

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 150305 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Кафедра «Автоматизации и роботизации в машиностроении»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка конструкции виброгасителя

УДК 62-752.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Ларионова Людмила Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АРМ	Мойзес Б.Б.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. менеджмент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	к.х.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АРМ	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Универсальные		
P1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры	Требования ФГОС (ОК-11, 12, 13); Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.12, 2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P2	Понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии	Требования ФГОС (ОК-5, 14, 15); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремиться к саморазвитию, повышению квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, 7, 8, 21); Критерий 5 АИОР (п.2.16), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P4	Обобщать, анализировать и систематизировать информацию, знать основные методы, способы и средства ее получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-1, 16, 17, 18, 45); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	Требования ФГОС (ОК-2, 19); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре	Требования ФГОС (ОК-3, 4, 38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, 10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
Профессиональные		
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения	Требования ФГОС (ПК-9, 10, 20, 26, 37); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК-2, 12, 23, 39, 52, 54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологические процессы изготовления машиностроительной продукции, основываясь на основных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК-1, 6, 7, 8, 21, 27, 30, 35, 40, 53, 55); Критерий 5 АИОР (п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК-4, 16, 22, 41, 42, 44); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 150305 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Кафедра «Автоматизации и роботизации в машиностроении»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Буханченко С.Е.
(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
8Н21	Ларионовой Людмиле Владимировне

Тема работы:

Разработка конструкции виброгасителя
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – конструкции динамических виброгасителей. Предмет разработки – конструкция динамического гасителя колебаний с электромагнитной составляющей. Вредного влияния на окружающую среду нет
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Анализ информационных источников 2. Разработка конструкции и модели динамического виброгасителя 3. Разработка технологического процесса изготовления детали 4. Разработка вопросов социальной ответственности и ресурсоэффективности 5. Выводы о степени достижения поставленных задач
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко В.С.
Социальная ответственность	Пустовойтова М.И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АРМ	Мойзес Б.Б.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8н21	Ларионова Л.В.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 83 страницы, 19 рисунков, 12 таблиц.

Ключевые слова: колебания, металлорежущее оборудование, виброзащита, динамический гаситель колебаний.

Объектом исследования является динамический гаситель колебания.

Предмет разработки – конструкция динамического гасителя колебания с электромагнитной составляющей.

Цель работы – разработка конструкции динамического гасителя колебаний с электромагнитной составляющей.

В процессе исследования проведён обзор методов виброзащиты, существующих моделей виброгасителей, разработана модель виброгасителя.

В результате исследований предложена конструкция и разработана модель виброгасителя, подлежащая дальнейшему исследованию.

Основные эксплуатационные характеристики: частоты гашения колебаний 5-20 Гц.

Степень внедрения: результаты работы планируется использовать при дальнейшем исследовании конструкции виброгасителя.

Область применения: защита металлообрабатывающего оборудования от вибрации.

Экономическая значимость работы заключается в определении трудоёмкости работ.

В будущем планируется провести экспериментальные исследования для установления зависимости усилия отталкивания от типа применяемого магнита и расстояния настройки груза.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 2893-82 «Канавки под упорные пружинные кольца. Кольца упорные пружинные»

ГОСТ 3.1107-81 «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения»

ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения»

ГОСТ 4010-77 «Свёрла спиральные с цилиндрическим хвостовиком»

ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

ГОСТ 12.1.029 – 80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация».

ГОСТ 12.4.051-87 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний».

ГОСТ 12.4.026-76 «Цвета и сигнальные знаки безопасности».

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

ГОСТ 12.4.011 – 89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	11
1.1. Основные методы виброзащиты.....	11
1.2. Основные типы виброгасителей.....	12
1.2.1. Виброгасители трения	13
1.2.2. Виброгасители ударного действия.....	13
1.2.3. Динамические виброгасители.....	14
1.2.4. Электромагнитные устройства виброгашения	17
1.2.5. Сравнение виброгасителей	24
2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ.....	8
2.1. Модель динамического гасителя колебаний	25
2.2. Конструкция динамического гасителя колебаний.....	26
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА	30
3.1. Проектирование технологического процесса изготовления детали	31
3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали	31
3.1.2 Выбор вида и способа получения заготовки.....	33
3.1.3 Составление технологического маршрута	33
3.1.4 Расчет припусков на обработку для размера $\varnothing 6 + 4 + 16\text{мм}$	38
3.1.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания.....	43
3.1.6. Выбор оборудования	51
3.1.7. Нормирование технологических переходов, операций	52
3.1.8. Составление программы в G-кодах.....	55
3.1.9. Расчет усилия зажима приспособления.....	56
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	58
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	66
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	81

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в машиностроительной промышленности большое внимание уделяется виброустойчивости станков. Вибрация технологического оборудования усложняет получение заданных точностных характеристик поверхности детали, приводят к волнистости, повышению наклёпа поверхностных слоёв, снижает стойкость и долговечность технологического оборудования, ограничивает скорость и глубину резания при обработке. При возникновении значительных вибраций работу, как правило, приходится прекращать.

Связанные с вибрацией и борьбой с нею вопросы имеют большое значение в различных видах машиностроения (тяжёлое, транспортное, энергетическое), приборостроении, промышленном и гражданском строительстве и других областях техники. Поэтому разработка средств и способов защиты от вибраций относится к числу важнейших научно-технических проблем в различных областях техники и производства.

В настоящее время существуют различные методы и средства борьбы с колебаниями конструкций, такие как: балансировка и уравнивание машин, являющихся источниками динамических нагрузок, отстройка от резонансов путём изменения жёсткостных и инерционных параметров конструкций, повышение амортизирующих свойств за счёт использования материалов и конструкций с высокой поглощающей способностью (специальные покрытия), применение виброизоляции и разнообразных гасителей колебаний. Каждый из этих способов имеет свою рациональную область применения. Гасители в данном списке занимают особое место благодаря тому, что их использование возможно, когда неудовлетворительные динамические качества конструкции выявлены уже в процессе её эксплуатации. Ещё одним достоинством гасителей является то, что при сравнительно малых затратах дополнительного материала они позволяют относительно просто получить желаемый эффект уменьшения уровня колебаний.

Область практического использования гасителей весьма широка. Часто применяются гасители в машиностроении. Существует много примеров использования гасителей для снижения уровня колебаний различных инженерных сооружений – мостов, зданий, стальных дымовых труб, телевизионных башен и др.

Целью данной работы является разработка динамического гасителя колебаний.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить существующие виброзащитные устройства.
2. На основе исходных данных составить математическую модель динамического гасителя колебаний (ДГК).
3. Разработать конструкцию динамического гасителя колебаний, отличающегося наличием электромагнитной системы.
4. Проанализировать работу с точки зрения социальной ответственности и ресурсоэффективности.

Противоречия, разрешаемые в работе

- между задачей разработки простой и надежной конструкцией виброгасителя и включением в его состав электромагнитной составляющей.

Методы достижения поставленной цели:

- сбор, анализ и обобщение информации по теме работы, позволившие систематизировать информацию о методах и средствах виброгашения;
- проведение аналогии, на основе которой предложена конструкция динамического гасителя колебаний с электромагнитной составляющей;
- анализ конструкций виброгасителей для разложения их на конструктивные составляющие и разработки конструкции динамического гасителя колебаний с электромагнитной составляющей.

Объектом исследования является конструкции динамических виброгасителей.

Предмет разработки – конструкция динамического гасителя колебаний с электромагнитной составляющей.

Практическая новизна работы заключается в возможности разрабатываемой конструкции виброгасителя преобразовывать механическую энергию в электрическую.

Практическая значимость работы заключается в защите металлообрабатывающего оборудования от воздействия вибрации.

Апробация работы в связи с подготовкой написания заявки на полезную модель не предусматривалась.

1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1.1. Основные методы виброзащиты

Снизить влияние колебаний на оборудование можно по следующим направлениям:

- частотная настройка (несовпадение собственной возбуждающей частоты с частотой процесса резания);
- снижение виброактивности оборудования – уменьшение уровня механических колебаний, возбуждаемых различными источниками;
- повышение жесткости технологической системы «станок-приспособление-инструмент-деталь»;
- вибродемпфирование объекта – применение в конструкции объекта демпфирующих устройств;
- динамическое гашение колебаний – применение динамических гасителей колебаний, устанавливаемых на защищаемый объект (рис. 1);
- виброизоляция – установка между защищаемым объектом и источником вибрации дополнительной системы – виброизолятора (рис. 2), защищающего объект от механических воздействий, возбуждаемых источником.



Рисунок 1. Схема динамического гашения

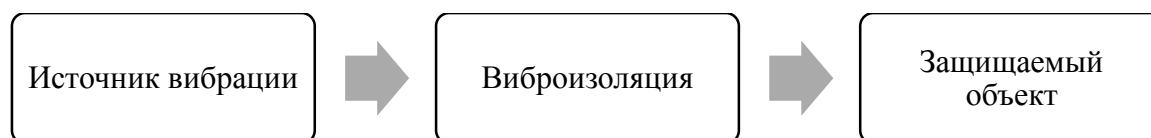


Рисунок 2 – Схема виброизоляции

В данной работе подробно рассмотрим виброгасители, а именно динамические гасители колебаний.

Ниже приведена классификация методов виброзащиты (рис. 3).

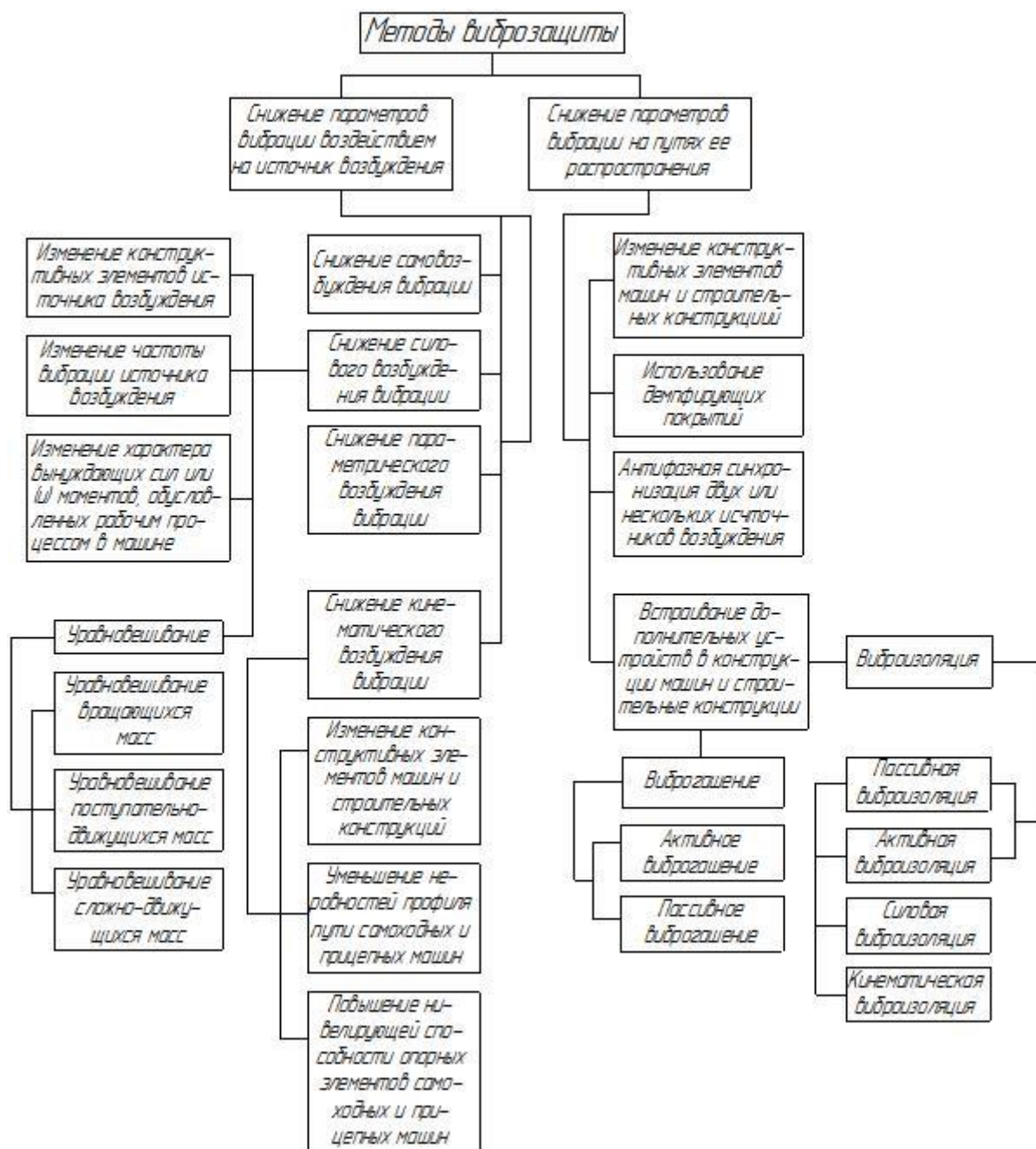


Рисунок 3 – Классификация методов виброзащиты

1.2. Основные типы виброгасителей

Наиболее распространенное техническое решение для гашения колебаний является использование виброгасителей [1–4].

Существуют три основных категории виброгасителей [1–4]:

- трения;
- ударного действия;
- динамические.

1.2.1. Виброгасители трения

В основном конструкции виброгасителей трения предназначены для гашения низкочастотных вибраций, возникающих в объекте. При этом большинство из них характеризуется низким диапазоном рабочих частот и невозможностью перенастройки частот гашения вибрации.

