| 1 | 000 Заготовительная | <p>А. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{01}. 2. Проточить поверхность 2, выдерживая размер D_{02}. 3. Центровать торец. 4. Просверлить сквозное отверстие D_{03}. 5. Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{02}. | |

Продолжение таблицы 3

| № п/ п | Операция | Наименование | Операционный эскиз |
|--------------|-----------------------|--|--|
| 2 | 005 Черновая токарная | <p>А. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <p>1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}</p> <p>2. Точить поверхность 2, выдерживая размеры D_{11}, A_{12}</p> <p>3. Расточить отверстие 3, выдерживая размер D_{12}.</p> <p>4. Расточить отверстие 4, выдерживая размеры A_{13}, D_{13}.</p> | <p>The sketch shows a cylindrical workpiece with several features and dimensions. Feature 1 is a chamfered end face. Feature 2 is the outer cylindrical surface. Feature 3 is an inner hole. Feature 4 is a smaller inner hole. Dimensions include diameters D_{11}, D_{12}, and D_{13}; axial lengths A_{11}, A_{12}, and A_{13}; and a chamfer angle of $4,5^\circ$. A blue dashed line indicates a reference axis.</p> |

Продолжение таблицы 3

| № п/ п | Операция | Наименование | Операционный эскиз |
|--------------|------------------------|--|--------------------|
| | | <p>Б. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <p>1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{14}.</p> <p>2. Проточить поверхность 2, выдерживая размер: D_{14}, A_{15}</p> | |
| 3 | 010 Черновая фрезерная | <p>А. Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1. Фрезеровать две лыски, выдерживая размеры A_{21} – A_{22}</p> | |

Продолжение таблицы 3

| № п/ п | Операция | Наименование | Операционный эскиз |
|--------------|-----------------------|--|--------------------|
| 4 | 015 Чистовая токарная | <p>А. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <p>1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{31}.</p> <p>2. Проточить поверхность 2, выдерживая размер: D_{31}.</p> <p>3. Расточить отверстие 3, выдерживая размер D_{32}.</p> <p>4. Расточить отверстие 4, выдерживая размеры A_{32}, D_{33}.</p> <p>5. Точить фаски, выдерживая размеры: $A_{33} \times 45^\circ, A_{34} \times 45^\circ$.</p> | |

Окончание таблицы 3

| № п/ п | Операция | Наименование | Операционный эскиз |
|--------------|----------|---|--------------------|
| | | <p>Б. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <p>1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{35}.</p> <p>2. Проточить поверхность 2, выдерживая размер: D_{34}, A_{36}</p> <p>3. Нарезать резьбу M24×2-6H</p> <p>4. Точить фаску, выдерживая размер: $A_{37} \times 45^\circ$.</p> | |

Проверка:

$$\Sigma A = \Sigma k + \Sigma z$$

$$14 = 7 + 7$$

$$\Sigma A + 1 = \Sigma \text{вершин}$$

$$14 + 1 = 15$$

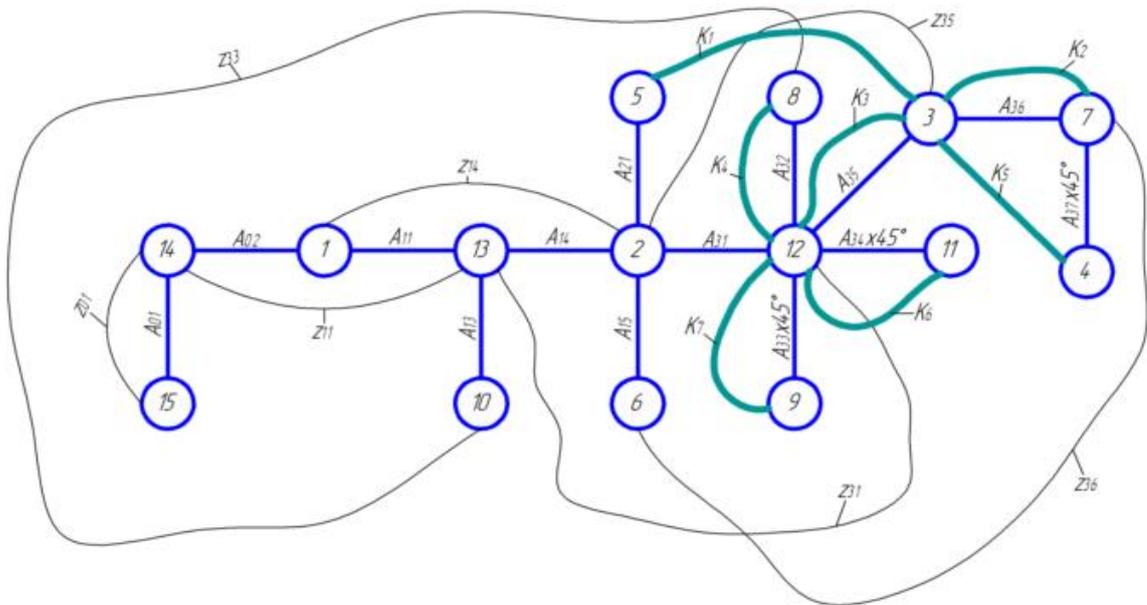


Рисунок 17 – Граф-дерево

3.3. Определение допусков на технологические диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности ω_c (Приложение 1 [1]).

Определим допуски на диаметральные размеры:

$$TD_{01} = 1,2 \text{ мм};$$

$$TD_{02} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{03} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{11} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{13} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{14} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{31} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TD_{32} = 0,013 \text{ мм};$$

$$TD_{33} = 0,025 \text{ мм};$$

$$TD_{34} = 0,62 \text{ мм}.$$

3.4. Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения

Формула для определения минимального припуска на обработку поверхности вращения имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2} \right), (1)$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

ρ – точность геометрической формы, мкм (Приложение 3 [1]);

ε – погрешность закрепления заготовки, мкм (Приложение 4 [1]).

Необходимо определить следующие припуски:

$$z_{D02}, z_{D11}, z_{D12}, z_{D14}, z_{D31}, z_{D32}, z_{D33}, z_{D34}.$$

Запишем все величины из формулы (1) в таблицу 4 для всех вышеизложенных припусков.

Подставив все значения в формулу (1) получим следующие значения:

$$z_{D02} = 1,084 \text{ мм};$$

$$z_{D11} = 0,52 \text{ мм};$$

$$z_{D12} = 0,495 \text{ мм};$$

$$z_{D14} = 0,51 \text{ мм};$$

$$z_{D31} = 0,2 \text{ мм};$$

$$z_{D32} = 0,17 \text{ мм};$$

$$z_{D33} = 0,18 \text{ мм};$$

$$z_{D34} = 0,196 \text{ мм.}$$

Таблица 4 – Параметры определения минимального припуска

| | Rz , мкм | h , мкм | ρ , мкм | ε , мкм |
|-----------|------------|-----------|--------------|---------------------|
| z_{D02} | 100 | 70 | 40 | 370 |
| z_{D11} | 100 | 70 | 40 | 80 |
| z_{D12} | 100 | 70 | 20 | 75 |
| z_{D14} | 100 | 70 | 35 | 80 |
| z_{D31} | 20 | 25 | 40 | 40 |
| z_{D32} | 20 | 25 | 20 | 35 |
| z_{D33} | 20 | 25 | 25 | 40 |
| z_{D34} | 20 | 25 | 35 | 40 |

3.5. Расчет диаметральных технологических размеров

Расчет производится методом максимума-минимума с использованием способа средних значений. Для расчета составляются размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения.

Расчет диаметра проката.

Для определения диаметра проката D_{01} необходимо рассмотреть технологическую цепь $D_{31}, z_{D31}, D_{11}, z_{D11}, D_{02}, z_{D02}, D_{01}$. В этой цепи известно: полностью составляющее звено D_{31} ($D_{31} = K_{D4} = 48_{-0,62}$), предельные отклонения составляющего звена D_{01} и минимальные значения припусков $z_{D31} = 0,2, z_{D11} = 0,52, z_{D02} = 1,084$

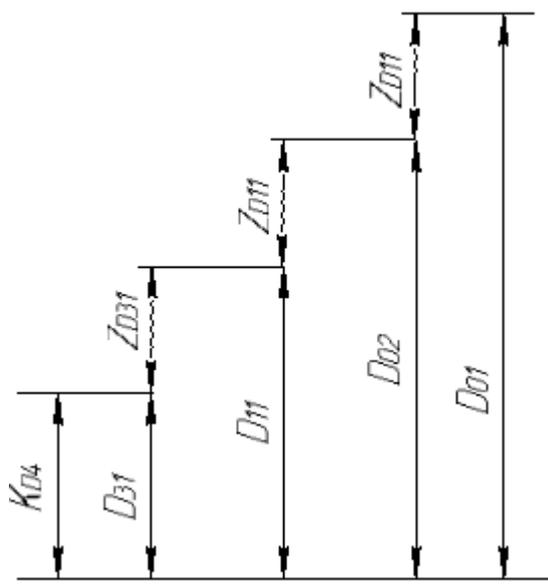


Рисунок 18 – Размерная схема обработки наружной поверхности

Решение:

1) Определим среднее значение D_{31} :

$$D_{31}^c = D_{31} + \frac{HOD_{31} + BOD_{31}}{2} = 48 + \frac{0 + (-0,62)}{2} = 47,69 \text{ мм.}$$