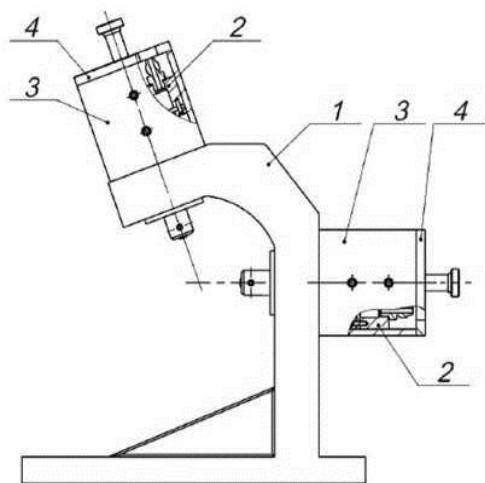


Рисунок – 4. Люнет-виброгаситель:
1 – стойка; 2, 3, 4 – поршень, корпус и
крышка гидроцилиндров

В Томском политехническом университете для расширения технологических возможностей был разработан управляемый люнет-виброгаситель для использования при обработке деталей типа валов [5, 6] (рис. 4).

На заданный диаметр обрабатываемой заготовки виброгаситель настраивается регулировочным винтом, вворачиваемым в крышку 4.

Применение данного виброгасителя при фрезерной обработке нежесткой детали дало увеличение производительности в 2-3 раза за счет снижения уровня вибрации (станок модели MCV-400, ООО ПК «МИОН» г. Томск).

1.2.2. Виброгасители ударного действия

Виброгасители ударного действия могут применяться для снижения уровня вибрации и звукового давления на более высоких частотах, по сравнению с ранее рассмотренными устройствами. При применении данных виброгасителей рассеивание энергии колебания идет за счет соударения массы виброгасителя с основной колеблющейся массой [1, 7].

Пример виброгасителя ударного действия показан на рисунке 5 [8]. Шарик 2, крышка 1 и основание 5 с усилием разжимаются пружинами 3. Резьба на основании предназначена для сборки виброгасителя с защищаемым объектом. Соударение происходит за счет регулируемого зазора Δ .

Задаваясь различными грузами, можно найти значение энергии рассеяния при разных соотношениях соударяющихся масс.

Наилучший эффект виброгашения достигается при зазоре $S=0,1 \dots 0,15$ мм и соотношениях масс гасителя и объекта $\bar{m} = 3,5$ [7].

Исследования [7] продемонстрировали значительное снижение уровня вибрации при установке виброгасителя.

1.2.3. Динамические виброгасители

Динамические гасители предназначены для гашения низкочастотных вибраций.

Динамический гаситель колебаний представляет собой устройство, в котором возникающая сила инерции уменьшает уровень вибрации защищаемой конструкции. В литературе встречаются такие названия динамических гасителей: "динамический демпфер",

"виброгаситель", "поглотитель колебаний", "амортизатор". Как правило, ДГК выполняется в виде массы (дополнительной), которая присоединяется к источнику колебаний с помощью демпфирующего и упругого элементов к защищаемой конструкции или непосредственно. Также применяются гасители с массой, подвешенной как маятник или движущейся по криволинейной поверхности. Масса гасителя – это твёрдое тело, к которому могут присоединяться съёмные грузы, либо контейнер с отдельными грузами, жидкостью, сыпучими материалами. В качестве упругих элементов используются резиновые элементы, упругие пластины или стержни, стальные пружины; для рассеяния энергии применяются материалы с повышенными диссипативными свойствами (резина, пластмассы), отрезки стальных канатов, демпферы сухого трения, гидравлические, пневматические и магнитные демпферы. [5]

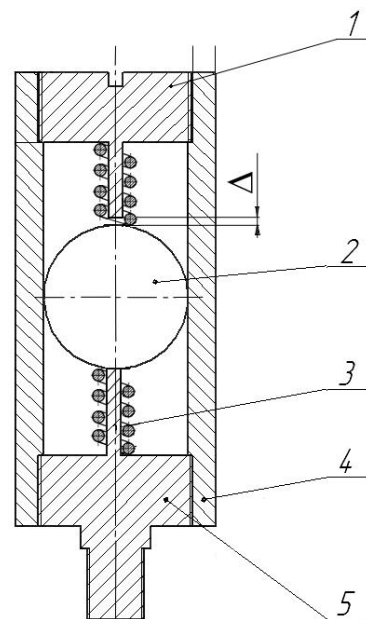


Рисунок – 5. Виброгаситель ударного действия:

1 – крышка, 2 – рабочее тело;
3 – пружина; 4 – корпус;
5 – основание

В исследованиях, проведённых в начале XX века, рассматривался ДГК без демпфирования, который настраивается на частоту вынуждающей силы. Так как такой гаситель не устраняет опасные колебания конструкции при

изменении частоты возмущения, он является узкополосным. Введение демпфирования позволяет значительно расширить полосу частот эффективной работы ДГК.

Как уже было сказано выше, метод динамического гашения колебаний заключается в присоединении дополнительных устройств к объекту виброзащиты для изменения его вибрационного состояния. Работа ДГК основывается на формировании передаваемых на объект силовых воздействий. Это отличие динамического гашения от способа уменьшения вибрации, достигаемого путём наложения на объект дополнительных кинематических связей, например, закреплением отдельных его точек.

При присоединении динамического гасителя к объекту возможно перераспределение энергии колебаний от объекта к гасителю либо повышение рассеяния колебаний. Перераспределение энергии колебаний достигается за счёт изменения настройки системы объект-гаситель относительно частот действующих вибрационных возмущений путём коррекции упругоинерционных свойств системы. Устройства, присоединяемые к объекту, называют инерционными динамическими гасителями. Их применяют для подавления моногармонических или узкополосных случайных колебаний.

При вибрациях более широкого частотного диапазона предпочтительней является второй способ, основанный на повышении диссипативных свойств системы посредством присоединения дополнительных демпфируемых элементов. Такие гасители получили название поглотителей колебаний. Возможны и смешанные способы динамического гашения, использующие одновременную коррекцию упругоинерционных и диссипативных свойств системы. В этом случае говорят о динамических гасителях с трением.

При реализации динамических гасителей противодействие колебаниям объекта осуществляется за счёт реакций, передаваемых на него присоединенными телами. По этой причине значительные усилия при ограниченных амплитудах корректирующих масс могут быть достигнуты лишь при относительно большой массе (моменте инерции) присоединенных тел,

составляющей обычно $\sim 5\text{-}20\%$ приведенной массы (момента инерции) исходной системы по соответствующей форме колебаний, В окрестности частот которой выполняется гашение.

Как правило, динамические гасители используют для достижения локального эффекта: понижения виброактивности объекта в местах крепления гасителей. Часто это может вызвать ухудшение вибрационного состояния объекта в других местах, менее ответственных.

Конструктивная реализация динамических гасителей возможна на основе пассивных и активных элементов. Говоря об активных элементах имеют в виду системы автоматического регулирования, использующие электрические, гидравлические, пневматические управляемые элементы. Возможно комбинирование активных и пассивных устройств. При меняющихся вибрационных нагрузках обосновано применение активных элементов, так как они позволяют производить непрерывную подстройку параметров гасителя в зависимости от изменения нагрузки. Иногда подобный результат можно достигнуть при использовании пассивных устройств с нелинейными характеристиками.

Конструкции динамических виброгасителей, представляющих собой колебательную систему с регулируемым упругим колебательным элементом и элементом гашения, можно разделить на два типа: с невозможностью [1] и возможностью оперативного изменения частот, на которых осуществляется виброгашение [3, 4, 9, 10].

В [3, 4, 9, 10] отмечается перспективность применения последних (рис. 6). В данных виброгасителях настройка на частоту производится перемещением груза 8.

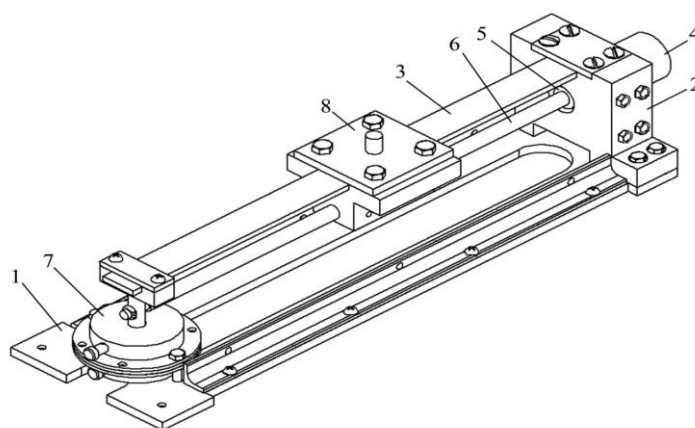


Рисунок – 6. Динамический виброгаситель:
1, 2 – основание и корпус гасителя; 3 –элемент упругий;
4 –двигатель шаговый; 5 –опора шаровая; 6 –винт
ходовой; 7 – демпфер пневматический; 8 – груз

При установке данного виброгасителя на стол обрабатывающего центра МС-032 (ООО производственная компания «МИОН», г. Томск) стойкость инструмента возросла в 1,2...1,5 раз, а шероховатость снизилась с $Rz\ 40\ \mu\text{м}$ до $Rz\ 10...15\ \mu\text{м}$.

1.2.4. Электромагнитные устройства виброгашения

Рассмотрим отдельно электромагнитные устройства виброгашения.

На рисунке 7 приведено устройство гашения колебаний исполнительных устройств промышленных роботов [11].

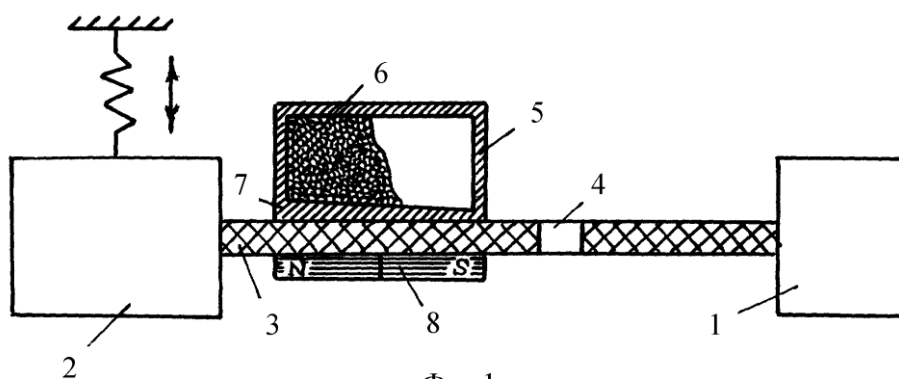


Рисунок – 7. Гаситель колебаний

Динамический гаситель колебаний работает следующим образом. При возникновении колебаний защищаемого объекта 2 масса 1 на упругой пластине 3 совершает колебания. Для гашения колебаний объекта 2 необходимо настроить гаситель изменением жесткости пластинки 3, чтобы собственная частота гасителя соответствовала частоте вынужденных колебаний объекта 2. Предварительно резервуар 5 и постоянный магнит 8 за счет сил магнитного взаимодействия ферромагнитного порошка 6 с магнитом 8 смещаются влево по пластине 3 на рисунке вне зоны паза 4. При возникновении вертикальных колебаний объекта 2 и изгибных колебаний пластинки 3 автоматически возникают горизонтальные колебания резервуара 5 относительно пластинки 3. При смещении, например, резервуара 5 смещается относительно пластинки 3, вправо, ферромагнитный порошок 6 за счет сил инерции смещается относительно резервуара 5 влево. Между ферромагнитным порошком 6 и постоянным магнитом 8 возникают сила магнитного притяжения F_{m1} , прижимающая резервуар 5 к пластине 3 и частично противодействующая его

смещению вправо. Во второй полупериод колебаний резервуар 5 смещается влево, ферромагнитный порошок 6 смещается вправо (в правую половину резервуара 5), и возникает сила магнитного притяжения F_{m2} , частично противодействующая смещению резервуара 5 влево. Т.к. толщина днища 7 резервуара 5 в его левой части больше, чем в правой, то сила магнитного притяжения $F_{m2} > F_{m1}$. Поэтому результирующая за период сила противодействия смещению резервуара 5, направленная вправо меньше, чем влево, и резервуар 5 вместе с магнитом 8 будет постепенно смещаться относительно пластинки 3 вправо. При этом резервуар 5 с магнитом 8 постепенно зажимают между собой все большую часть паза 4, плавно увеличивая жесткость на изгиб упругой пластинки 3 и соответственно собственную частоту гасителя колебаний. Такое смещение резервуара 5 продолжается при одновременном наблюдении за характером колебаний объекта 2.

На рисунке 8 показана конструкция магнитореологического виброгасителя (МРВГ), в котором используются катушки управления, расположенные на корпусе [12]. Корпус одновременно является магнитопроводом и магнитореологической суспензией, которая помещается в зазоре между подвижной массой МРВГ и катушками управления). Подача сигнала управления приводит к возникновению магнитного поля вокруг магнитопровода, что вызывает изменение вязкожесткостных свойств МРС. В магнитном поле частицы МРС образуют вдоль силовых магнитных линий прочные цепи и МРС как бы "затвердевает". Степень "затвердевания" МРС зависит от величины сигнала, подаваемого на катушки управления, что позволяет значительно расширить диапазон рабочих частот виброгасителя. При колебаниях подвижной массы МРВГ, выполненной из магнитомягкого материала, магнитный поток катушек управления, взаимодействуя с подвижной массой, изменяет диссипативно-жесткостные свойства МРС, что и приводит к изменению частотных характеристик самого МРВГ. Для предотвращения ударов и залипания подвижная масса МРВГ покрыта слоем резины.