Звено D_{31} записывается в виде $D_{31} = 47,69 \pm 0,31$ мм,

$$D_{31\phi} = 48_{-0,62}.$$

2) Находим среднее значение z_{D31} :

$$z_{D31}^c = z_{D31 \min} + \frac{TD_{31} + TD_{D11}}{2} = 0,2 + \frac{0,62 + 0,12}{2} = 0,57 \text{ мм.}$$

3) Определим среднее значение звена D_{11} :

$$D_{11}^c = D_{31}^c + z_{D31}^c = 47,69 + 0,57 = 48,26 \text{ мм.}$$

Звено D_{11} записывается в виде $D_{11} = 48,26 \pm 0,06$ мм,

$$D_{11\phi} = 48,32_{-0,12}.$$

4) Определим допуск звена D_{01} :

$$TD_{01} = BOD_{01} - HOD_{01} = 0,2 - (-1,0) = 1,2 \text{ мм.}$$

5) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D31} :

$$z_{D31\phi} = D_{11\phi} - D_{31\phi} = 48,32_{-0,12} - 48_{-0,62} = 0,32_{-0,12}^{+0,62}.$$

6) Находим среднее значение z_{D11} :

$$z_{D11}^c = z_{D11 \min} + \frac{TD_{02} + TD_{D11}}{2} = 0,52 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,64 \text{ мм}$$

7) Определим среднее значение звена D_{02} :

$$D_{02}^c = D_{11}^c + z_{D11}^c = 48,26 + 0,64 = 48,9 \text{ мм.}$$

Звено D_{02} записывается в виде $D_{02} = 48,9 \pm 0,06$ мм,

$$D_{02\phi} = 48,96_{-0,12}.$$

8) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D11} :

$$z_{D11\phi} = D_{02\phi} - D_{11\phi} = 48,96_{-0,12} - 48,32_{-0,12} = 0,64_{-0,12}^{+0,62}.$$

9) Находим среднее значение z_{D02} :

$$z_{D02}^c = z_{D02 \min} + \frac{TD_{02} + TD_{D01}}{2} = 1,084 + \frac{0,12 + 1,2}{2} = 1,744 \text{ мм.}$$

10) Определим среднее значение звена D_{01} :

$$D_{01}^c = D_{02}^c + z_{D02}^c = 48,9 + 1,744 = 50,644 \text{ мм.}$$

Следовательно, расчетное значение этого звена составляет $50,644_{-1,0}^{+0,2}$ мм. Выбираем прокат диаметром $D_{01\phi} = 52_{-1,0}^{+0,2}$.

11) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D02} :

$$z_{D02\phi} = D_{01\phi} - D_{02\phi} = 52_{-1,0}^{+0,2} - 48,96_{-0,12} = 3,04_{-1,0}^{+0,32}.$$

Расчет технологических диаметральных размеров при обработке отверстия $\varnothing 24^{+0,013}$ мм.

Начинаем расчет с рассмотрения цепи $D_{12}, D_{32}, z_{D32}, D_{03}, z_{D12}$. В этой цепи известно: составляющее звено D_{32} ($D_{32} = K_{D1} = 24^{+0,013}$) и минимальные значения припусков $z_{D32} = 0,17$ мм, $z_{D12} = 0,495$.

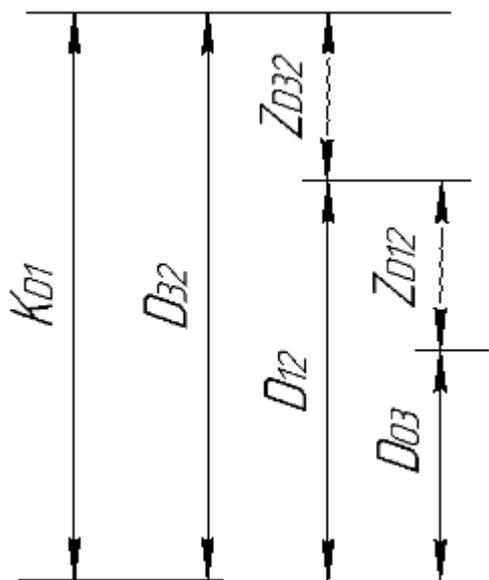


Рисунок 19 – Размерная схема обработки отверстия

Решение:

- 1) Определим среднее значение D_{32} :

$$D_{32}^c = D_{32} + \frac{HOD_{32} + BOD_{32}}{2} = 24 + \frac{0 + 0,013}{2} = 24,0065 \text{ мм.}$$

$$D_{32\phi} = 24_0^{+0,013}.$$

- 2) Находим среднее значение z_{D32} :

$$z_{D32}^c = z_{D32 \min} + \frac{TD_{12} + TD_{32}}{2} = 0,17 + \frac{0,013 + 0,12}{2} = 0,2365 \text{ мм.}$$

- 3) Определим среднее значение звена D_{12} :

$$D_{12}^c = D_{32}^c - z_{D32}^c = 24,0065 - 0,2365 = 23,77 \text{ мм.}$$

$$D_{12} = 23,77 \pm 0,06 \text{ мм}; \quad D_{12\phi} = 23,71^{+0,12}$$

- 4) Определим фактическое значение припуска z_{D32} :

$$z_{D32\phi} = D_{32\phi} - D_{12\phi} = 24^{+0,013} - 23,71^{+0,12} = 0,29_{-0,12}^{+0,013} \text{ мм.}$$

5) Находим среднее значение z_{D12} :

$$z_{D12}^c = z_{D12 \min} + \frac{TD_{12} + TD_{03}}{2} = 0,495 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,615 \text{ мм.}$$

6) Определим среднее значение звена D_{03} :

$$D_{03}^c = D_{12}^c - z_{D12}^c = 23,77 - 0,615 = 23,155 \text{ мм.}$$

$$D_{03} = 23,155 \pm 0,06 \text{ мм}; \quad D_{03\phi} = 23,095^{+0,12}$$

7) Определим фактическое значение припуска z_{D12} :

$$z_{D12\phi} = D_{12\phi} - D_{03\phi} = 23,71^{+0,12} - 23,095^{+0,12} = 0,615_{-0,12}^{+0,12} \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{03\phi} = 23,095^{+0,12}$ мм.

Расчет технологических диаметральных размеров при обработке отверстия $\varnothing 32^{+0,025}$ мм.

Начинаем расчет с рассмотрения цепи D_{33}, D_{13}, z_{D33} . В этой цепи известно: составляющее звено D_{33} ($D_{33} = K_{D3} = 32^{+0,025}$) и минимальное значение припуска $z_{D33} = 0,18$ мм.

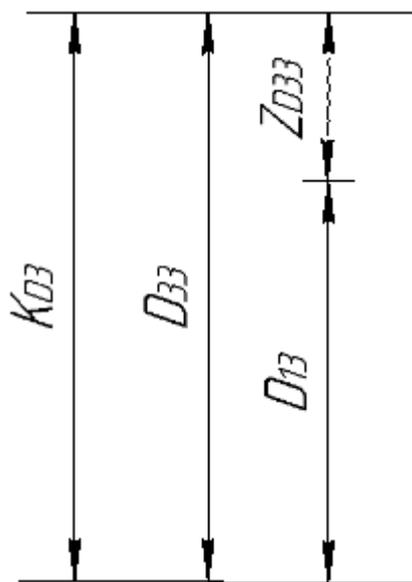


Рисунок 20 – Размерная схема обработки отверстия

Решение:

- 1) Определим среднее значение D_{33} :

$$D_{33}^c = D_{33} + \frac{HOD_{33} + BOD_{33}}{2} = 32 + \frac{0 + 0,025}{2} = 32,0125 \text{ мм.}$$

$$D_{33\phi} = 32^{+0,025};$$

- 2) Находим среднее значение z_{D33} :

$$z_{D33}^c = z_{D33 \min} + \frac{TD_{33} + TD_{13}}{2} = 0,18 + \frac{0,025 + 0,12}{2} = 0,2525 \text{ мм.}$$

- 3) Определим среднее значение звена D_{13} :

$$D_{13}^c = D_{33}^c - z_{D33}^c = 32,0125 - 0,2525 = 31,76 \text{ мм.}$$

$$D_{13} = 31,76 \pm 0,06 \text{ мм.} \quad D_{13\phi} = 31,7^{+0,12}.$$

- 4) Определим фактическое значение припуска z_{D51} :

$$z_{D33\phi} = D_{33\phi} - D_{13\phi} = 32^{+0,025} - 31,7^{+0,12} = 0,3^{+0,025}_{-0,12} \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{13\phi} = 31,7^{+0,12}$ мм.

Далее рассмотрим размерную цепь $D_{02}, D_{14}, D_{34}, z_{D14}, z_{D34}$.