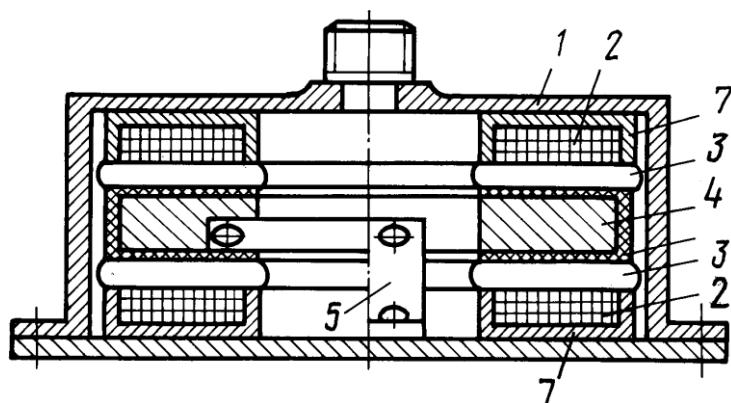


Рисунок 8 – Разрез вдоль продольной оси МРВГ

- 1 - корпус из магнитомягкого материала; 2 - катушки управления;
3 - магнитореологическая суспензия; 4 - подвижная масса;
5 - пружина; 6 - покрытие из резины; 7 - полюсные наконечники.

МРВГ состоит из герметичного корпуса 1, в котором на пружине 5 подвешена кольцеобразная подвижная масса 4 из магнитомягкого материала, покрытая тонким слоем резины 6. Сверху и снизу от подвижной массы размещены катушки управления 2 с полюсными наконечниками 7.

Для осуществления управления частотными характеристиками МРВГ применяется МРС из карбонильного железа с размерами частиц от 10 до 100 мкм. При колебаниях подвижной массы МРВГ в области резонансных частот зазор между подвижной массой 4 и корпусом каждой из катушек управления может быть равен толщине резинового покрытия. При этом магнитная индукция в зазоре будет максимальной, что приведет к возрастанию МРС до максимального значения при одновременном изменении ее диссипативно-жесткостных характеристик. Это, в свою очередь, вызовет изменение частотных характеристик МВРГ.

Следующее электромагнитное устройство (рис. 9, а) содержит параллельные основания – неподвижное 1 и подвижное 2, резиновую втулку 3, установленную между ними, со сквозным осевым отверстием 4, а также установленные на неподвижном основании 1 постоянный магнит 5 в виде полого цилиндра с осевым направлением намагниченности, concentrically охватывающий резиновую втулку 3, и цилиндрический ферромагнитный сердечник 6, свободно введенный в осевое отверстие 4 втулки 3. При этом в

тело резиновой втулки 3 завулканизированы инородные элементы в виде плоских замкнутых токопроводящих контуров 7 (рис. 9, б), равномерно распределенных по высоте втулки [13].

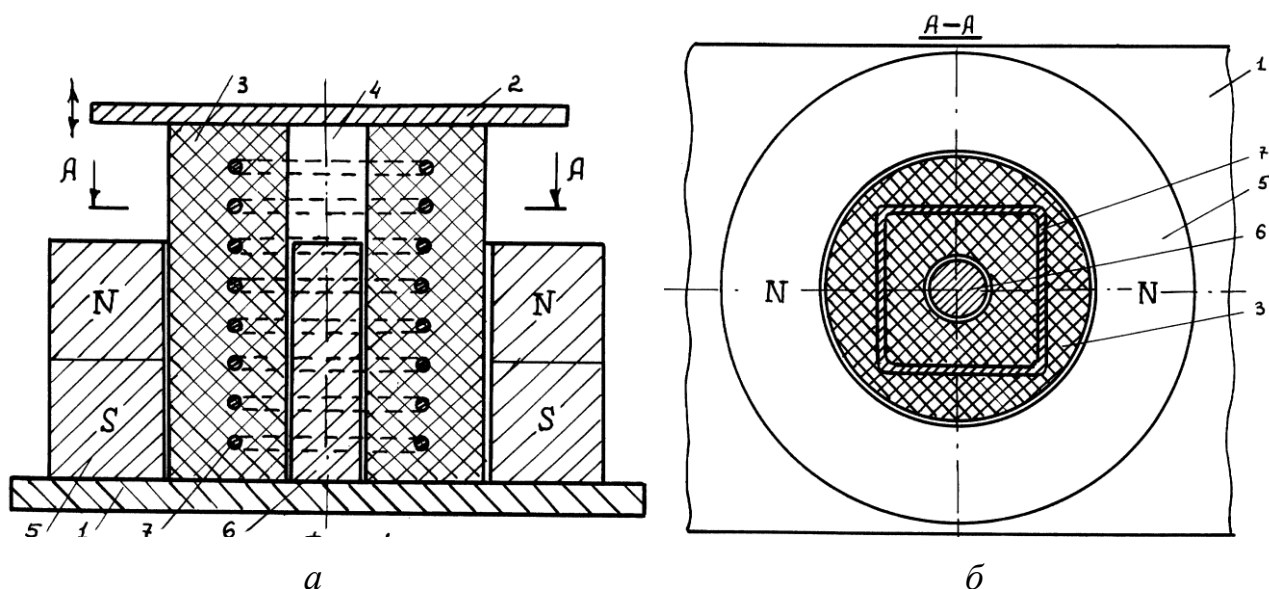


Рисунок – 9. Сущность изобретения поясняется:

а – схематичное изображение устройства, общий вид с поперечным разрезом;

б – разрез по А-А

Устройство работает следующим образом.

Магнитный поток цилиндрического постоянного магнита 5 проходит через его внутреннюю полость и замыкается от полюсов *N* и *S* через ферромагнитный сердечник 6. При этом в кольцевом зазоре между магнитом 5 и сердечником 6, то есть в месте расположения резиновой втулки 3, направление силовых линий магнитного поля радиально и противоположно по разные стороны от сердечника 6 в диаметральной направлении. Кроме того, как известно, у торцов магнита 5 на полюсах плотность силовых линий значительно выше, поэтому магнитное поле вдоль высоты магнита 5 и сердечника 6 существенно неоднородно. При совпадении частоты внешних воздействий с собственной частотой колебательной системы виброзащищаемый объект - амортизатор возникают интенсивные резонансные колебания объекта на подвижном основании 2, и, следовательно, интенсивные осевые колебания резиновой втулки 3 с замкнутыми контурами 7. При колебаниях последних в радиальном магнитном неоднородном поле в контурах 7 наводится ЭДС индукции

очевидно, что при радиально-встречном направлении силовых линий магнитного поля в зазоре ЭДС в каждой из 4-х сторон квадрата, образующих контур 7, направлены в одну и ту же сторону по обходу контура, зависящую от осевого направления движения контура - вверх или вниз - в данный полупериод колебаний, то есть ЭДС в сторонах контура складываются. В результате по контурам 7 потекут токи одного направления. Поэтому между каждой парой соседних контуров 7 возникнут притягивающие контура 7 электродинамические силы. В результате между основаниями 1 и 2 возникнет суммарное сжимающее усилие, что приведет к мгновенному скачкообразному увеличению осевой жесткости резиновой втулки 3.

Увеличение осевой жесткости втулки 3 равносильно скачкообразному увеличению собственной частоты системы объект-амортизатор, что приведет к мгновенному автоматическому срыву резонансного режима. Форма выполнения замкнутых контуров 7 не влияет на работоспособность конструкции. Однако, как показали эксперименты, квадратная форма контура 7 при круглом сечении резиновой втулки 3 максимально резко влияет на изменение осевой жесткости втулки 3 в случае действия сжимающих электродинамических сил между контурами 7.

Данная конструкция амортизатора позволяет повысить эффективность предотвращения резонансных режимов колебаний за счет обеспечения возможности адаптивной автоматической перестройки амортизатором своих жесткостных параметров. Конструкция отличается простотой.

Еще одним электромагнитным устройством для гашения колебаний является виброгаситель для прецизионно-стерильного оборудования (рис. 10). Виброгаситель имеет жестко связанный с демпфируемым объектом 2 электромагнит 1 [14]. Масса в виде постоянного магнита 5 установлена между полюсами 3, 4 электромагнита 1. Полюсы 3, 4 электромагнита 1 и полюсы 6, 7 постоянного магнита 5 связаны между собой посредством пружин сжатия 8, 9.

Под действием возмущения демпфируемый объект 2 начинает совершать колебания, для гашения которых на электромагнит 1 подается переменное

напряжение с круговой частотой ω , которая равна частоте ω_0 возмущающей силы, со сдвигом фаз 180° . Постоянный магнит 5 начинает совершать одномерные колебания с частотой $\omega=\omega_0$ (со сдвигом фаз на 180° по отношению к возмущению, приложенному к демпфируемому объекту 2), что приводит к гашению колебаний защищаемого объекта. В качестве источника переменного напряжения может быть использован генератор стандартных сигналов.

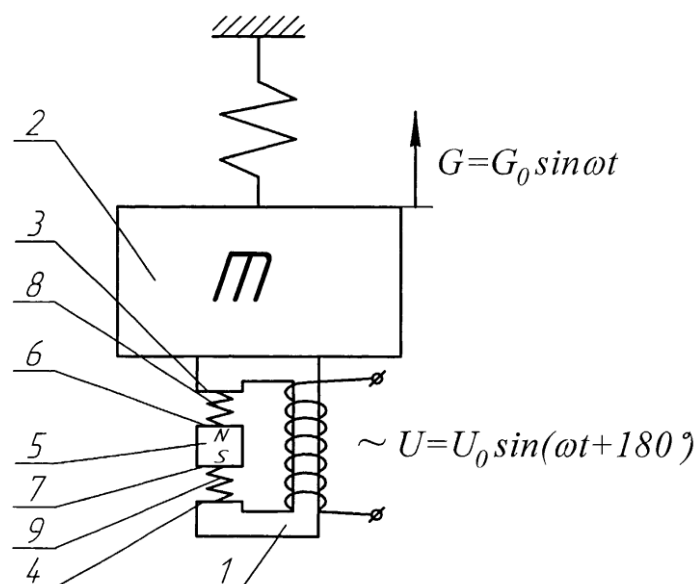


Рисунок 10 – Принципиальная схема виброгасителя

Виброизолятор с электромагнитным компенсатором жесткости включает в себя упругий элемент 18 и параллельный ему электромагнитный компенсатор жесткости. Электромагнитный компенсатор жесткости представляет собой два встречно включенных электромагнита постоянного тока 3 и 4, жестко закрепленных на вибрирующем объекте 1, общий якорь 5 которых жестко связан через шток 10 с защищаемым объектом 2. Необходимое расстояние между электромагнитами выдержано за счет скоб 13, 14, жестко закрепленных между магнитопроводами 11, 12 электромагнитов. Электромагнитный компенсатор жесткости снабжен устройством управления 15, выполненным в виде датчика 16 относительного положения вибрирующего и защищаемого объектов и нелинейного регулятора напряжений 17. Катушки 7, 9 электромагнитов получают питание от источника 19 через устройство управления 15. Катушки 6, 8 получают питание последовательно с катушками 7, 9 электромагнитов по связям а, б, в, г.

При неизменном по величине внешнем усилии P , действующем между защищаемым и вибрирующим объектами, и вибрациях последнего, суммарная тяговая характеристика электромагнитов имеет по абсолютной величине такой же наклон, что и силовая характеристика упругого элемента 18. Поскольку электромагниты имеют падающую силовую характеристику, суммарная силовая характеристика виброизолятора в пределах размаха колебаний горизонтальна, что исключает передачу на защищаемый объект динамических усилий, вызванных колебаниями вибрирующего объекта.

При изменении статической составляющей усилия P изменяется относительное положение X вибрирующего и защищаемого объектов, что приводит к изменению выходного сигнала датчика положения 16, и, следовательно, выходных напряжений нелинейного регулятора 17. Напряжения на катушках электромагнитов перераспределяются таким образом, чтобы при новом положении объектов 1 и 2 наклон тяговой характеристики электромагнитного компенсатора жесткости оставался неизменным, что обеспечивает нулевую жесткость всего виброизолятора при новом значении усилия P , и, следовательно, исключает передачу динамических усилий при различных значениях внешнего усилия.