- 1) Определим среднее значение звена D_{34} :

$$D_{34}^c = D_{34} + \frac{HOD_{34} + BOD_{34}}{2} = 36 + \frac{0 - 0,62}{2} = 35,69 \text{ мм.}$$

$$D_{34} = 35,69 \pm 0,31 \text{ мм}; \quad D_{34\phi} = 36_{-0,62}.$$

- 2) Находим среднее значение z_{D34} :

$$z_{D34}^c = z_{D34 \min} + \frac{TD_{34} + TD_{14}}{2} = 0,196 + \frac{0,62 + 0,12}{2} = 0,566 \text{ мм.}$$

- 3) Определим среднее значение звена D_{14} :

$$D_{14}^c = D_{34}^c + z_{D34}^c = 35,69 + 0,566 = 36,256 \text{ мм.}$$

$$D_{14} = 36,256 \pm 0,06 \text{ мм.}; \quad D_{14\phi} = 36,316_{-0,12}.$$

- 4) Находим среднее значение z_{D14} :

$$z_{D14}^c = D_{02}^c - D_{14}^c = 48,9 - 36,256 = 12,644.$$

5) Определим фактическое значение припуска z_{D34} :

$$z_{D34\phi} = D_{14\phi} - D_{34\phi} = 36,316_{-0,12} - 36_{-0,62} = 0,316_{-0,12}^{+0,62} \text{ мм.}$$

6) Определим фактическое значение припуска z_{D14} :

$$z_{D14\phi} = D_{02\phi} - D_{14\phi} = 48,96_{-0,12} - 36,316_{-0,12} = 12,644_{-0,12}^{+0,12} \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{14\phi} = 36,316_{-0,12}$ мм.

3.6. Определение допусков на технологические осевые размеры

Допуски на осевые размеры могут быть приняты равными по следующей формуле:

$$TA_i = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6.$$

Определим допуски на осевые размеры, предварительно записав значения входящих слагаемых.

Таблица 5 – Допуски на технологические осевые размеры

| | ω_c , мм | $\rho_{и}$, мм | ε_6 , мм | Σ , мм |
|-----------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------|
| TA_{01} | 0,12 | 0,02 | 0,37 | 0,51 |
| TA_{02} | 0,12 | — | 0,37 | 0,49 |
| TA_{11} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{13} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{14} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{15} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{21} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{31} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{32} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{33} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{34} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{35} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{36} | 0,12 | — | — | 0,12 |
| TA_{37} | 0,12 | — | — | 0,12 |

Определение минимальных припусков на обработку плоскости

Формула для определения минимального припуска на обработку плоскости имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (2),$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

ρ – точность геометрической формы, мкм (Приложение 3 [1]).

Необходимо определить следующие припуски:

$z_{01}, z_{11}, z_{14}, z_{31}, z_{33}, z_{35}, z_{36}$.

Запишем все величины из формулы (2) в таблицу 6 для всех вышеизложенных припусков.

Таблица 6 – Значение припусков на технологические осевые размеры

| | Rz , мкм | h , мкм | ρ , мкм | Σ , мкм |
|----------|------------|-----------|--------------|----------------|
| z_{01} | 100 | 70 | 25 | 195 |
| z_{11} | 100 | 70 | 25 | 195 |
| z_{14} | 100 | 70 | 25 | 195 |
| z_{31} | 20 | 25 | 25 | 70 |
| z_{33} | 20 | 25 | 10 | 55 |
| z_{35} | 20 | 25 | 25 | 70 |
| z_{36} | 20 | 25 | 20 | 65 |

3.7. Расчет продольных технологических размеров

Перед началом расчета технологических размеров необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающими звеньями которых являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры и проверить возможность обеспечения их с требуемой точностью.

Для размерной цепи №1:

$$TK_3 = 0,62 \geq 0,12 = TA_{35}.$$

Приравняем $TK_3 = TA_{35}$ для большей точности.

Для размерной цепи №2:

$$TK_2 = 0,52 \geq 0,12 = TA_{36};$$

Для размерной цепи №3:

$$TK_4 = 0,3 \geq 0,12 = TA_{32};$$

Для размерной цепи №4:

$$TK_5 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{37};$$

Для размерной цепи №5:

$$TK_6 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{34};$$

Для размерной цепи №6:

$$TK_7 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{33}.$$

Убеждаемся, что спроектированный технологический процесс будет обеспечивать требуемую точность всех конструкторских размеров.

Рассмотрим двухзвенные цепи с конструкторскими размерами, а именно: **№1–№6**.

$$A_{35} = K_3 = 39_{-0,12};$$

$$A_{34} = K_6 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{37} = K_5 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{33} = K_7 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{32} = K_4 = 4 \pm 0,15;$$

$$A_{36} = K_2 = 26 \pm 0,26.$$

Перейдем к анализу двухзвенных цепей с припусками **№7**

$$A_{01min} = z_{01min} = 0,195 \text{ мм};$$

$$A_{01max} = z_{01min} + TA_{01} = 0,195 + 0,51 = 0,705 \text{ мм};$$

$$A_{01}^c = \frac{A_{01min} + A_{01max}}{2} = \frac{0,195 + 0,705}{2} = 0,45 \text{ мм};$$

$$A_{01} = 0,45 \pm 0,255 \text{ мм}.$$

Рассмотрим цепь №8 и найдем размер A_{31} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{31}^c = z_{35}^c + A_{35}^c.$$

Для начала необходимо определить z_{35}^c

$$z_{35}^c = z_{35min} + \frac{TA_{35} + TA_{31}}{2} = 0,07 + \frac{0,12 \cdot 2}{2} = 0,19 \text{ мм};$$

$$A_{31}^c = 0,19 + 38,94 = 39,13$$

Окончательно запишем $A_{31} = 39,13 \pm 0,06$ мм.

Рассмотрим цепь №9 и найдем размер A_{15} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{15}^c = (A_{31}^c + A_{36}^c) - (A_{35}^c + z_{36}^c);$$

Для начала необходимо определить z_{36}^c

$$z_{36}^c = z_{36min} + \frac{TA_{15} + TA_{36} + TA_{35} + TA_{31}}{2} = 0,065 + \frac{0,12 \cdot 4}{2} = 0,305 \text{ мм};$$

$$A_{15}^c = (39,13 + 26) - (38,94 + 0,305) = 25,885$$

Окончательно запишем $A_{15} = 25,885 \pm 0,06$ мм.

Рассмотрим цепь №10 и найдем размер A_{14} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{02}^c = z_{35}^c + A_{35}^c + z_{31}^c;$$

Для начала необходимо определить z_{11}^c

$$z_{31}^c = z_{31min} + \frac{TA_{14} + TA_{35}}{2} = 0,07 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,19 \text{ мм};$$

$$A_{14}^c = 0,19 + 38,94 + 0,19 = 39,32$$

Окончательно запишем $A_{14} = 39,32 \pm 0,06$ мм.

Рассмотрим цепь №11 и найдем размер A_{11} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{11}^c = z_{14}^c + A_{14}^c;$$

Для начала необходимо определить z_{11}^c

$$z_{14}^c = z_{14min} + \frac{TA_{11} + TA_{14}}{2} = 0,195 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,315 \text{ мм};$$

$$A_{14}^c = 0,315 + 39,32 = 39,635$$

Окончательно запишем $A_{11} = 39,635 \pm 0,06$ мм.

Рассмотрим цепь №12 и найдем размер A_{02} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{02}^c = z_{11}^c + A_{11}^c;$$

Для начала необходимо определить z_{11}^c

$$z_{11}^c = z_{11min} + \frac{TA_{11} + TA_{02}}{2} = 0,195 + \frac{0,12 + 0,49}{2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$A_{02}^c = 0,5 + 39,635 = 40,135$$

Окончательно запишем $A_{02} = 40,135 \pm 0,245$ мм.

Рассмотрим цепь №13 и найдем размер A_{13} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{13}^c = (z_{31}^c + A_{32}^c) - z_{33}^c;$$

Для начала необходимо определить z_{33}^c

$$z_{33}^c = z_{33min} + \frac{TA_{13} + TA_{32}}{2} = 0,055 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,175 \text{ мм};$$

$$A_{13}^c = (0,19 + 4) - 0,175 = 4,015$$

Окончательно запишем $A_{13} = 4,015 \pm 0,06$ мм.