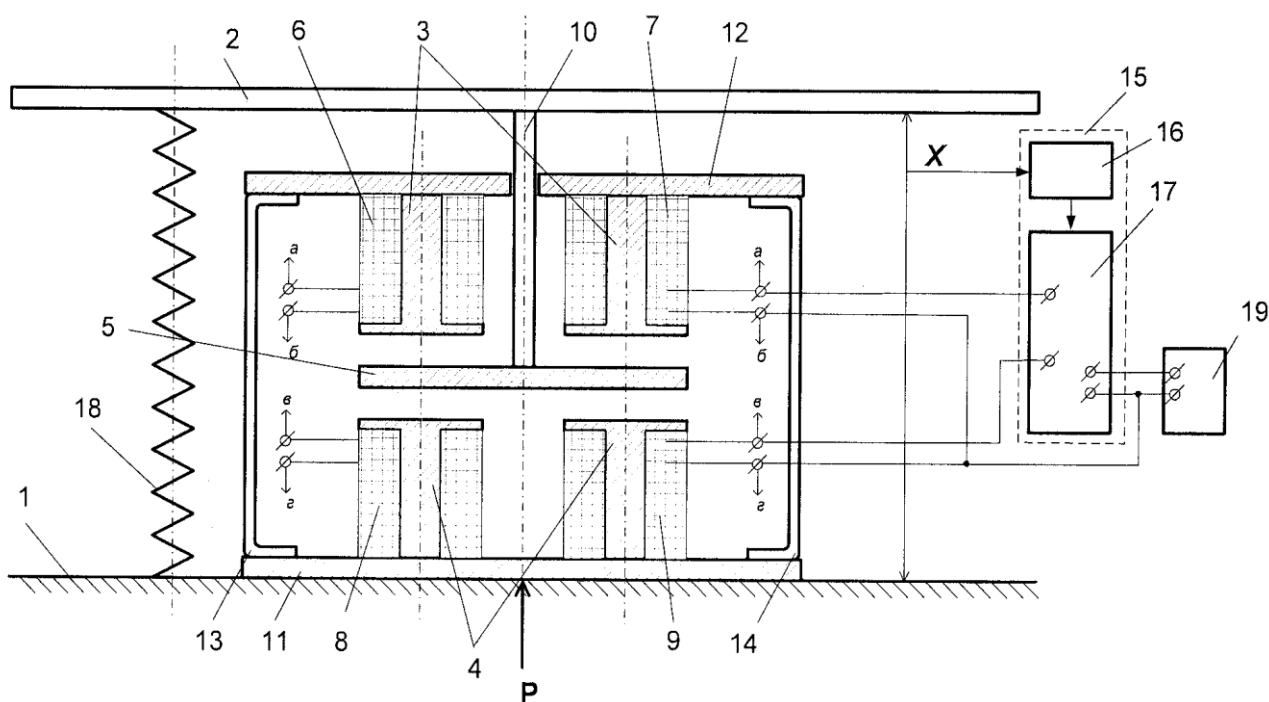


Рисунок 11 – Принципиальная схема виброизолятора

1.2.5. Сравнение виброгасителей

Для обоснования выбора прототипа для разработки конструкции виброгасителя сделано сравнение основных достоинств виброгасителей различных типов (табл. 1).

Таблица 1

Достоинства виброгасителей

Достоинства \ Тип гасителя	Трения	Ударного действия	Динамические	Проектируемый
Простота конструкции	+	+		
Надежность в эксплуатации	+	+	+	+
Возможность оперативной настройки на частоту	+		+	+
Чувствительность к высоким частотам возбуждения				+

2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ

2.1. Модель динамического гасителя колебаний

ДГК являются одним из наиболее эффективных пассивных виброзащитных средств. Простейший динамический гаситель выполняется в виде твердого тела, упруго присоединяемого к демпфируемому объекту в точке, колебания которой требуется погасить. Существенное влияние на результирующие характеристики движения объекта с гасителем оказывают диссипативные потери в гасителе.

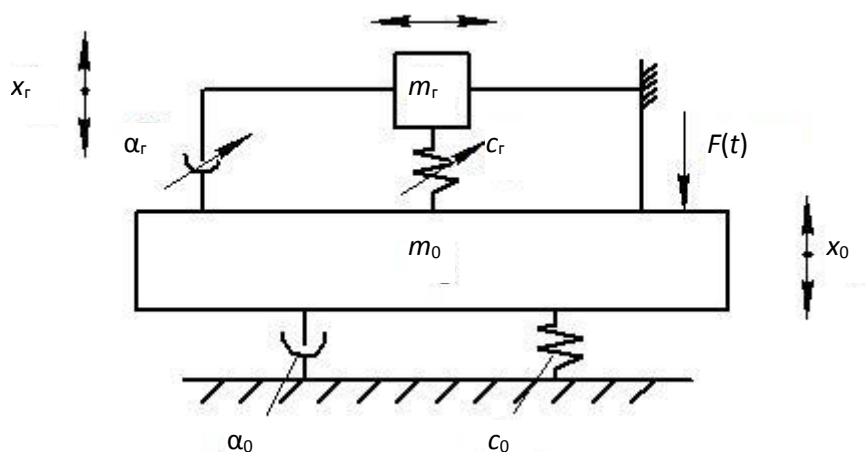


Рисунок 12 – Модель виброгасителя

В приведенной модели (рис.12) защищаемый объект (стол металлорежущего станка) характеризуется сосредоточенной массой m_0 , обладающей жесткостной характеристикой c_0 и вязкими потерями α_0 (соединение стола с базовой деталью). Непосредственно виброгаситель, устанавливаемый на защищаемый объект, имеет подвижный груз массой m_r , на упругой пластине жесткостью c_r , закрепленной одним краем на кронштейне.

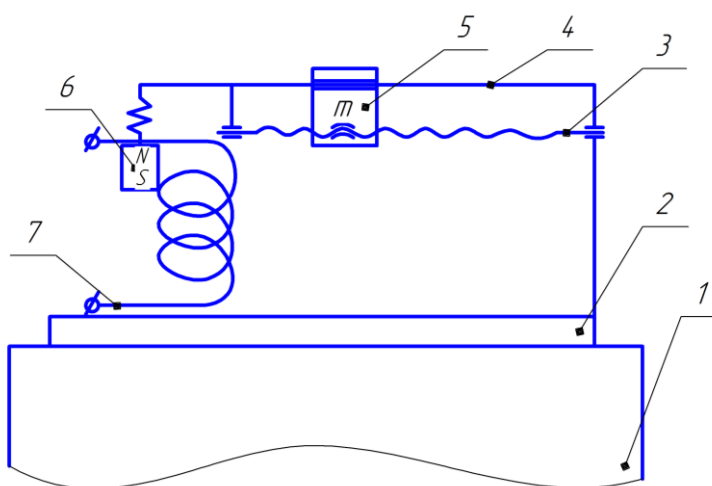


Рисунок 13 – Схема виброгасителя

На вторую часть балки устанавливается постоянный магнит, размещаемый внутри обмотки, тем самым создавая эффект вязкого трения α_r . На объект действует сила $F(t)$, которая возбуждает колебания объекта x_0 и груза виброгасителя x_r .

На рисунке 13 изображена схема виброгасителя, где 1 – защищаемый объект, 2 – основание гасителя, 3 – ходовой винт, 4 – упругая балка, 5 – груз, 6, 7 – электромагнитная составляющая.

2.2. Конструкция динамического гасителя колебаний.

Предлагаемый динамический гаситель установлен на защищаемом объекте и содержит массу 9, прикрепленную к консольно закреплённой балке 7 при помощи крышки 10 и болтов 14. Один конец балки закреплён жёстко на кронштейне 1 пластиной 8 и винтами 13. Кронштейн 1 крепится на основании 11 винтами 15 и штифтами 16. Масса имеет Т-образную форму. В верхней части по центру выполнен сквозной паз для балки. В нижней части выполнено сквозное резьбовое отверстие для ходового винта 6. Ходовой винт закреплён на упругой балке 7 и опоре 5, ограничен от перемещения в осевом направлении пружинными кольцами 26. Для компенсации возникающих радиальных усилий установлен вал 2 с подшипниками 3, который ограничивается от перемещений кольцами 12 (рис.14.). Используется закладная крышка подшипника 12.

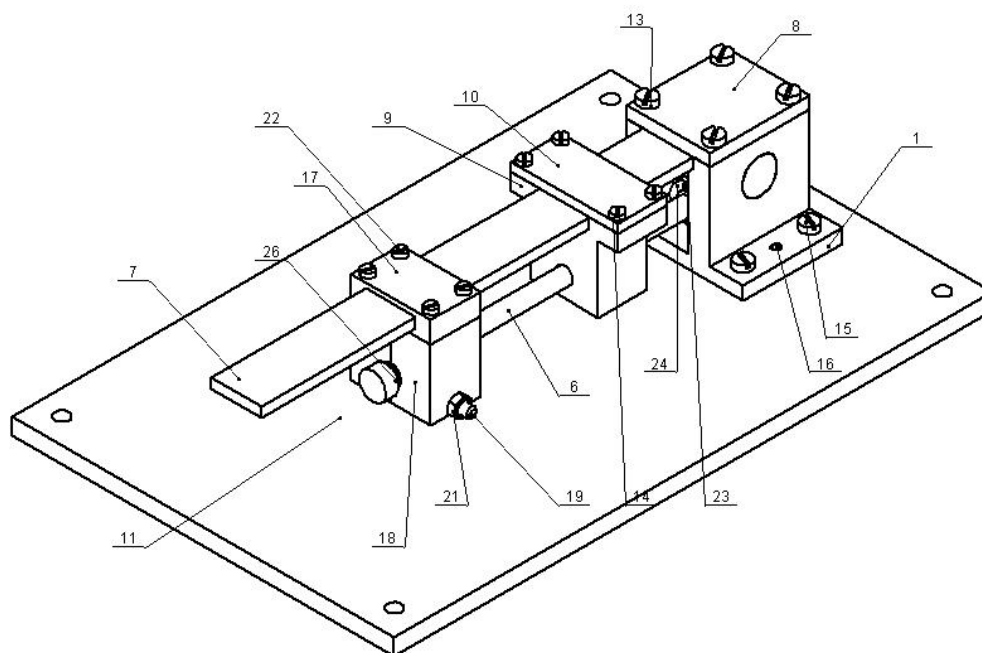


Рисунок 14 – модель виброгасителя

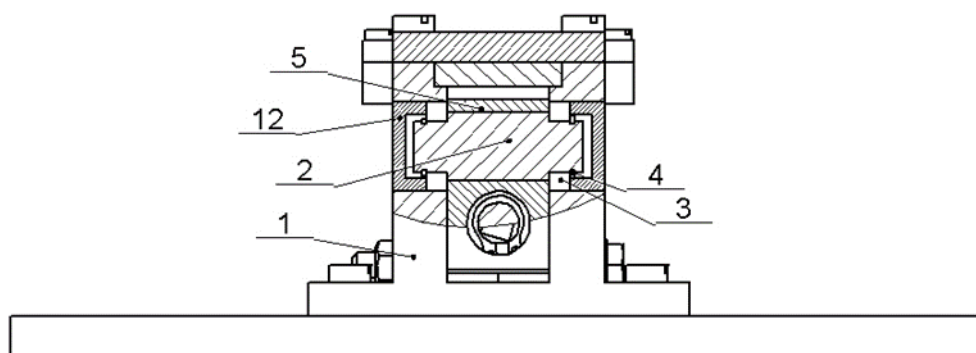


Рисунок 15 – разрез А-А

Работа устройства осуществляется следующим образом.

Динамический гаситель жестко крепится при помощи болтов к объекту, колебания которого нужно гасить. При возникновении вертикальных колебаний на объекте балка начинает совершать изгибные колебания, которые гасит магнитная составляющая (на рисунке не указана). Для гашения колебаний объекта необходимо так настроить гаситель путем изменения жесткости упругой балки, чтобы собственная частота гасителя соответствовала частоте вынужденных колебаний объекта. Настройка гасителя осуществляется перемещением массы 9 через ходовой винт 6 вдоль упругой балки 7. При

достижении частоты колебания виброгасителя и частоты объекта возникает эффект виброгашения.

Предлагаемое устройство гасит поперечные колебания только в заданном направлении и позволяет относительно просто получить желаемый эффект уменьшения уровня колебаний.

2.3 Расчет геометрических параметров виброгасителя

Для гашения колебаний технологического оборудования производят настройку таким образом, чтобы выполнялось условие

$$f_{\Gamma} = \omega_0,$$

где $f_{\Gamma} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_{\Gamma}}{m_{\Gamma}}}$ – собственная частота гасителя, рад/с; $\omega_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_0}{m_0}}$ – частота вынужденных колебаний защищаемого объекта, а c_0 , c_{Γ} , m_0 , m_{Γ} – коэффициенты жесткости и массы, соответственно, узла объекта и виброгасителя.

Для крутильных колебаний

$$f_{\Gamma} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_{\Gamma}}{J_{\Gamma}}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_{\Gamma}}{m_{\Gamma} l_x^2}}.$$

Коэффициент жесткости согласно источникам [7], можно определить по формуле

$$c_{\Gamma} = \frac{kEJ}{l_x^2},$$

где k – коэффициент формы поперечного сечения, $k \approx \frac{3,51}{l_x}$ [7]; E – модуль упругости, J – осевой момент сопротивления упругого элемента.

Таким образом, зная:

- граничные частоты – $f_{\Gamma}=5 \dots 20$ Гц
- модуль упругости для назначенного материала (Сталь 45) $E=210$ ГПа;
- формулу для определения осевого момента сопротивления упругого

$$\text{элемента } J = \frac{bh^2}{6},$$

подберем диапазон перемещения груза – $l_x=0,1 \dots 0,170$ м и размеры h и b (рис.11):

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_r}{J_{и}}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Ebh^2}{21,06ml_x^3}}.$$

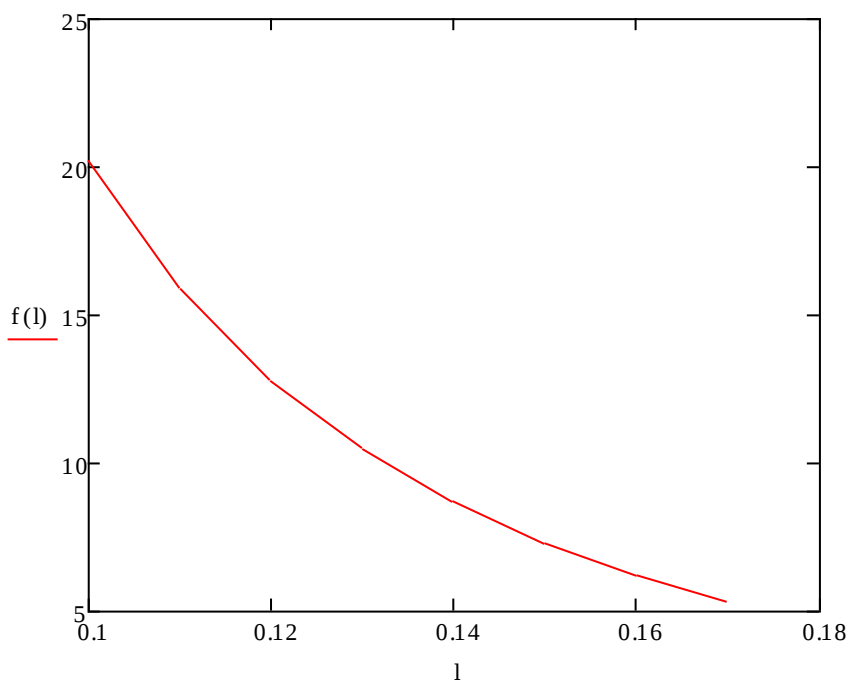


Рисунок 16. График зависимости частоты колебаний от перемещения груза.

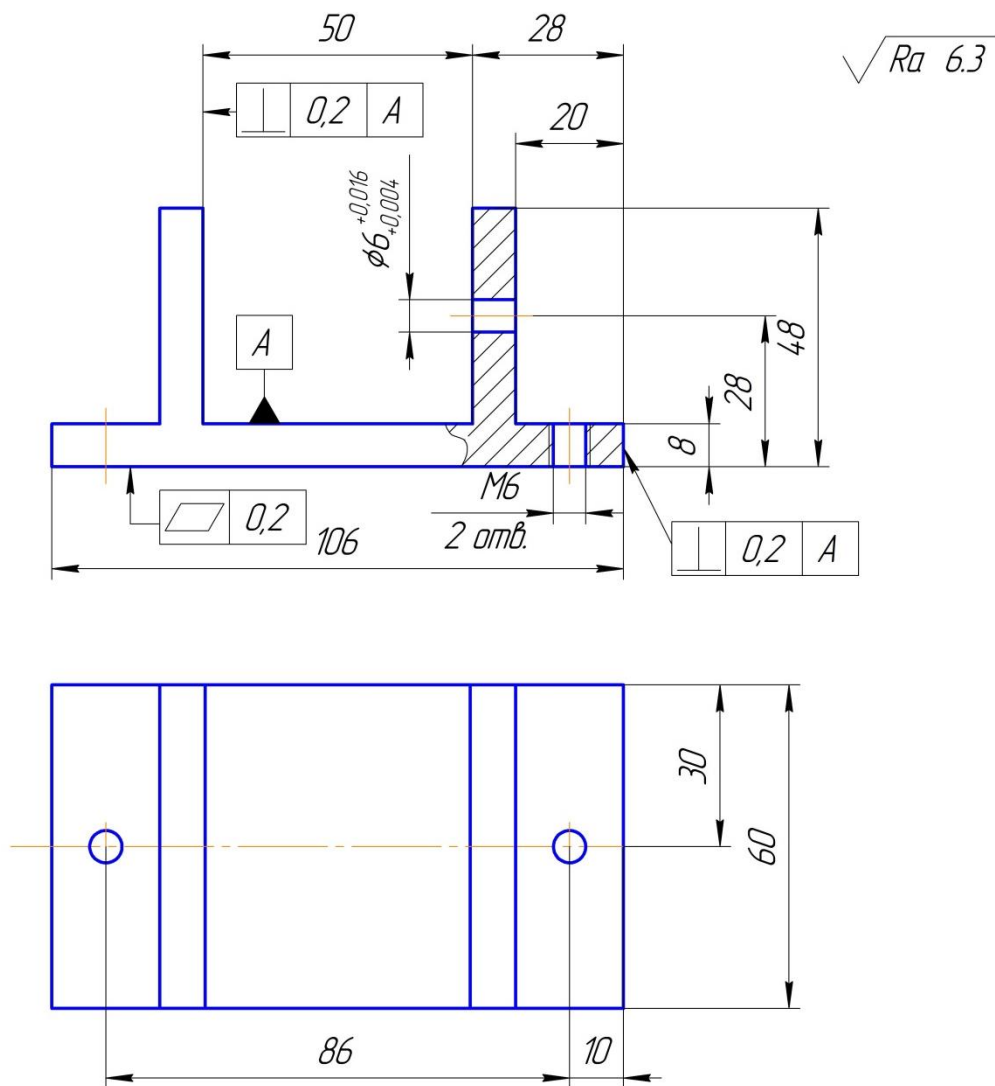
В результате проведения расчета определены оптимальные размеры поперечного сечения:

Высота балки $h=0,03$ м , ширина $b=0,006$ м.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс изготовления кронштейна. Чертёж представлен на рисунке 1.



1. *Размеры для справок.
2. Неуказанные отклонения по H14, h14, $\pm IT\ 14/2$.
3. Острые кромки притупить. Зачистить заусенцы.
4. Остальные технические требования по ОСТ 4Г 0.070.014-70

Рисунок 17 – Техническое задание

3.1. Проектирование технологического процесса изготовления детали

Основным исходным параметром при проектировании технологического процесса являлся тип производства. Проектирование технологического процесса изготовления детали связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать сложные многокритериальные задачи со многими параметрами. В зависимости от условий производства и назначения проектируемого технологического процесса применяются различные виды и формы технологических процессов. Вид технологического процесса определяется количеством изделий, охватываемых процессом. В данном проекте технологический процесс является мелкосерийным - технологический процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали

В процессе курсового проектирования, так же как и в производственных условиях, любая конструкция (машина, узел, деталь) должна быть самым тщательным образом проанализирована. Цель такого анализа – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, то есть все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимного положения поверхностей. Чертеж должен содержать все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях, весе детали и т.

п. Таким образом, технологический контроль – важная стадия проектирования технологических процессов и во многих случаях способствует выяснению и уточнению приведенных выше факторов.

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

1. Наличие требований к отклонениям формы.
2. Наличие высокой точности отдельных поверхностей.

Заготовка имеет удобные поверхности для базирования и закрепления, при установке на станках на всех операциях. В детали отсутствуют сложные контурные обрабатываемые поверхности. Большинство поверхностей имеют хороший доступ для обработки и непосредственного измерения. Максимальная точность на диаметральные размеры – 7 квалитет, то есть точность, заданная на чертеже детали, достигается на станках нормальной точности. Получение отверстий труда не вызывает, так как соотношение диаметра с длиной для всех отверстий не превышает 2.

Материал детали хорошо обрабатывается. Так как заготовку получаем сваркой, деталь удовлетворяет условию минимальной металлоемкости, по форме заготовка максимально приближена к детали.

Учитывая перечисленные выше факторы, можно сделать вывод, что деталь технологична.

3.1.2 Выбор вида и способа получения заготовки

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки по калькуляции заготовительного цеха и себестоимости ее последующей обработки до достижения заданных требований качества по чертежу. Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования.

Существуют различные способы получения заготовок. Мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия.

Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки – сварка.

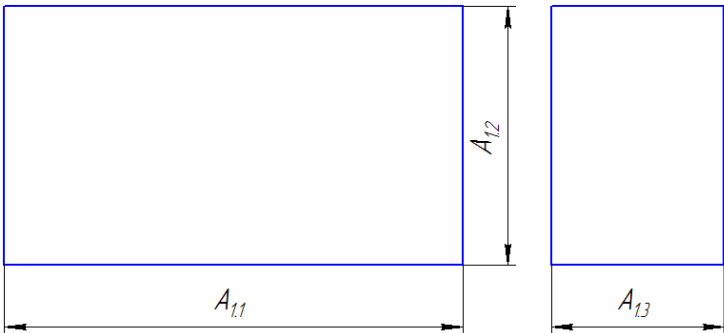
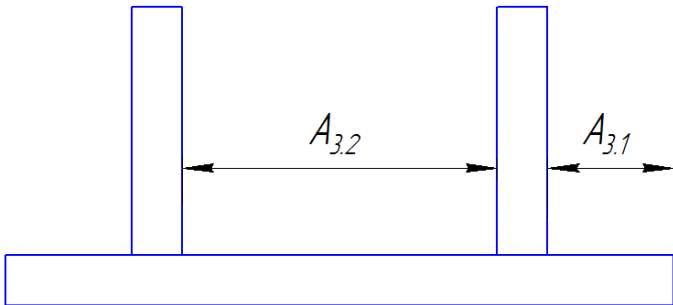
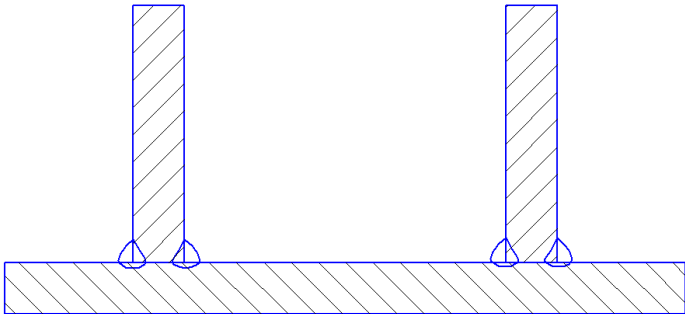
В качестве заготовки выбираем лист горячекатаный из стали Ст3-сп, толщина 12мм.

3.1.3 Составление технологического маршрута

Исходными данными для составления технологического маршрута будет являться конструкторский чертеж с конкретными требованиями на деталь, а так же вид производства, и ряд других малосущественных факторов.

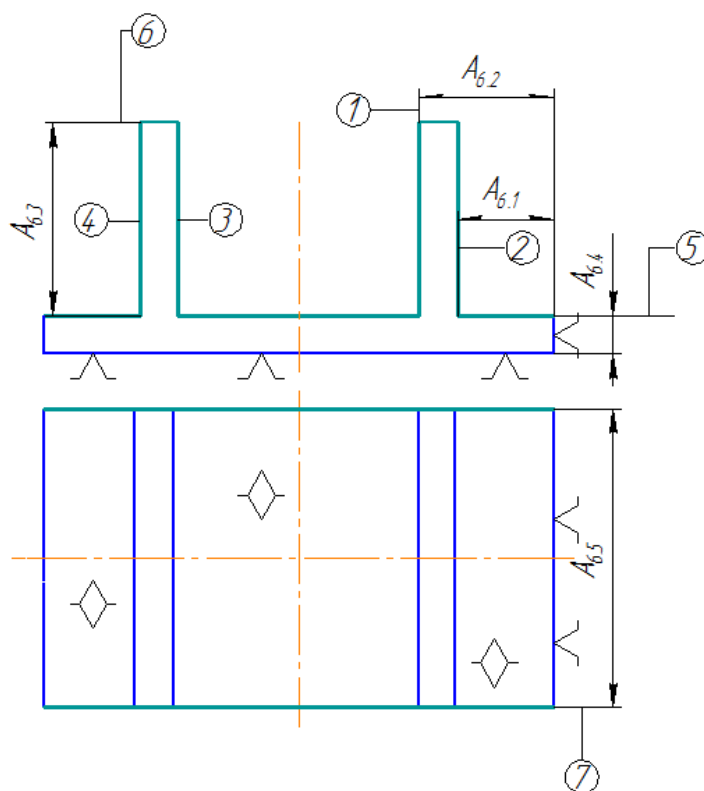
Технологический маршрут обработки сведем в табл. 2 согласно ГОСТ 3.1107-81. Идеальные опорные точки обозначаются в соответствии с ГОСТ 21495-76.

Табл.2.

<u>Наименование</u> <u>операций и переходы</u>	<u>Эскиз</u>
<u>005 Заготовительная</u> 1. Установить и закрепить лист 2. Разрезать, выдерживая размеры	
<u>010 Подготовительная</u> 1. Подготовить поверхность детали к сварке	
<u>015 Сборная</u> 1. Собрать детали для сварки выдерживая размеры $A_{3.1}$, $A_{3.2}$ закрепить струбциной	
<u>020 Сварная</u> Сварить автоматической сваркой под флюсом согласно эскизу	
<u>025 Термическая обработка</u>	Отжиг, посадка в печь при температуре 500°, нагрев до 600 ° со скоростью 50 °С/ч, выдержка 5 часов, охлаждение на воздухе.

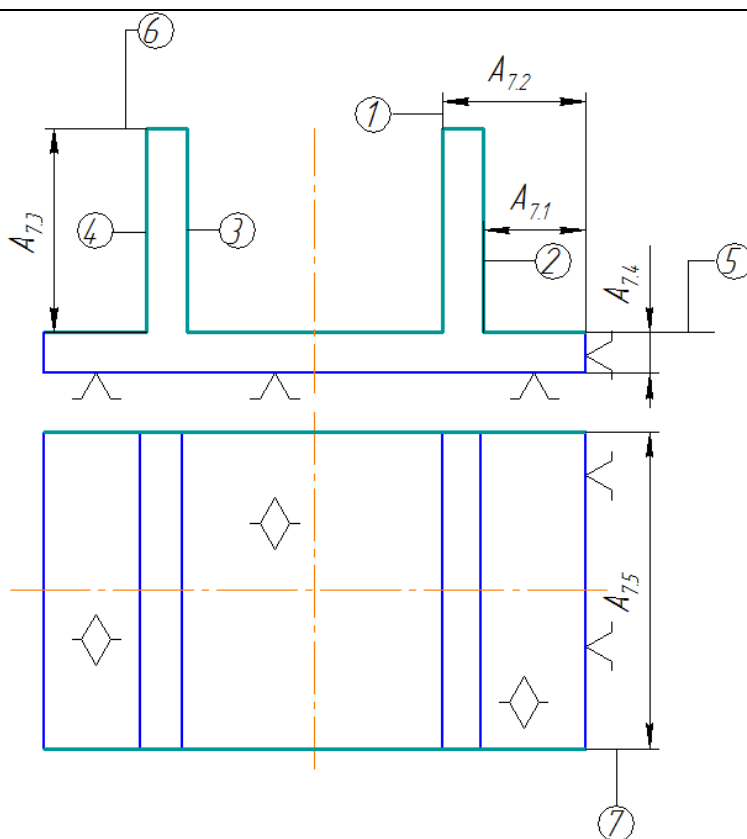
030 Фрезерная

1. Установить и закрепить заготовку в тисках.
2. Фрезеровать поверхности 1,2,3,4,5,6,7 начерно, выдерживая размеры $A_{6.1}$, $A_{6.2}$, $A_{6.3}$, $A_{6.4}$.