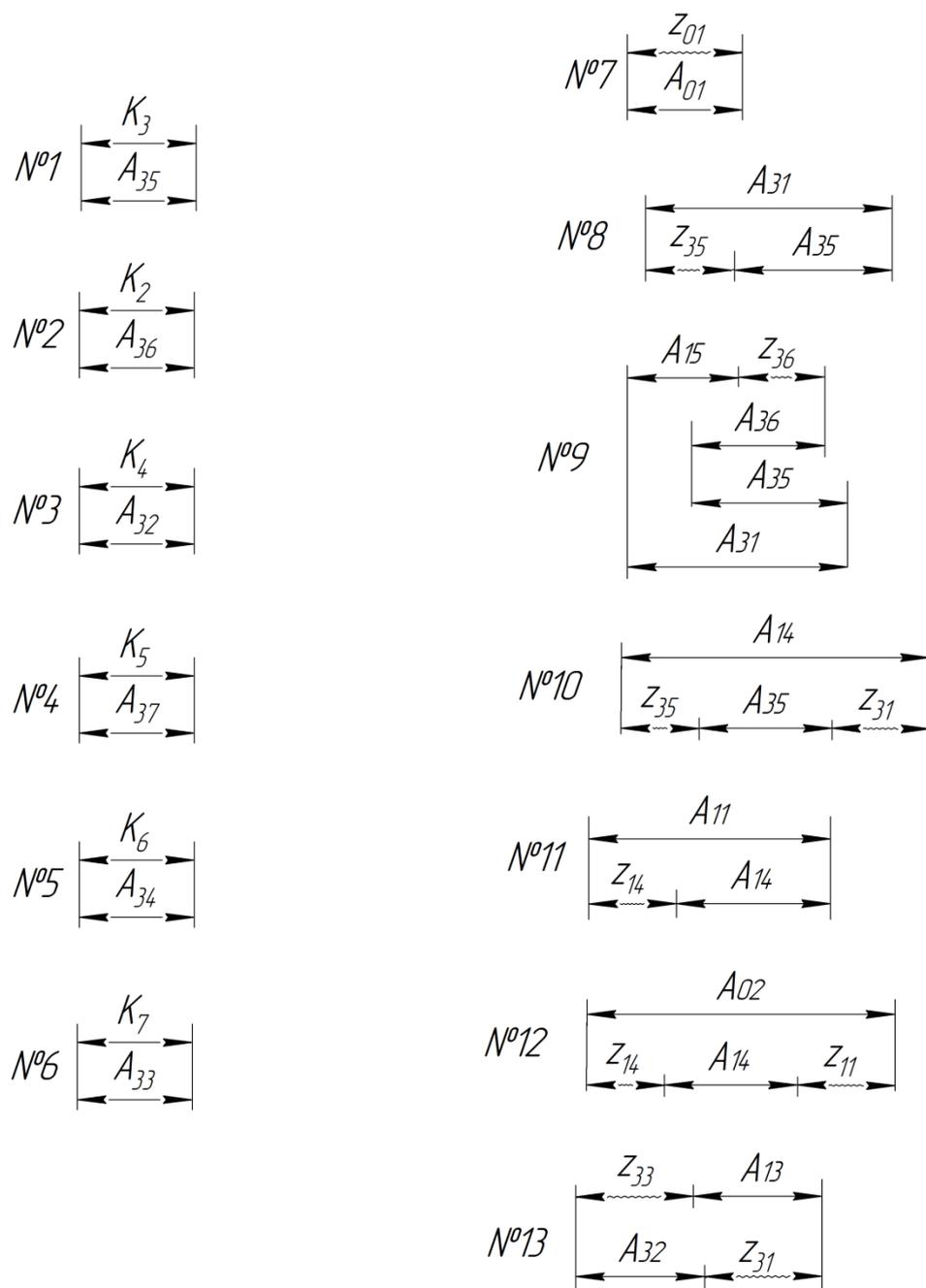


Рисунок 21 – Размерные цепи

Таблица 7 – Значения технологических размеров

| Обозначение технологического размера | Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера |
|--------------------------------------|--|
| A_{01} | $0,45 \pm 0,255$ |
| A_{02} | $40,135 \pm 0,245$ |
| A_{11} | $39,635 \pm 0,06$ |
| A_{13} | $4,015 \pm 0,06$ |
| A_{14} | $39,32 \pm 0,06$ |
| A_{15} | $25,885 \pm 0,06$ |
| A_{31} | $0,767 \pm 0,06$ |
| A_{32} | $4 \pm 0,15$ |
| A_{33} | $1 \pm 0,125$ |
| A_{34} | $1 \pm 0,125$ |
| A_{35} | $39_{-0,12}$ |
| A_{36} | $26 \pm 0,26$ |
| A_{37} | $1 \pm 0,125$ |

Выводы по разделу

В ходе проделанной работы были произведены следующие пункты: произведены расчеты минимальных припусков на обработку поверхностей вращения и плоскости, определены допуски на диаметральные и осевые технологические размеры, составлен технический маршрут, построены размерная схема и граф-дерево, рассчитаны диаметральные и осевые технологические размеры.

4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Тема ВКР: Виброзащита технологического оборудования при силовом возбуждении
Студенту:

| | |
|---------------|---------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 8Л15Б | Савельеву Алексею Владимировичу |

| | | | |
|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------|
| Школа | ИШНПТ | Отделение школы(НОЦ) | Материаловедение |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

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

| | |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Материально-технические ресурсы: установка для снижения вибраций (82 890руб.); персональный компьютер (30 000руб.); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт). |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | 30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР) | 1. Анализ конкурентных технических решений |
| 2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР | 2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта |
| 3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР | 3. Определение затрат на проектирование |
| 4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП) | 4. Определение затрат по основной и дополнительной заработной плате, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы |
| 5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков | 5. Распределение ответственности на каждого участника проектной команды за выполнение отдельных этапов и задач проекта. Определение возможных рисков в проекте, составление матрицы рисков |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Дерево целей проекта 2. SWOT анализ 3. Многоугольник конкурентоспособности 4. График Ганта 5. Матрица рисков 6. Матрица ответственности |
|---|

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Задание выдал консультант: | | | | |
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ШБИП. | Скаковская Н.В. | к.ф.н | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 8Л15Б | Савельев Алексей Владимирович | | |

4.1. Разработка концепции проекта

Результат этапа 1 представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Концепция проекта

| Наименование | Описание |
|-------------------------|--|
| Название проекта | Устройство для снижения вибраций |
| Описание проекта | Устройство для снижения ударно-вибрационных нагрузок технологического оборудования при силовом возбуждении |
| Актуальность проекта | Повышение виброустойчивости станков для улучшения качества обрабатываемых поверхностей |
| Цель проекта | Разработка стенда для снижения вибрации при силовом возбуждении |
| Состав проектной группы | Савельев А.В. |

4.1.1. Дерево целей проекта

Результат этапа 2 представлен на рисунке 22.

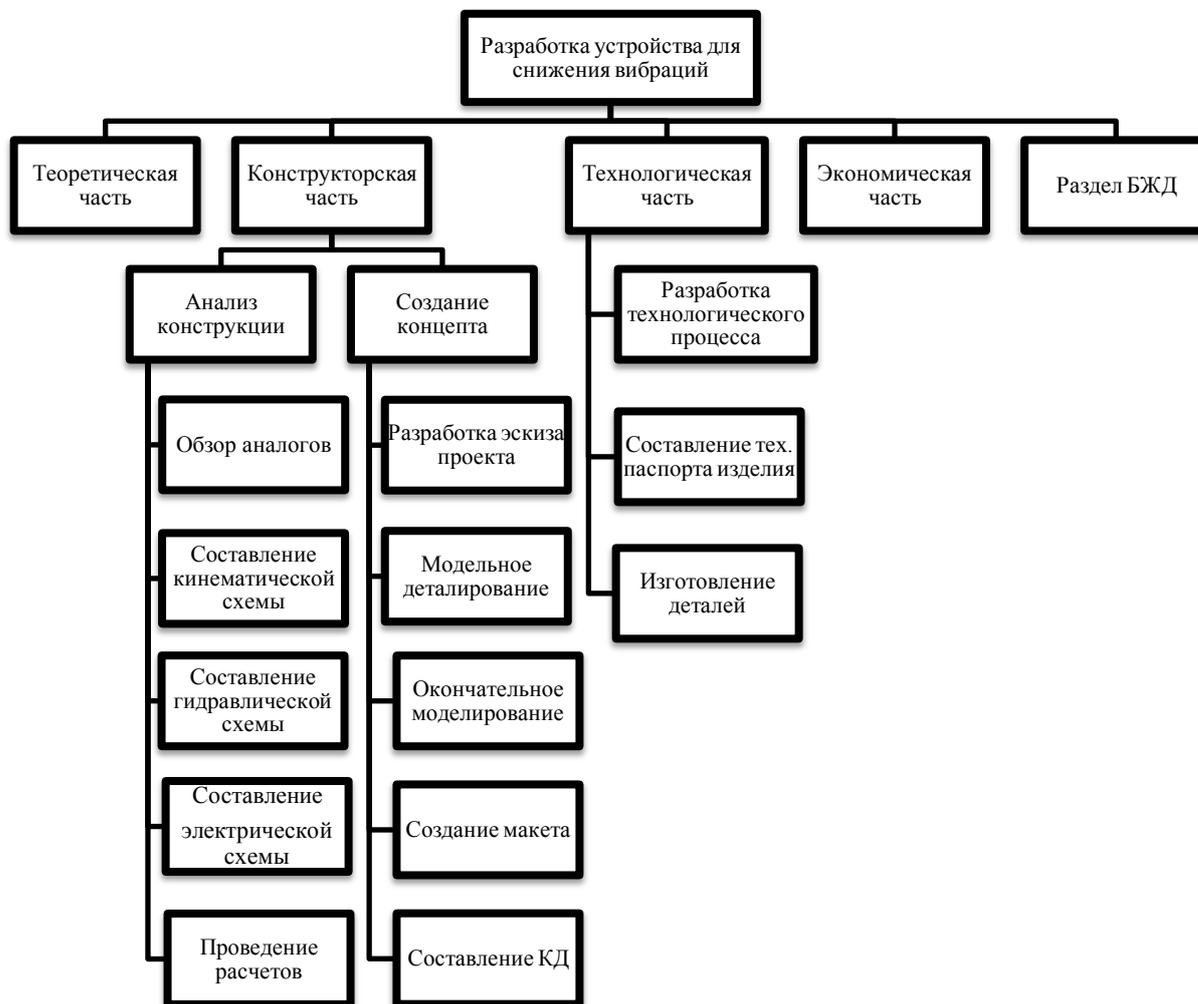


Рисунок 22 – Дерево целей проекта

4.1.2. SWOT-анализ проекта

Результат этапа 3 представлен в таблице 9.