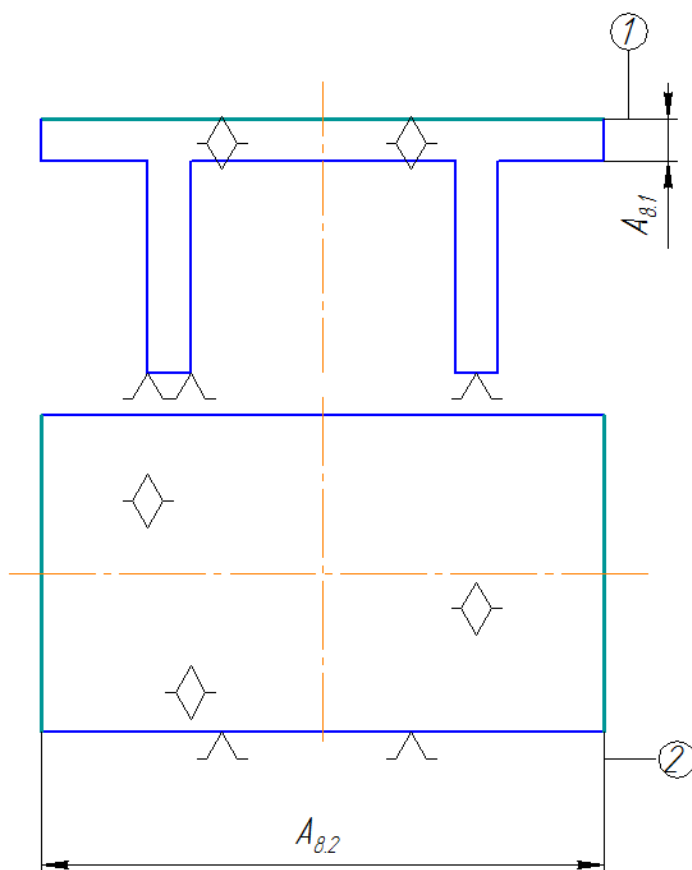
035 Фрезерная

1. Фрезеровать поверхности 1,2,3,4,5,6,7 начерно, выдерживая размеры $A_{7.1}$, $A_{7.2}$, $A_{7.3}$, $A_{7.4}$.



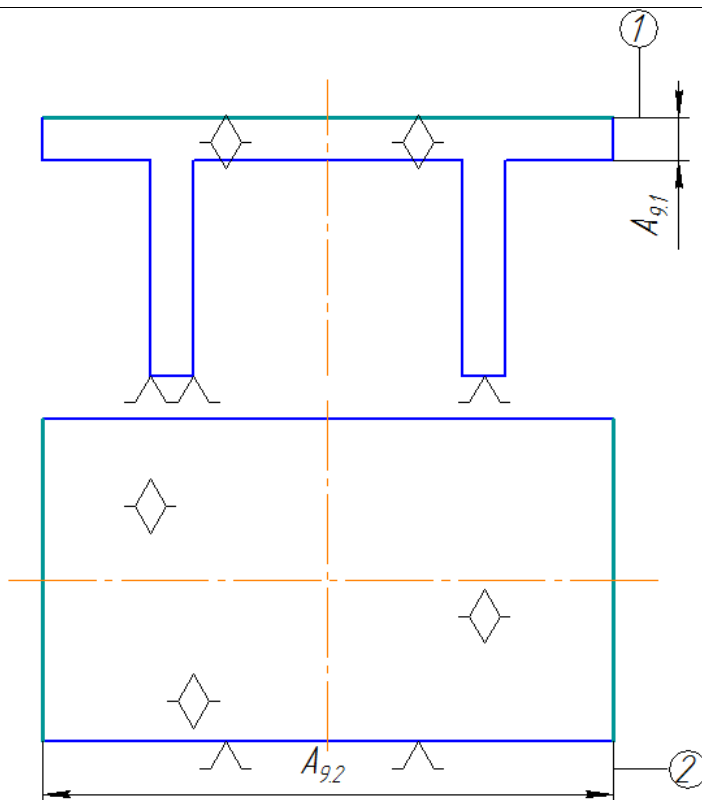
040 Фрезерная

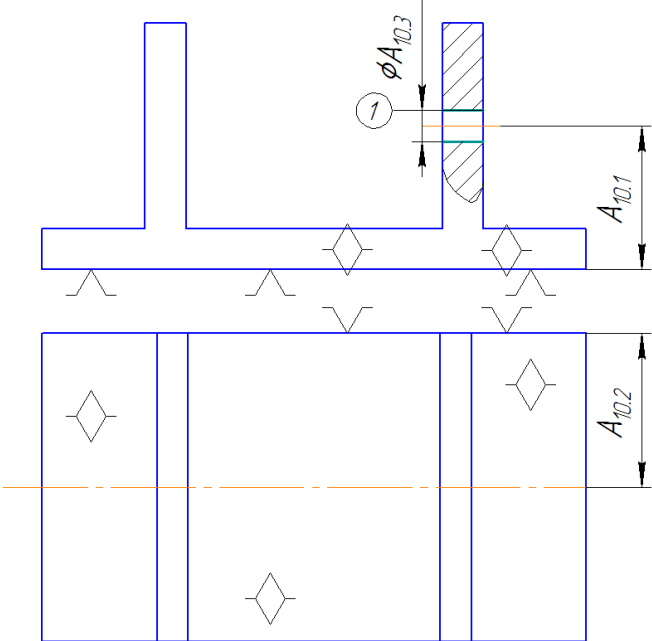
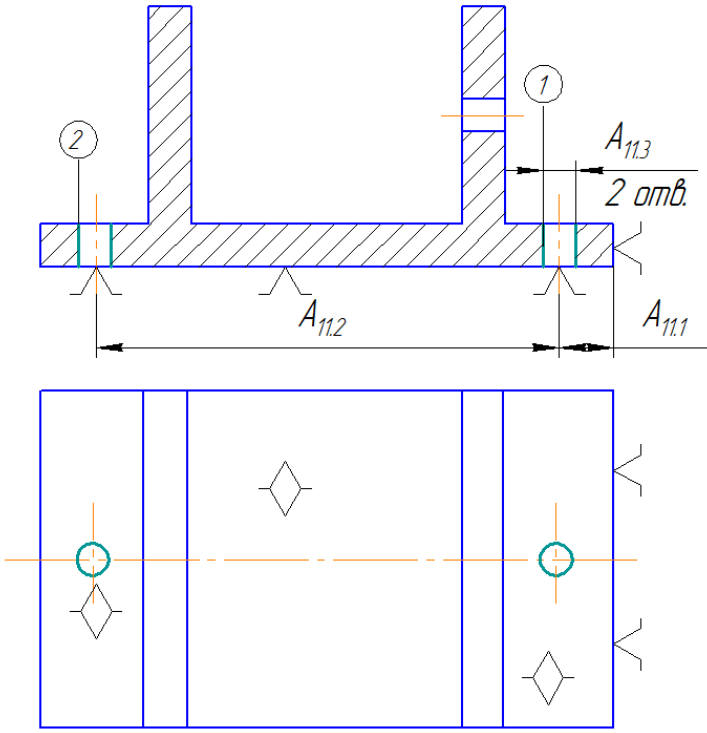
1. Переустановить деталь и зажать в тисках
2. Фрезеровать поверхности 1,2 начерно, выдерживая размеры $A_{8.1}$, $A_{8.2}$

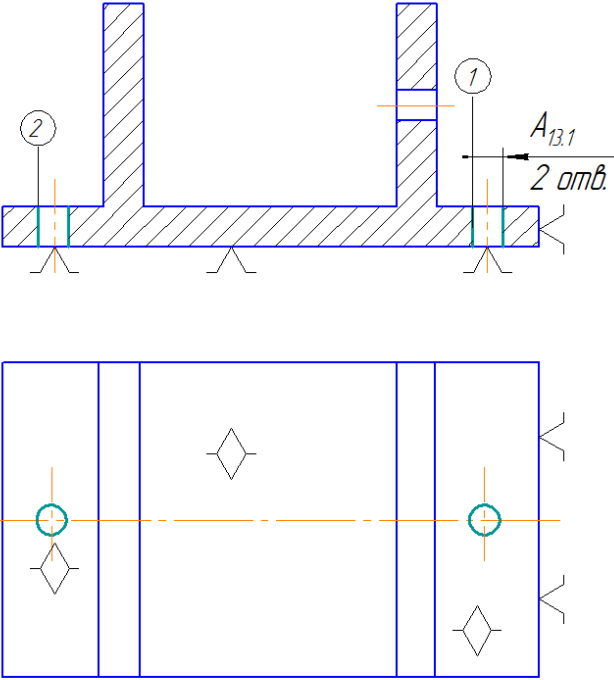


045 Фрезерная

1. Фрезеровать поверхности 1,2 начисто, выдерживая размеры $A_{9.1}$, $A_{9.2}$



<u>050 Сверлильная</u> 1. Установить и закрепить деталь в тиски. 2. Сверлить отверстие 1, выдерживая размеры $A_{10.1}$, $A_{10.2}$, $A_{10.3}$ 3. Развернуть отверстие 1 (нормальное развёртывание) 4. Развернуть отверстие 1 (точное развёртывание) 5. Развернуть отверстие 1 (тонкое развёртывание)	
<u>055 Сверлильная</u> 1. Установить и закрепить деталь в тиски. 2. Сверлить отверстия 1,2, выдерживая размеры	
<u>060 Слесарная</u> Зачистить заусенцы	

<u>065 Резьбонарезная</u> 1. Нарезать резьбу в отверстиях 1,2.	
<u>070 Моечная</u> 1. Промойка	
<u>075 Контрольная</u> 1. Контроль параметров	

3.1.4 Расчет припусков на обработку для размера $\phi 6^{+16}_{-4}$ мм

Размерный анализ способствует уменьшению себестоимости технологического процесса. Задачи, решаемые при размерном анализе:

- установление обоснованных допусков и размеров на каждой технологической операции;
- установление обоснованных припусков на обработку каждой технологической операции;
- обеспечение проектирования технологического процесса с минимальным количеством технологических операций.

Размерный анализ, соответственно с заданием, необходимо проводить для размера 6G7, то есть для отверстия $\phi 6$ G7.

Допуски назначаем исходя из табл.5 [13,с.11.]. Расчет припуска дается ГОСТ 31109-82. Методами расчета минимального припуска являются два метода: опытно-статистический; расчетно-аналитический (ГОСТ 7505-74; 7062-79; 7829-70). Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки поверхности детали (промежуточные припуски, их суммирование для

определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки). Применение этого метода сокращает в среднем отход металла в стружку, по сравнению с табличными значениями, создает единую систему припусков на обработку и размеров деталей по технологическим переходам и заготовок, способствует повышению технологической культуры производства.

Заносим в таблицу, обрабатываемую элементарную поверхность заготовки и технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по этой элементарной поверхности от черновой заготовки до окончательной обработки. Данные R_z и h для заготовительной операции берем по табл.1 [13,с.180.], а для остальных операций – по табл.5 [13, с.11.].

Погрешность установки ε_y складывается из погрешности базирования (в данном случае погрешность базирования равна половине допуска на диаметр $\varepsilon_6 = \frac{T_d}{2}$), погрешности закрепления (в нашем случае можно считать что $\varepsilon_3 = 0$) и погрешности приспособления ($\varepsilon_{пр} \approx 0$), следовательно для всех операций $\varepsilon_{уст} \approx 0$. Далее считаем минимальный припуск. При обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск) минимальный припуск считается по формуле:

$$2Z_{i\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]$$

Табл.3

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки: Поверхность $\Phi 6_{+4}^{+16}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм.	Расчетный максимальный размер, мм	Допуск T_d , мкм	Принятые (округленные) размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R_z	h	Δ_y	ε_6				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Сверление(12)	20	40	20	60	-	5,588	120	5,588	5,468	-	-
развертывание нормальное (11)	10	20	0	38	2·122	5,832	75	5,832	5,757	289	244
развертывание точное(8)	5	15	0	9	2·68	5.968	18	5,968	5,95	193	136
Развертывание тонкое(7)	3,2	5	0	4	2·24	6,016	12	6,016	6,004	54	48

Определяем суммарные пространственные отклонения после сверления отверстия по формуле $\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y l)^2 + C_0^2}$, где

Δ_y – значение увода оси сверла, $\Delta_y = 2,1$ мкм, табл.28 [с.338. 1]

l – длина отверстия, мм

C_0 – смещение оси отверстия, $C_0 = 10$ мкм табл.28 [с.338. 1]

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y l)^2 + C_0^2} = \sqrt{(0,0021 \cdot 8)^2 + 0,01^2} = 0,02 \text{ мм} = 20 \text{ мкм}$$

Для нахождения пространственного отклонения на последующих операциях значение Δ_{Σ} , полученное на предыдущем переходе умножают на K_y , для развёртывания $K_y = 0,002$ [14, с.73.]