Таблица 9 – SWOT – анализ проекта

| Внешние факторы | Внутренние факторы | |
|---|--|--|
| | Сильные стороны проекта: | Слабые стороны проекта: |
| | 1. Относительная простота проектирования 2. Наличие легкодоступных запасных деталей | 1. Большие габариты 2. Сложность изготовления некоторых комплектующих деталей 3. Затраты на изготовление |
| Возможности: 1. Простота в использовании 2. Долговечность службы | Повышение точности и производительности токарной обработки | Трудоемкость изготовления некоторых комплектующих деталей |
| Угрозы: 1. Малый спрос 2. Узкоспециализированное направление | Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами проекта | Ввиду присутствия на рынке аналогов и трудозатратности проекта может наблюдаться низкий спрос |

Оценка конкурентоспособности экспертным методом

Методика оценки конкурентоспособности:

- Определить критерии конкурентоспособности, по которым будет производиться оценка

- Составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности» (таблица 10).
- Определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-бальная шкала).
- Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл.
- Определить оценочную шкалу важности фактора (1-5-бальная шкала).
- Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл.
- Расставить баллы по всем факторам и по важности факторов.
- Рассчитать весовой коэффициент по каждому фактору.
- Умножить полученные весовые коэффициенты на оценку эксперта (от 1 до 10) и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта.
- По результатам расчетов сделать выводы и построить многоугольник конкурентоспособности (рисунок 23).

Таблица 10 – Оценка конкурентоспособности

| № п/п | Товары конкуренты | Факторы конкурентоспособности товаров | | | | | | Итоговая оценка |
|----------|-------------------------|---------------------------------------|------------|------------|--------------|---------------|----------------|--------------------|
| | | Цена | Габариты | Дизайн | Обслуживание | Эффективность | Макс. нагрузка | |
| 1 | ООО «Остек-АртТул» | 6/ 0,96 | 9/ 1,44 | 9/1,08 | 4/ 0,8 | 5/ 1 | 4/ 0,64 | 5,92 |
| 2 | ООО «СЕРНИЯ Инжиниринг» | 5/0,8 | 9/1,44 | 7/ 0,84 | 5/1 | 5/1 | 6/ 0,96 | 6,04 |
| 3 | Проект | 8/ 1,28 | 5/ 0,8 | 3/ 0,36 | 9/1,8 | 8/ 1,6 | 10/1,6 | 7,44 |
| | b_j | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 25 |
| | w_j | 0,16 | 0,16 | 0,12 | 0,2 | 0,2 | 0,16 | 1 |

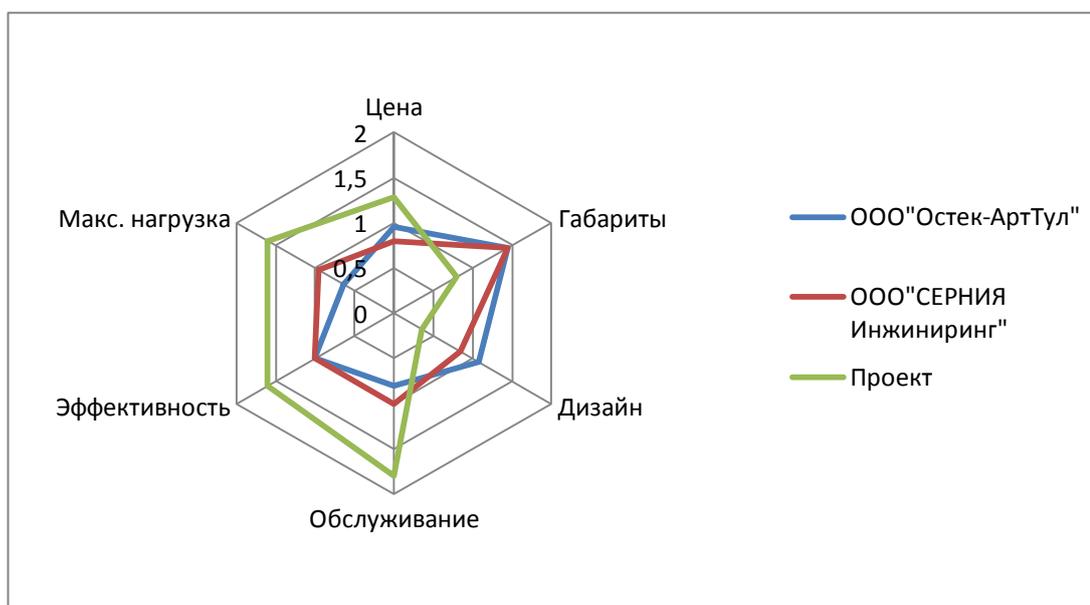


Рисунок 23 – Многоугольник конкурентоспособности

В ходе оценки конкурентоспособности проекта экспертным методом было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (дизайн, габариты), но при этом имеет свои преимущества перед ними (цена, обслуживание, макс. нагрузка, эффективность). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями установок по виброзащите технологического оборудования.

4.2. Планирование проекта

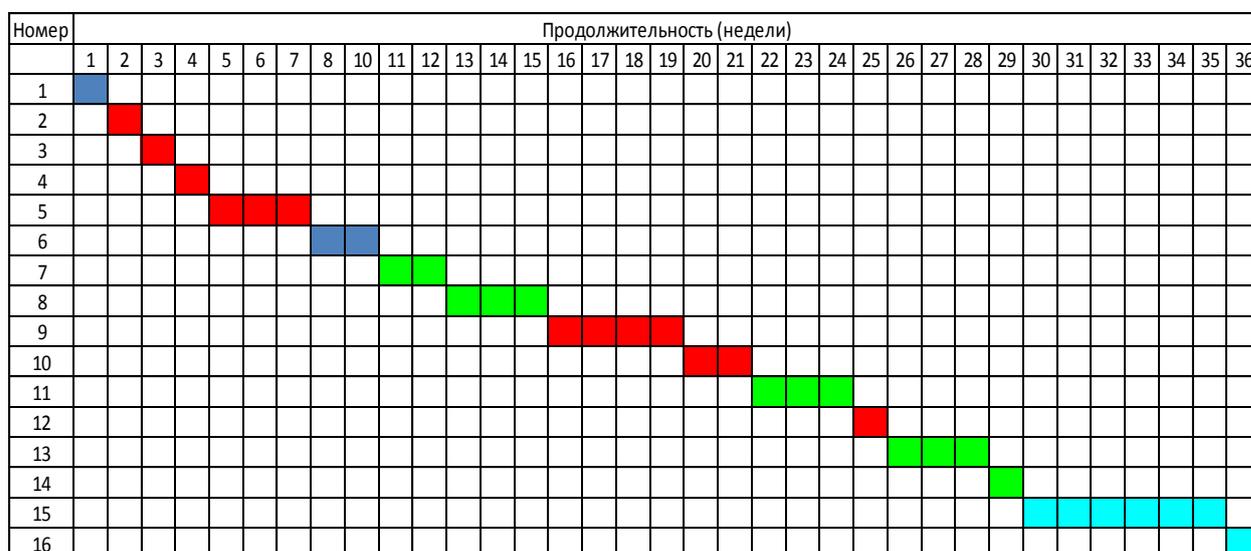
1. На основании задания №1 (дерево целей проекта) составлена табличная модель, определены основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения. Результаты сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Работы при реализации проекта

| Номер | Наименование | Продолжительность, недели | Ресурсы |
|-------|-----------------------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | Обзор аналогов | 1 | Менеджер |
| 2 | Составление кинематической схемы | 1 | Конструктор |
| 3 | Составление гидравлической схемы | 1 | Конструктор |
| 4 | Составление электрической схемы | 1 | Конструктор |
| 5 | Разработка эскиза | 3 | Конструктор |
| 6 | Экономическая часть | 2 | Менеджер |
| 7 | БЖД | 2 | Технолог |
| 8 | Произведение технических расчетов | 3 | Технолог |
| 9 | Модельное детализирование | 4 | Конструктор |
| 10 | Окончательное моделирование | 2 | Конструктор |
| 11 | Создание макета | 3 | Технолог |
| 12 | Составление КД | 1 | Конструктор |
| 13 | Составление тех. процесса | 3 | Технолог |
| 14 | Составление тех. паспорта | 1 | Технолог |
| 15 | Изготовление деталей | 6 | Рабочие |
| 16 | Сборка | 2 | Рабочие |

На основании составленной табличной модели построен график Ганта (таблица 12).

Таблица 12 – График Ганта



| | |
|--|-------------|
| | Менеджер |
| | Конструктор |
| | Технолог |
| | Рабочие |

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 252 дня.

4.3. Оценка рисков проекта

Риск – это возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой возникновение различного рода потерь. Единой классификации рисков проекта не существует. Можно выделить следующие основные группы рисков, присущие практически всем проектам: маркетинговые, политические, экономические, кадровые, социальные, организационные, технологические, экологические, финансовые, технические.

1. Определим основные группы рисков проекта, опишем, в чем заключается каждая группа рисков. Результат этапа 1 представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Определение рисков

| № п/п | Наименование риска | Описание риска |
|-------|--------------------|---|
| 1 | Политические | Политическая нестабильность – невозможность закупки некоторых компонентов изделия вследствие введения санкций |
| 2 | Экономические | Колебания курса валют – повышения реальной стоимости ввозимых из-за границы комплектующих, вследствие падения курса национальной валюты |
| 3 | Социальные | Ухудшение здоровья сотрудников вследствие воздействия вредных факторов производства – увеличение социальных отчислений |
| 4 | Экологические | Стихийные бедствия – задержка поставок комплектующих изделия вследствие аномально высоких осадков (снег) |
| 5 | Финансовые | Риск неполучения ожидаемых доходов от реализации продукта – как следствие: уменьшение заработной платы сотрудникам, задолженность перед арендодателями. |
| 6 | Маркетинговые | Потеря позиций на рынке – потеря потребителей |
| 7 | Кадровые | Нехватка специалистов на рынке труда – невозможность выполнения некоторых стадий проекта |
| 8 | Технологические | Недобросовестность поставщика оборудования – срыв сроков поставок |

2. Выполним оценку вероятности риска по шкале вероятности риска (таблица 14) и шкале оценки уровня потерь (таблица 15). Результат этапа 2 представлен в таблицах 16 и 17.

Таблица 14 – Шкала оценки вероятности риска

| Оценка вероятности риска | |
|--------------------------|---|
| Вероятность | Значение |
| Нулевая | Нет никаких шансов, что событие произойдет. |
| Низкая | Вероятность того, что это событие произойдет, лежит в диапазоне от 1 до 40%. |
| Средняя | Вероятность того, что это событие произойдет, лежит в диапазоне от 41 до 70%. |
| Высокая | Вероятность того, что это событие произойдет, лежит в диапазоне от 71 до 99%. |

Таблица 15 – Шкала оценки уровня потерь

| Оценка уровня потерь | |
|----------------------|--|
| Уровень потерь | Значение |
| Нулевой | Даже если данное событие произойдет, оно не повлечет за собой никаких потерь. |
| Низкий | Потери проекта в случае этого события незначительны, но заметны как для заказчика, так и для спонсора. |
| Средний | Потери проекта в случае, если это событие произойдет, значительны, могут привести к нарушению критериев приемки заказчиком, выходя за временные или бюджетные рамки. |
| Высокий | Потери проекта в случае, если это событие произойдет, существенны, могут поставить проект под серьезную угрозу или совсем провалить его. |

Таблица 16 – Оценка вероятности риска

| № п/п | Наименование риска | Оценка вероятности риска (низкая, средняя, высокая) |
|----------|-----------------------|--|
| 1 | Политические | Низкая |
| 2 | Экологические | Низкая |
| 3 | Экономические | Средняя |
| 4 | Финансовые | Низкая |
| 5 | Маркетинговые | Высокая |
| 6 | Технологические | Средняя |
| 7 | Кадровые | Средняя |
| 8 | Социальные | Низкая |

Таблица 17 – Оценка уровня потерь

| № п/п | Наименование риска | Оценка уровня потерь (низкий, средний, высокий) |
|----------|-----------------------|--|
| 1 | Политические | Низкий |
| 2 | Экологические | Средний |
| 3 | Экономические | Высокий |
| 4 | Финансовые | Высокий |
| 5 | Маркетинговые | Высокий |
| 6 | Технологические | Средний |
| 7 | Кадровые | Средний |
| 8 | Социальные | Низкий |

3. Заполним таблицу «Матрица вероятности рисков/потерь» на основе выполненной оценки вероятности риска и уровня потерь.

Таблица 18 – Матрица вероятности рисков/потерь

| Матрица вероятности рисков/потерь | | | | |
|--|---------|----------------|---------|--------|
| | | Уровень потерь | | |
| | | Высокий | Средний | Низкий |
| Вероятность | Высокая | 5 | | |
| | Средняя | 3 | 6,7 | |
| | Низкая | 4 | 2 | 1,8 |

Красная область – высокий риск;

Желтая область – существенный риск;

Синяя область – умеренный риск;

Зеленая область – незначительный риск.

4. Разработаем мероприятия по снижению рисков. Результат этапа 4 представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Основные мероприятия по снижению риска

| № п/п | Наименование риска | Мероприятия по снижению риска |
|-------|--------------------|--|
| 1 | Политические | Замена необходимых компонентов отечественными аналогами |
| 2 | Экологические | Разработка альтернативных логистических схем (водный транспорт, воздушный) |
| 3 | Экономические | Перенос производства в другую страну с более стабильной экономикой |
| 4 | Финансовые | Создание резервного фонда |
| 5 | Маркетинговые | Заключение долгосрочных договоров купли-продажи с покупателями (1-5 лет) |
| 6 | Технологические | Организация вспомогательного производства |
| 7 | Кадровые | Заключение целевых договоров с учебными заведениями на подготовку специалистов |
| 8 | Социальные | Проведение профилактических и оздоровительных мероприятий среди персонала |

4.4. Составление матрицы ответственности проекта

Матрица ответственности определяет степень ответственности каждого члена проектной команды за выполнение отдельных этапов и задач проекта.

Методика ARCI:

Ответственный (Accountable) – несет полную ответственность за выполнение этапа/задачи, имеет право принимать решения о способе выполнения. В качестве ответственного за задачу может назначен только один человек.

Исполнитель (Responsible) – выполняет задание, не несет ответственности за выбор способа его решения, но несет ответственность за качество и сроки выполнения. У каждой задачи должен быть хотя бы один исполнитель.

Консультант (Consult before doing) – дает консультации в процессе решения проектных задач проекта, контролирует качество выполнения.

Наблюдатель (Inform after doing) – может дать консультацию в ходе решения задач проекта, не несет ответственности.

На основании задания №1 (дерево целей проекта) и №3 (работы при реализации проекта) была составлена матрица ответственности проекта: был составлен список мероприятий, составлен список участников проекта, и степень ответственности за каждый вид работ по участникам проекта. Результат представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Матрица ответственности проекта

| Перечень работ/ Участники проекта | Должность 1 | Должность 2 | Должность 3 | Должность 4 |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Работа 1 | И, О | К | К | |
| Работа 2 | Н | И, О | | |
| Работа 3 | Н | И, О | | |
| Работа 4 | Н | И, О | | |
| Работа 5 | К | И, О | | |
| Работа 6 | К | И, О | Н | |
| Работа 7 | И, О | Н | Н | |
| Работа 8 | О | К | И | |
| Работа 9 | | К | И, О | |
| Работа 10 | Н | И, О | К | |
| Работа 11 | Н | И, О | К | |
| Работа 12 | О | К | И | |
| Работа 13 | | И, О | Н | |
| Работа 14 | | Н | И, О | |
| Работа 15 | | К | И, О | |
| Работа 16 | | Н | О | И |
| Работа 17 | | Н | О | И |

Примечание:

О – ответственный;

И – исполнитель;

К – консультант;

Н – наблюдатель;

Работа 1 – обзор аналогов;

Работа 2 – составление кинематической схемы;

Работа 3 – составление гидравлической схемы;
Работа 4 – составление электрической схемы;
Работа 5 – разработка эскиза;
Работа 6 – концептуальное моделирование;
Работа 7 – экономическая часть;
Работа 8 – БЖД;
Работа 9 – производство технических расчетов;
Работа 10 – модельное детализирование;
Работа 11 – окончательное моделирование;
Работа 12 – создание макета;
Работа 13 – составление КД;
Работа 14 – составление тех. процесса;
Работа 15 – составление тех. паспорта;
Работа 16 – изготовление деталей;
Работа 17 – сборка;
Должность 1 – менеджер;
Должность 2 – конструктор;
Должность 3 – технолог;
Должность 4 – рабочие.

4.5. Расчет затрат на проект

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

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

4.5.1. Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, сортовой прокат, стандартные изделия и т.п.

Таблица 21 – Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, руб. |
|-----------------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------|
| Электродвигатель 2.2кВт | шт. | 1 | 16000 | 16000 |
| Гидроаккумулятор | шт. | 1 | 2000 | 2000 |
| Насос ручной гидравлический | шт. | 2 | 2990 | 5980 |
| Гидронасос аксиально поршневой | шт. | 1 | 12900 | 12900 |
| Бак металлический 300л. | шт. | 1 | 2000 | 2000 |
| Манометр | шт. | 3 | 2100 | 6300 |
| Масло «ВМГЗ» | литр | 300 | 17 | 5100 |
| Пластина железная | м ² | 1 | 3300 | 3300 |
| Вибропреобразователь «АР2037-100» | шт. | 1 | 34200 | 34200 |
| Чугун | кг | 80 | 7 | 560 |
| Рукав высокого давления | шт. | 15 | 131 | 1965 |
| Штуцер для РВД | шт. | 20 | 41 | 820 |
| Тройник для РВД | шт. | 10 | 52 | 520 |
| Итого, руб. | | | | 91645 |

4.5.2. Основная заработная плата исполнителей проекта

Расчет включает в себя основную заработную плату $Z_{осн}$ и дополнительную заработную плату $Z_{доп}$:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}.$$

Дополнительная заработная плата составляет 12–20% от $Z_{осн}$.

Основная заработная плата работника:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, *раб. дн.* (таблица 12);

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

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

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

при отпуске в 28 раб. дней $M=11$ месяцев, 5 – дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M=10$ месяцев, 6 – дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн..