Значение отклонений получаются незначительными, поэтому принимаем $\Delta_{\Sigma} = 0$.

Определяем значения припусков:

Минимальный припуск на нормальное развёртывание:

$$2z_{i \min} = 2 \left[(20 + 40) + \sqrt{20^2 + 60^2} \right] = 2 \cdot 122 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на точное развёртывание:

$$2z_{i \min} = 2 \left[(10 + 20) + \sqrt{0^2 + 38^2} \right] = 2 \cdot 68 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на тонкое развёртывание:

$$2z_{i \min} = 2 \left[(5 + 10) + \sqrt{0^2 + 9^2} \right] = 2 \cdot 24 \text{ мкм}$$

Определяем допуски T_d по табл 32 [13, с.341.], затем определяем расчётные размеры путём последовательного отнимания минимального припуска $z_{i \min}$:

$$d_{pi} = d_{\max i} - z_{i \min}$$

$$d_{p4} = 6.016 \text{ мм}$$

$$d_{p3} = 6.016 - 0.048 = 5.968 \text{ мм}$$

$$d_{p2} = 5.968 - 0.136 = 5.832 \text{ мм}$$

$$d_{p1} = 5.832 - 0.246 = 5.588 \text{ мм}$$

Записываем в таблицу наибольшие предельные размеры по всем переходам. Определяем наименьшие предельные размеры путём отнимания от наибольшего предельного размера допуска T_d

$$d_{\min i} = d_{\max i} - T_d$$

$$d_{\min 4} = 6.016 - 0.012 = 6.004 \text{ мм}$$

$$d_{\min 3} = 5.968 - 0.018 = 5.95 \text{ мм}$$

$$d_{\min 2} = 5.832 - 0.075 = 5.757 \text{ мм}$$

$$d_{\min 1} = 5.588 - 0.120 = 5.468 \text{ мм}$$

Определяем предельные значения припусков:

$$2z_{i \max} = d_{\min i} - d_{\min i-1}$$

$$2z_{i \min} = d_{\max i} - d_{\max i-1}$$

$$2z_{3 \max} = 6.004 - 5.95 = 54 \text{ мкм}$$

$$2z_{3 \min} = 6.16 - 5.968 = 48 \text{ мкм}$$

$$2z_{2 \max} = 5.95 - 5.757 = 193 \text{ мкм}$$

$$2z_{2 \min} = 5.968 - 5.832 = 176 \text{ мкм}$$

$$2z_{1 \max} = 5.757 - 5.468 = 289 \text{ мкм}$$

$$2z_{1 \min} = 5.832 - 5.588 = 244 \text{ мкм}$$

Находим общие припуски, суммируя промежуточные:

$$2z_{\max} = 289 + 193 + 54 = 536 \text{ мкм}$$

$$2z_{\min} = 244 + 176 + 48 = 428 \text{ мкм}$$

Расчет припуска на последний переход

Рассчитаем допуск на технологический размер, для этого посчитаем размерную цепь рисунок 2.

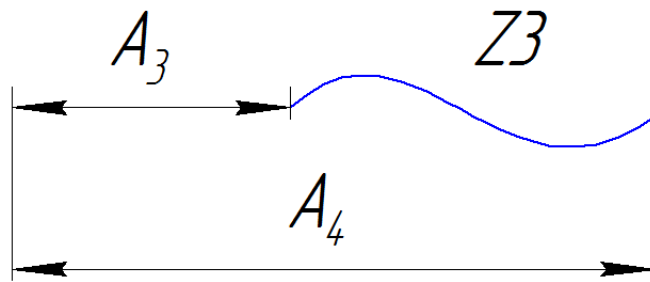


Рисунок 18 – Размерная цепь

Примем замыкающее звено $Z3$ уменьшающим, тогда звено A_3 , будет уменьшающим, звено A увеличивающим. Определим номинальное значение размера A_3 . $A_4 = 6^{+0,016}_{+0,004}$, $Z3 = 0.048^{+0,006}$

$$A_3 = A - z = 6 - 0,048 = 5,952\text{мм}$$

Верхнее отклонение размера определится следующим образом:

$$esA_3 = esA - eiZ = 0,016 - 0 = 0,016$$

Нижнее отклонение размера определится следующим образом

$$eiA_3 = eiA - esZ = 0,004 - 0,006 = -0,002\text{мм}.$$

Таким образом значение размера $A_3 = 5.952^{+0,016}_{-0,002}$ Допуск на размер будет равен 18 мкм

Аналогично рассчитываются значения допусков для других технологических размеров.

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков по обработке поверхности $\varnothing 6G7$.



Рисунок 19 – Схема расположения припусков

3.1.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Режимы резания необходимо рассчитать для операции 050 маршрутного листа. На данной операции необходимо сверлить отверстие в размер 5,572; развернуть отверстие (нормальное развертывание) в размер 5,816; развернуть отверстие (точное развертывание) в размер 5,952, развернуть отверстие (тонкое развертывание) в размер 6.

1) Сверлить отверстие Ø 5,5.

Инструмент: сверло спиральное из быстрорежущей стали (P6M5) с цилиндрическим хвостовиком для станков с ЧПУ короткой серии (по ГОСТ 4010 -77) $d = 5.55 \text{ мм}$, $L = 66$, $l = 28$

Глубина резания рассчитывается по формуле [15, С.381]:

$$t = 0,5D.$$

Тогда:

$$t = 0,5 \cdot 5,5 = 2,75 \text{ мм}$$

Подачу выбираем по таблице [15, С.277]:

$$S = 0,18 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где $K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$ – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

Значение коэффициента $C_v = 7$ и показателей степени $q=0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$ берутся из таблицы 38 [15, С.383].

$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания; табл. 1 [3, С.358].

$K_r = 1, n_v = -0,9$; табл. 2 [3, С.359].

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{445} \right)^{-0,9} = 0,625$$

$K_{IV} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал, берем из табл. 6 [3, С.361].

$K_{LV} = 1$ – коэффициент учитывающий глубину сверления, берем из табл. 41 [3, С.385]. $T = 15$ мин. – стойкость инструмента, берем из табл. 40 [15, С.384.]

Получаем:

$$K_v = 0,625 \cdot 1 \cdot 1 = 0,625.$$

$$V = \frac{7 \cdot 5,55^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 0,625 = 16,78 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент определим по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

Значение $C_M = 0,0345$, $q=2,0$, $y=0,8$ берем из табл. 42 [15, С.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением:

$$K_p = K_{Mp}.$$

Значения коэффициента K_{Mp} берем из табл. 9 [15, С.264].

Тогда:

$$K_p = 0,68.$$

Получаем:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,55^{2,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,68 = 1,83 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определим осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p.$$

Значение коэффициента $C_p = 68$, $q=1,0$, $y=0,7$ берем из табл. 42 [15, С.385].

Тогда:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 5,55^{1,0} \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,68 = 772,7 \text{ Н}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750},$$

где n – частота вращения шпинделя инструмента, определяемая по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

Получаем:

$$n = \frac{1000 \cdot 16,78}{3,14 \cdot 5,55} = 962,4 \text{ об/мин}.$$

Ближайшая стандартная частота вращения шпинделя $n = 960 \text{ об/мин}$.

Тогда:

$$N_e = \frac{1,83 \cdot 960}{9750} = 0,18 \text{ кВт}.$$

2) Развернуть отверстие диаметром 5.82.

Для этого используем инструмент компании *ILIX* машинная развертка из кобальтовой быстрорежущей стали HSS-Co, с цилиндрическим хвостовиком, с диаметральной шагом 0,01 мм; DIN 212 B/D; обозначение 6326C; Угол наклона и направление стружечных канавок 7-8° левые; Диаметр развертки 5,82. L=93; l=26

Глубина резания рассчитывается по формуле [15, С.276]:

$$t = 0,5(D - d).$$

Тогда:

$$t = 0,5 \cdot (5,82 - 5,55) = 0,135 \text{ мм}$$

Подачу выбираем по таблице [15, С.382]:

$$S = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяем по формуле:

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

где $K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$ – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

Значение коэффициента $C_v = 10,5$ и показателей степени $q=0,3$; $x=0,2$; $y = 0,65$; $x=0$, $m = 0,4$ берутся из таблицы 39 [15, С.383].

$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания; табл. 1 [15, С.358].

$K_r = 1$, $n_v = -0,9$; табл. 2 [15, С. 359].

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{445} \right)^{-0,9} = 0,625$$

$K_{IV} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал, берем из табл. 6 [3, С.361].

$K_{LV} = 1$ – коэффициент учитывающий глубину сверления, берем из табл. 41 [15, С.385]. $T = 8$ мин. – стойкость инструмента.

Получаем:

$$K_v = 0.625 \cdot 1 \cdot 1 = 0.625.$$

$$V = \frac{10.5 \cdot 5.82^{0.3}}{8^{0.4} \cdot 0.135^{0.2} \cdot 0.8^{0.65}} \cdot 0.625 = 8.36 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент определим по формуле:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100},$$

Здесь s_z – подача на зуб, $s_z = 0,13$ мм/об.

Значения $C_p=200$, $x=1.0$, $y=0.75$ берём из табл 22[15, с.372]

$$M_{кр} = \frac{200 \cdot 0.135^{1.0} \cdot 0.13^{0.75} \cdot 5.82 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 1.02 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

где n – частота вращения шпинделя инструмента, определяемая по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

Получаем:

$$n = \frac{1000 \cdot 8.36}{3.14 \cdot 5.82} = 457.23 \text{ об/мин.}$$

Ближайшая стандартная частота вращения шпинделя $n = 460$ об/мин.

Тогда:

$$N_e = \frac{1.02 \cdot 460}{9750} = 0.048 \text{ кВт.}$$

3) Развернуть отверстие диаметром 5.95.

Для этого используем инструмент компании *ILIX* машинная развертка из кобальтовой быстрорежущей стали HSS-Co, с цилиндрическим хвостовиком, с диаметральной шагом 0,01 мм; DIN 212 В/D; обозначение 6326С; Угол наклона и направление стружечных канавок 7-8° левые; Диаметр развертки 5,95. L=93; l=26

Глубина резания рассчитывается по формуле [15, С.276]:

$$t = 0,5(D - d).$$

Тогда:

$$t = 0.5 \cdot (5.95 - 5.82) = 0.065 \text{ мм}$$

Подачу выбираем по таблице [15, С.382]:

$$S = 0.8 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания определяем по формуле:

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

где $K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$ – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

Значение коэффициента $C_v = 10.5$ и показателей степени $q=0.3$; $x=0.2$; $y = 0.65$; $x=0$, $m = 0.4$ берутся из таблицы 39 [15 С.383].

$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания; табл. 1 [15, С.358].

$$K_r = 1, n_v = -0.9; \text{ табл. 2 [15, С. 359].}$$

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{445} \right)^{-0.9} = 0.625$$

$K_{IV} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал, берем из табл. 6 [15, С.361].

$K_{LV} = 1$ – коэффициент учитывающий глубину сверления, берем из табл. 41 [15, С.385]. $T = 8$ мин. – стойкость инструмента.

Получаем:

$$K_v = 0.625 \cdot 1 \cdot 1 = 0.625.$$

$$V = \frac{10.5 \cdot 5.95^{0.3}}{8^{0.4} \cdot 0.065^{0.2} \cdot 0.8^{0.65}} \cdot 0.625 = 9.7 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент определим по формуле:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100},$$

Здесь s_z – подача на зуб, $s_z = 0.13$ мм/об.

Значения $C_p = 200$, $x = 1.0$, $y = 0.75$ берём из табл 22 [15, с.372]

$$M_{кр} = \frac{200 \cdot 0.065^{1.0} \cdot 0.13^{0.75} \cdot 5.95 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 0.5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

где n – частота вращения шпинделя инструмента, определяемая по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

Получаем:

$$n = \frac{1000 \cdot 9.7}{3.14 \cdot 5.95} = 521.11 \text{ об/мин}.$$

Ближайшая стандартная частота вращения шпинделя $n = 520$ об/мин.

Тогда:

$$N_e = \frac{0.5 \cdot 520}{9750} = 0.027 \text{ кВт}.$$

4) Развернуть отверстие диаметром 6.

Для этого используем инструмент компании *ILIX* машинная развертка из кобальтовой быстрорежущей стали HSS-Co, с цилиндрическим хвостовиком, с диаметральным шагом 0,01 мм; DIN 212 B/D; обозначение 6326C; Угол наклона и направление стружечных канавок 7-8° левые; Диаметр развертки 6. L=93; l=26

Глубина резания рассчитывается по формуле [15, С.276]:

$$t = 0.5(D - d).$$

Тогда:

$$t = 0.5 \cdot (6 - 5.95) = 0.025 \text{ мм}$$

Подачу выбираем по таблице [15, С.382]:

$$S = 0.56 \text{ мм/об}.$$

Скорость резания определяем по формуле:

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

где $K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$ – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

Значение коэффициента $C_v = 10.5$ и показателей степени $q=0,3$; $x=0.2$; $y = 0,65$; $x=0$, $m = 0,4$ берутся из таблицы 39 [15 С.383].

$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания; табл. 1 [15, С.358].

$K_r = 1, n_v = -0.9$; табл. 2 [15, С. 359].

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{445} \right)^{-0.9} = 0.625$$

$K_{IV} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал, берем из табл. 6 [15, С.361].

$K_{LV} = 1$ – коэффициент учитывающий глубину сверления, берем из табл. 41 [15, С.385]. $T = 8$ мин. – стойкость инструмента.