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, принимаем 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Дополнительная заработная плата

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя)

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 16000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 31200 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{31200 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1560 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1560 \cdot 33 = 51480 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 51480 = 6949,8 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя)

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1657,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1657,5 \cdot 32 = 53040 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 53040 = 7160,4 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы менеджера (пятидневная рабочая неделя)

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 21000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 40950 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{40950 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2047,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2047,5 \cdot 6 = 12285 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 12285 = 1658,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочего (шестидневная рабочая неделя)

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 14000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 27300 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{27300 \cdot 10}{365 - 117 - 56} = 1421,9 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1421,9 \cdot 32 = 45500 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 45500 = 6142,5 \text{ руб.}$$

Таблица 22 – Расчет заработной платы работников

| Исполнитель проекта | $Z_{\text{тс}}$ 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. | $k_{\text{д}}$ | $Z_{\text{доп}}$ руб. | Итого, руб. |
|------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Конструктор | 16000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 31200 | 1560 | 33 | 51480 | 0,135 | 6949,8 | 58429,8 |
| Технолог | 17000 | | | | 33150 | 1657,5 | 32 | 53040 | | 7160,4 | 60200,4 |
| Менеджер | 21000 | | | | 40950 | 2047,5 | 6 | 12285 | | 1658,5 | 13943,5 |
| Рабочий | 14000 | | | | 27300 | 1421,9 | 32 | 45500 | | 6142,5 | 51642,5 |

4.5.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 23 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель проекта | Основная заработная плата, <i>руб.</i> | Дополнительная заработная плата, <i>руб.</i> |
|---|---|---|
| Конструктор | 51480 | 6949,8 |
| Технолог | 53040 | 7160,4 |
| Менеджер | 12285 | 1658,5 |
| Рабочий | 45500 | 6142,5 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 0,3 | |
| Итого | | |
| Конструктор | 17528,94 | |
| Технолог | 18060,12 | |
| Менеджер | 4183,05 | |
| Рабочий | 15492,75 | |

4.5.4. Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы:

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot K_{\text{нр}},$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{\text{нак}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16,$$

$$Z_{\text{нак}} = (91645 + 162305 + 21911,2 + 55264,86) \cdot 0,16 = 52980,2 \text{ руб.}$$

4.5.5. Формирование затрат на проект

Определение бюджета на проект приведено в таблице 24.

Таблица 24 – Бюджет затрат на проектирование вибростенда

| Наименование | Сумма, руб. | В % к итогу |
|------------------------------------|-------------|-------------|
| Материальные затраты проекта | 91645 | 23,9 |
| Затраты по основной зарплате | 162305 | 42,3 |
| Затраты по дополнительной зарплате | 21911,2 | 5,7 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 55264,86 | 14,4 |
| Накладные расходы | 52980,2 | 13,7 |
| Бюджет затрат на проектирование | 384106,26 | 100 |

Бюджет всех затрат проекта равен 384106,26 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляет затраты по основной зарплате (42,3 %).

5. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|---------------|---------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 8Л5Б | Савельеву Алексею Владимировичу |

| | |
|---------------------|---------------------------|
| Школа | Отделение (НОЦ) |
| Уровень образования | Направление/специальность |
| Бакалавр | 15.03.01 Машиностроение |

Тема ВКР:

| | |
|---|---|
| Виброзащита технологического оборудования при силовом возбуждении | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. | Виброзащита технологического оборудования при силовых воздействиях. |
| 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. | <p>Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 27.12.2018)</p> <p>ГОСТ 12.2.049-80</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014</p> <p>ГОСТ 12.1.006-84</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90</p> <p>ГОСТ 12.1.029-80</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81</p> <p>ГОСТ 12.1.019-2017</p> <p>ГОСТ 17.1.3.06-82</p> <p>ГОСТ 17.1.3.13-86</p> <p>ГОСТ Р 22.0.01-2016</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.566–96.</p> <p>СП 52.13330.2016 <i>Естественное и искусственное освещение.</i></p> |
| <p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p> | <p>Повышенный уровень вибрации</p> <p>Повышенный уровень шума</p> <p>Недостаточная освещенность</p> <p>Отклонение показателей микроклимата от нормы</p> <p>Электрический ток</p> |
| <p>3. Экологическая безопасность:</p> | <p>Пролив масла в случае выхода из строя рукавов высокого давления</p> |

| | |
|--|----------------------|
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Возникновение пожара |
|--|----------------------|

| | |
|--|-------------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 22.03.2019 |
|--|-------------------|

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 |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 8Л5Б | Савельев Алексей Владимирович | | |

Введение

Цель современного производства, это увеличение объемов изготовленных товаров при минимизации затрат. С одной стороны, идет повышение комфортности существования человечества, а с другой стороны, производственные процессы зачастую являются источниками опасности для человечества в целом.

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, возникающие при производственных процессах, а также мероприятия по снижению вредных факторов на окружающую среду и человека.

В данной работе представлена разработка конструкции для снижения ударно-вибрационных нагрузок. При изготовлении и сборке конструкции, можно столкнуться с множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить.

Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 27.12.2018) – законодательный акт о труде, устанавливающий права и обязанности работника и работодателя, регулирующий вопросы охраны труда.

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Настоящий стандарт устанавливает понятийную и терминологическую систему опасных и вредных факторов производственной среды и трудового процесса, основы и содержание классификации опасных и вредных производственных факторов.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. – Настоящий стандарт устанавливает принципы обеспечения безопасности и сохранения здоровья работников при воздействии на них шума в нормальных условиях рабочего процесса и общие требования к оценке этого воздействия.

ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – Настоящий стандарт распространяется на рабочие места, на которых человек подвергается воздействию вибрации, машины и оборудование, и технологические процессы, являющиеся источниками вибрации, и устанавливает общие требования к обеспечению вибрационной безопасности труда.

ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Настоящий стандарт относится к группе стандартов в области электробезопасности, регламентирующих общие требования и номенклатуру видов защиты и применяемых для электроустановок и электрооборудования на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации.

ГОСТ Р 22.0.01-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения. – Настоящий стандарт устанавливает основные положения комплекса национальных стандартов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и определяет цели и основные задачи комплекса.

СП 52.13330.2016 *Естественное и искусственное освещение*. – Свод правил устанавливает нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий и сооружений, а также нормы искусственного освещения селитебных территорий, площадок предприятий и мест производства работ вне зданий. [10]

5.2. Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке конструкции и проведении исследований в лаборатории по снижению вибраций, возникающих при силовых воздействиях.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в виде таблицы.

Таблица 25 – Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|--|-------------|--------------|----------------------------|--|
| | Разработка | Изготовление | Проведение исследований | |
| 1.Повышенный уровень вибрации | | | + | ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования. |
| 2.Повышенный уровень шума | | | + | ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. |
| 3.Недостаточная освещенность | + | + | + | СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. |
| 4.Отклонение показателей микроклимата от нормы | + | + | + | СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. |
| 5.Электрический ток | | + | + | ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. |

5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Анализ вредных факторов при эксплуатации объекта исследования. В процессе работы устройства могут возникнуть опасные и вредные производственные факторы:

- повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте;
- недостаточная освещенность;
- отклонение показателей микроклимата от нормы;
- электрический ток.

5.3.1. Повышенный уровень вибрации на рабочем месте

К повышенному уровню вибрации приводят неисправности: выход из строя рукавов высокого давления, несвоевременная смазка подвижных частей станка.

Организм человека по-разному реагирует на вибрацию разного уровня. Вибрация создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие, способен увеличивать содержание в крови гормонов стресса даже во время сна. [9]

Согласно «ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.» приведены следующие уровни вибраций (дБ):

- Нормальный уровень вибрации: до 20-25 дБ.
- Повышенный уровень вибрации: 40-45 дБ.
- Вредный уровень вибрации: 60-65 дБ.
- Опасный уровень вибрации: более 80 дБ.

Вибрации уровня 80-95 дБ при длительном воздействии приводят к заболеванию суставов и тела (виброблезнь). Повышенные вибрации приводит к психологическому дискомфорту работника, вызывает поражение

нервной системы и суставов. В работе применяются коллективные методы защиты оператора от действия уровня вибрации на организм человека:

- рациональное размещение специального оборудования устройства;
- оптимальные режимы работы установки.

Для уменьшения вибрации необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, производить смазывание трущихся поверхностей. Колебания конструкции уменьшаются. Индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

5.3.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Источником шума в цехе является работающее оборудование. В данной установке по снижению вибраций присутствуют такие элементы, как электродвигатель и пульсатор, создающие повышенный уровень шума.

Шум неблагоприятно сказывается на состоянии работника, что в свою очередь приводит к быстрой утомляемости. Продолжительное влияние шума снижает производительность физического труда на 10%, а умственного – более чем на 40%. [10]

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» уровень шума в помещениях лабораторий с шумным оборудованием не должен превышать 38-86 дБ в полосе частот 31,5-8000 Гц.

Наиболее эффективным способом борьбы с шумом является его устранение у самого источника образования, то есть, в конструкции машин, агрегатов и оборудования. Коллективная защита от шума достигается изменением технологических процессов и заменой шумового оборудования на бесшумное. Также, шумоподавление достигается различными средствами звукопоглощения (глушители, капоты, кожухи и т.д.).

Индивидуальные средства защиты: шумоизоляционные беруши, наушники.

Общий уровень шума при исследовании составляет, примерно 37 дБ. Данный показатель соответствует допустимому.

5.3.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочего места имеет большое значение. Задачи организации освещённости рабочих мест следующие: уменьшение напряжения и утомляемости органов зрения.

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, т.е., определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, в результате усилий, направленных на выявление четких или сомнительных сигналов. [11]

Работая с плохим освещением или низких уровней, люди могут чувствовать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. Таким образом, становится, очевидно, что неправильное освещение представляет значительную угрозу для здоровья работников.

Утомление органов зрения может быть связана как с низкой освещенностью, так и с чрезмерной освещением, а также с неправильным направлением света. [11]

Освещение должно быть равномерным и устойчивым, иметь правильное направление светового потока, исключить ослепляющее действие света и образование резких теней. Особенно важно обеспечить искусственное освещение в месте, где установлена конструкция, так как в ней имеются вращательные элементы, которые могут привести к опасным последствиям.

Защита оператора конструкции от недостаточной освещенности. Нормальное освещение достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

Исследование проводится в корпусе 16А Томского политехнического университета в аудитории №104. Данное помещение, площадью 54м² имеет 4 оконных проема, общая площадь которых составляет 12м². Также в аудитории установлено 6 люминесцентных светильников с зеркальной отражающей решеткой. В каждом светильнике – 4 лампы по 18 Ватт.

Такое освещение не представляет угрозу для здоровья работников, так как обеспечивает допустимое значение освещенности рабочей зоны.

5.3.4. Отклонение показателей микроклимата от нормы

Микроклимат рабочей зоны оператора определяется действующими на организм человека показателями:

- температуры
- влажности
- скорости движения воздуха

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье. Температура на рабочем месте оператора важный показатель комфортности. Если в лаборатории, где проводят исследования, установлена некачественная система отопления, оператор будет постоянно страдать от переохлаждения, частые простудные заболевания, инфекционные болезни и т.д. Длительное воздействие высоких температур при повышенной влажности может привести к перегреву организма, а пониженные температуры при повышенной влажности, могут привести к переохлаждению. Недостаточная влажность, может негативно сказаться на организме, вызывая высыхание и растрескивание кожи и слизистых оболочек. К мерам по улучшению воздушной среды в производственной зоне относятся: правильная организация вентиляции воздуха, обогрев помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. [12]

Для нормализации показателей микроклимата в цехе должны применяться средства защиты: отопление и вентиляция воздуха. Индивидуальные средства защиты: специальная одежда и обувь.

В аудитории, где проводится исследование, площадью 54 м², установлена отопительная система и система вентиляции. Для комфортной температуры в помещении установлено 5 алюминиевых радиаторов высотой 50 см, общее количество секций составляет 30. Для организации максимально правильно воздухообмена в аудитории установлена приточно-вытяжная вентиляция. Такая система решает проблему не только с воздухообменом, но и с фильтрацией, регулированием температуры и влажности в помещении.

5.3.5. Электрический ток

Электробезопасность в данной работе, одна из приоритетных задач, так как конструкция работает за счет электродвигателя.

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения или источники тока, которые могут вызвать протекание тока через части тела, попавшие под напряжение. При увеличении тока более 1 мА человек начинает чувствовать себя некомфортно, возникают болезненные мышечные сокращения, при увеличении тока до 13–15 мА происходит судорожное сокращение мышц, воздействие электрического тока более 30 мА вызывает паралич мышц органов дыхания. [13]

Главным показателем электрооборудования конструкции является напряжение электродвигателя. Для защиты от поражения электрического тока необходимо устанавливать технические средства защиты: электрическое разделение сети, защитное заземление, защитное отключение. Необходимо соблюдать рекомендации по технике безопасности.

Поломка устройства. Если на металлических частях станка обнаружено: нагревание или плавление корпуса, искрение электрооборудования, обрыв питающего кабеля, необходимо остановить работу, доложить о случившемся. Без указаний или присутствия руководителя к работе приступать запрещено.

Сотрудник, до допуска к самостоятельной работе должен пройти инструктаж и проверку знаний по электробезопасности и других нормативно-технических документов, а также обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях.

5.4. Экологическая безопасность

При исследовании воздействия разрабатываемого устройства на окружающую среду было выявлено, что основным источником загрязнения атмосферы и литосферы является пролив масла в случае выхода из строя рукавов высокого давления, что способно оказывать негативное влияние на здоровье человека и окружающую природную среду.

Анализ воздействия объекта на атмосферу. Разработанное устройство в процессе работы не оказывает влияния на атмосферу. Однако при испарении смазывающей жидкости в процессе трения или хранения выделяются незначительные объемы синтетических масел. Данное химическое соединение, попадая в атмосферу, образует достаточно токсичные соединения. Основными загрязнителями атмосферы являются химические вещества. Помимо синтетических масел при испарении в атмосферу попадает пары тяжелых металлов, которые распространяются по воздуху, вступая в химические реакции с другими элементами, тем самым создают не высокую угрозу для живых организмов. Для защиты атмосферы от испарения смазывающей жидкости устанавливают специальные герметические конструкции, которые не позволяют распространяться

химической реакции в атмосфере. Таким образом, все химические реакции происходят внутри специальной конструкции.

5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При эксплуатации устройства снижающего вибрационные нагрузки, возможны следующие ЧС: возникновение пожара. Возгорание стенда практически невозможно, однако возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: возникновение короткого замыкания в электропроводке, вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электrorаспределительных щитов.

Для защиты и уменьшения вреда жизни и здоровья, из-за пожара необходимо выполнять комплекс профилактических мероприятий, направленных на предупреждение или устранение пожара.

К пожарно-профилактическим мероприятиям относятся:

- надзор за выполнением правил технической эксплуатации устройства;
- проверка наличия и исправности первичных средств пожаротушения;
- прохождение противопожарного инструктажа.

При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар, и принять меры по ликвидации пожара с помощью первичных средств пожаротушения. В случае неисправности устройства или аварии необходимо её устранить и сообщить в соответствующие службы. В соответствии с правилами, разработанное устройство, относится к наименее опасной категории с пониженной пожароопасностью, потому что, оно не имеет горючих веществ и все рабочие узлы, и материалы находятся в относительно, холодном состоянии.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители для тушения пожаров в помещении с электрооборудованием. Для тушения электроустановок, кабелей и проводов, находящихся под напряжением до 10 кВ используются углекислотные огнетушители (ОУ), которые размещены в аудитории непосредственно вблизи электрических щитов в количестве 4 шт.

Вывод по разделу

В данном разделе были подробно разобраны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности сотрудников касательно проектирования конструкции по снижению ударно-вибрационных нагрузок. Произведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в результате работы над исследованием по снижению вибраций при силовых воздействиях. Также, было показано, как предотвратить возникновение опасных факторов и теоретически возможных чрезвычайных ситуаций.

Практическая значимость полученных нами данных о социальной ответственности состоит в понимании вредных и опасных факторов с которыми могут столкнуться работники, а также умение выйти из различных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при проведении данного исследования или при его применении на производстве.

Заключение

Современное машиностроительное производство ориентировано на внедрение высокоточного оборудования и технологических процессов. Однако процесс достижения высокой точности связан со значительными трудностями, обусловленными неблагоприятными вибрационными воздействиями природного и техногенного характера, что обуславливает актуальность разработки виброзащитных устройств.

В результате проделанной бакалаврской работы был произведен литературный обзор современных средств виброзащиты технологического оборудования, вследствие чего была предложена конструкция по снижению ударно-вибрационных нагрузок при силовых возбуждениях, а также составлен алгоритм расчета для оптимизации диссипативных параметров устройства виброзащиты. Кроме того, при выполнении конструкторской части построена гидравлическая схема стенда и произведено описание, и принцип работы данного устройства.

Также, при разработке, был произведен натурно-физический эксперимент, который помог изучить принцип работы стенда и определить степень его эффективности. При установке виброизолирующего устройства, выполненных на базе рукавов высокого давления, на объект защиты в виде основания стола, приходится, примерно, сотая часть от заданных возбуждений.

В отличие от большинства известных устройств виброгашения, данная конструкция отличается тем, что имеет возможность получить активную систему динамического гашения и регулировать диссипативные параметры устройства виброзащиты, для наибольшей эффективности.

Используемая литература

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 100 с.
2. Вибрации в технике: справочник: в 6 т. Т.6. Защита от вибрации и ударов / В.К. Асташев, И.И. Быховский, В.И. Бабицкий; под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.
3. Защита от вибрации [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Г. Кашина. – Казань: Изд-во Казанского гос. Архитект. – строит. ун-та, 2012. – 133 с. – Режим доступа: https://www.kgasu.ru/upload/iblock/cd2/up_zashita_ot_vibracii.pdf, вход свободный. – (Дата обращения 11.03.2019).
4. Смирнов А.Ю. Виброзащита оборудования с применением эластомерных материалов SYLOMER [Электронный ресурс] // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – 2012. – 1(28). – С. 46–49. – Режим доступа: http://www.acoustic.ua/img/pdfs/pdffile_825.pdf, вход свободный. – (Дата обращения 14.03.2019).
5. Средства виброзащиты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novainfo.ru/article/4867>, вход свободный. – (Дата обращения 23.03.2019)
6. Решение обобщенных задач виброзащиты и виброизоляции на основе структурных методов математического моделирования. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/reshenie-obobshchennykh-zadach-vibrozaschity-i-vibroizolyatsii-na-osnove-strukturnykh-metod>, вход свободный. – (Дата обращения 27.03.2019).
7. Виброзащита высокоточного оборудования на основе виброизоляторов квазиулевого жесткости. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://tekhnosfera.com/vibrozaschita-vysokotochnogo-oborudovaniya->

[na-osnove-vibroizolyatorov-kvazinulevoy-zhestkosti](#), вход свободный. – (Дата обращения 01.04.2019).

8. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200329>, вход свободный. – (Дата обращения 02.04.2019).

9. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>, вход свободный. – (Дата обращения 02.04.2019).

10. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>, вход свободный. – (Дата обращения 07.04.2019).

11. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>, вход свободный. – (Дата обращения 11.04.2019).

12. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200161238>, вход свободный. – (Дата обращения 12.04.2019).

13. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебное пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 36 с.