Получаем:

$$K_v = 0.625 \cdot 1 \cdot 1 = 0.625.$$

$$V = \frac{10.5 \cdot 6^{0.3}}{8^{0.4} \cdot 0.025^{0.2} \cdot 0.56^{0.65}} \cdot 0.625 = 14.9 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент определим по формуле:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100},$$

Здесь s_z – подача на зуб, $s_z = 0,13$ мм/об.

Значения $C_p = 200$, $x = 1.0$, $y = 0.75$ берём из табл 22 [15, с.372]

$$M_{кр} = \frac{200 \cdot 0.025^{1.0} \cdot 0.13^{0.75} \cdot 6 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 0.195 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания определим по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

где n – частота вращения шпинделя инструмента, определяемая по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

Получаем:

$$n = \frac{1000 \cdot 14.9}{3.14 \cdot 6} = 790.47 \text{ об/мин.}$$

Ближайшая стандартная частота вращения шпинделя $n = 790$ об/мин.

Тогда:

$$N_e = \frac{0.195 \cdot 790}{9750} = 0.016 \text{ кВт.}$$

3.1.6. Выбор оборудования

Оборудование выбираем для операции сверления. Для этой операции нужен горизонтально-расточной станок с ЧПУ. Выбираем необходимый станок, учитывая требуемую мощность и частоту вращения шпинделя. Для изготовления изделия подойдет горизонтально-расточной станок W100B CNC.

Технические характеристики:

Технические характеристики	Значение
Диаметр шпинделя, мм	100
Конус шпинделя	ISO 50
Хвостовик инструмента	DIN 2080
Наконечник инструмента 69872-A DIN	DIN 69872-A
Размер поворотного стола, мм	1250 x 1250
Диапазон оборотов шпинделя, мин-1	10 - 3000
Мощность основного двигателя Heidenhain / Siemens, кВт	20 / 20
Максимальный крутящий момент на шпинделе, Нм	2200
Поперечное перемещение стола - ось X, мм	1600
Продольное перемещение стола - ось Z, мм	900 / 1710
Вертикальное перемещение шпинделя - ось Y, мм	1220
Выдвижение шпинделя - ось W, мм	710
Размер зажимных "Т" пазов стола, мм	22 H8
Рабочие подачи по осям X, Y, Z, W в ручном режиме, мм/мин	4 - 500
Рабочие подачи по осям X, Y, Z в автоматическом режиме, мм / мин	4 - 1500
Резьбонарезные подачи по оси W в автоматическом режиме, мм/мин	4 - 6800
Ускоренная подача, ось B, об / мин	2,12
Суммарная потребляемая мощность, кВА	70
Общий вес станка, кг	13000

3.1.7. Нормирование технологических переходов, операций

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов - рабочего времени, энергии, сырья, материалов, инструментов и т.п. Основы технологического нормирования устанавливает ГОСТ 3.1109-82. Главными целями нормирования являются:

- грамотно разработанный технологический процесс;
- минимальная себестоимость изготовления детали;
- минимальная трудоемкость изготовления детали.

Норма времени – регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма времени, которое дается на обработку детали или каких-то поверхностей детали на данной технологической операции называется нормой штучного времени и складывается из:

- основного (машинного) или технологического времени;
- вспомогательного времени;
- времени обслуживания рабочего места;
- времени перерывов на отдых и физиологические потребности.

Нормирование будем вести для операции 050. Нормирование будет заключаться в определении штучного времени. Расчет норм времени осуществляется на основании РТК (см графическую часть курсового проекта). Методика расчета изложена в литературе [17], [14].

Норма времени для выполнения операций на станке с ЧПУ состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени:

$$H_{вр} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n},$$

Где n – количество деталей в партии запуска.

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_v) \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right),$$

где $T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин

$$T_{ца} = T_o + T_{мв},$$

где T_o – основное время на обработку одной детали, мин $T_o = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i$;

где

L_i – путь пройденный i -м инструментом на рабочей подаче, мм;

S_i – рабочая подача для i -го инструмента, мм/об;

n_i – рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

i – число проходов i -го инструмента.

$$T_{мв} = T_{мв.н.} + T_{мв.х.}$$

$T_{мв.н.}$ – машинно-вспомогательное время на автоматическую смену инструмента, мин

$T_{мв.х.}$ – машинно-вспомогательное время на выполнения автоматических вспомогательных ходов и технологические паузы, мин.

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_v = T_{в.у.} + T_{в.оп.} + T_{в.изм.},$$

Где $T_{в.у.}$ – время на установку и снятие детали, мин

$T_{в.оп.}$ – вспомогательное время, связанное с операцией(не вошедшее в УП), мин

$T_{в.изм.}$ – вспомогательное неперекрываемое время на измерения, мин

$a_{тех}, a_{орг}, a_{отл}$ – время на технологическое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности рабочего при одностаночном обслуживании, процент от оперативного времени.

Расчет основного времени.

Величина рабочего хода назначается исходя из длины обработки, рабочего хода инструмента и дополнительной длины резания [17,104]

$$L = l_{рез} + y + l_{доп}$$

Для сверла $d = 5.55$ мм

$$y = 3 \text{ мм}$$

С учетом всех припусков на обработку и конфигурации детали

$$L=8+3=11 \text{ мм}$$

Для развертки $d=5,82 \text{ мм}$

$$Y=3 \text{ мм}$$

$$L=8+3=11 \text{ мм}$$

Для развертки $d=5,95 \text{ мм}$

$$Y=3 \text{ мм}$$

$$L=8+3=11 \text{ мм}$$

Для развертки $d=6 \text{ мм}$

$$Y=3 \text{ мм}$$

$$L=8+3=11 \text{ мм}$$

При сверлении и развертывании на станках с ЧПУ:

$$T_{oa1} = \frac{11}{960 \cdot 0.18} \cdot 1 = 0.064 \text{ мин.}$$

$$T_{oa2} = \frac{11}{460 \cdot 0.8} \cdot 1 = 0.029 \text{ мин.}$$

$$T_{oa3} = \frac{11}{520 \cdot 0.8} \cdot 1 = 0.026 \text{ мин.}$$

$$T_{oa4} = \frac{11}{790 \cdot 0.56} \cdot 1 = 0.025 \text{ мин.}$$

Таким образом, $\sum T_{oa} = 0.064 + 0.029 + 0.026 + 0.025 = 0.144 \text{ мин.}$

Расчет машинно-вспомогательного времени.

Время на автоматическую смену инструмента $T_{\text{мв.н.}} = 0.25 \cdot 3 = 0.75 \text{ мин}$

– машинно-вспомогательное время на выполнения автоматических

вспомогательных ходов и технологические паузы $T_{\text{мв.х.}} = \frac{\sum L_{\text{хх}i}}{S_{\text{хх}}} = \frac{98.5 \cdot 8}{6800} = 0.12 \text{ мин}$

$$T_{\text{мв}} = 0.75 + 0.12 = 0.87 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ца}} = T_o + T_{\text{мв}} = 0.144 + 0.87 = 1.014 \text{ мин}$$

Расчет вспомогательного времени.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в.у.}} + T_{\text{в.оп.}} + T_{\text{в.изм.}},$$

Где $T_{\text{в.у.}}$ – время на установку и снятие детали, $T_{\text{в.у.}} = 0,13$

$T_{\text{в.оп.}}$ – вспомогательное время, связанное с операцией(не вошедшее в УП),

$$T_{\text{в.оп.}} = 2.2 \text{ мин}$$

$T_{в.изм.}$ – вспомогательное неперекрываемое время на измерения, $T_{в.изм.} = 0.15\text{мин}$

$$T_{в} = T_{в.у.} + T_{в.оп.} + T_{в.изм.} = 0,13 + 2,2 + 0,15 = 2,48$$

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл} = 0,1 \cdot T_o$$

Расчет штучного времени:

Вычислим $T_{шт.}$:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в}) \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right) = (1,014 + 2,48) \left(1 + \frac{0,1 \cdot 0,144}{100} \right) = 3,49\text{мин}$$

Установка заготовки в универсальное приспособление, без замены установочного приспособления, подготовка по степени сложности – простая, следовательно норма подготовительного–заключительного времени

$$T_{пз} = 7 \text{ мин.}$$

Определим норму общего калькуляционного времени на 1 шт при мелкосерийном производстве, $n=20$ – размер партии деталей.

$$H_{вр} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 3,49 + \frac{7}{20} = 3,84\text{мин}$$

3.1.8. Составление программы в G-кодах

%

N0 M40- третий диапазон частот вращения

N1 M3 S960– включение шпинделя с частотой вращения 960об/мин

N2 F25 - подача 0,18 мм/об

N3 W98.5– ускоренное перемещение по двум координатам

N4 Y0 – ускоренное перемещение по двум координатам

N5W108 – сверление отверстия

N6 Y0 – сверление отверстия

N7 W98.5- перемещение по двум координатам

N8 Y0- перемещение по двум координатам

N9 W0 - ускоренное перемещение по двум координатам

N10 Y0 - ускоренное перемещение по двум координатам

N11T2 – смена инструмента

N12 M3 S460– включение шпинделя с частотой вращения 460об/мин

N13 F25 - подача 0,8 мм/об

N14 W98,5– ускоренное перемещение по двум координатам

N15 Y0 – ускоренное перемещение по двум координатам

N16 W108 – развёртывание отверстия

N17 Y0 – развёртывание отверстия

N18 W98,5- перемещение по двум координатам
 N19 Y0- перемещение по двум координатам
 N20 W0- ускоренное перемещение по двум координатам
 N21 Y0 - ускоренное перемещение по двум координатам
 N22T2 – смена инструмента
 N23 M3 S520– включение шпинделя с частотой вращения 520об/мин
 N24 F25 - подача 0,8 мм/об
 N25 W98,5– ускоренное перемещение по двум координатам
 N26 Y0 – ускоренное перемещение по двум координатам
 N27 W108 – развёртывание отверстия
 N28 Y0 – развёртывание отверстия
 N29 W98,5- перемещение по двум координатам
 N30 Y0- перемещение по двум координатам
 N31 W0- ускоренное перемещение по двум координатам
 N32 Y0 - ускоренное перемещение по двум координатам
 N33T2 – смена инструмента
 N34 M3 S790– включение шпинделя с частотой вращения 790об/мин
 N35 F25 - подача 0,56 мм/об
 N36 W98,5– ускоренное перемещение по двум координатам
 N37 Y0 – ускоренное перемещение по двум координатам
 N38 W108 – развёртывание отверстия
 N39 Y0 – развёртывание отверстия
 N40 W98,5- перемещение по двум координатам
 N41 Y0- перемещение по двум координатам
 N53 M5- отключение шпинделя
 N54 M30- конец программы
 %

3.1.9. Расчет усилия зажима приспособления

Выбранное приспособление для обработки заготовки – тиски с призматическими губками. Сила закрепления рассчитывается по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R}{f_1 + f_2}$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,375 [20, \text{ с } 164], \text{ где:}$$

$K_0=1,5$ –гарантированный коэффициент для всех случаев;

$K_1=1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_2=1,5$ коэффициент, учитывающий затупление инструмента в процессе работы на черновой операции;

$K_3=1$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы при прерывистом резании;

$K_4=1$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима при ручном зажиме и удобном расположении рукояток;

$K_5=1,5$ – коэффициент, учитывающийся при наличии крутящих моментов, с ограниченной поверхностью контакта заготовки;

R – сила резания $R=773H$, f – коэффициент трения заготовки и опоры, $f_1 = f_2 = 0,25$

$$P_3 = \frac{3,375 \cdot 773}{0,5} = 1305H$$

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8н21	Ларионовой Людмиле Владимировне

Институт	ИК	Кафедра	АРМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	150305 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Задание и тема выпускной квалификационной работы.	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Определение структуры работ в рамках научного исследования	
2. Определение трудоемкости выполнения работ	
3. Разработку графика проведения научного исследования	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. менеджмент	Николаенко В.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8н21	Ларионова Л.В.		

Введение

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчет основных параметров для реализации успешных конкурентоспособных изделий, которые бы приносили доход и являлись не только коммерчески привлекательным продуктом, но и соответствовали требованиям ресурсосбережения и ресурсоэффективности. Цель написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» заключается в проведении планирования научно – исследовательских работ, подразделяющегося на:

- Определение структуры работ в рамках научного исследования;
- Определение трудоёмкости выполнения работ;
- Разработку графика проведения научного исследования.

Объектом экономического исследования в рамках написания ВКР является динамический гаситель колебаний.

4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Написание данного параграфа проводится в целях составления перечня этапов и работ, предусмотренных научным исследованием, и последующим распределением исполнителей по установленным видам работ.

Таблица 5 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентного поиска	Студент
	4	Выбор направления исследования	Руководитель
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Проведение ОКР			
Разработка технологической документации и проектирование	6	Разработка модели ДГК	Студент
	7	Выбор и расчет конструкции	Студент
	8	Проектирование технологического процесса изготовления детали	Студент
Изготовление и испытание опытного образца	9	Конструирование и изготовление опытного образца	Руководитель, студент
	10	Лабораторные испытания опытного образца	Руководитель, студент

Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки	Студент
-------------------	----	-----------------------------------	---------

4.2 Определение трудоёмкости выполнения работы

Трудовые затраты являются основополагающим фактором в формировании стоимости разработки. В связи с этим необходимо определить трудоёмкость работ каждого участника научного исследования.

Оценка трудоёмкости выполнения научного исследования проводится экспертным путем с применением такой величины измерения, как человеко-дни и носит вероятностный характер, что обусловлено зависимостью от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоёмкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула [4, формула 3]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i – ой работы чел. – дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i – ой работы, чел. – дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i – ой работы, чел. – дн.

Таблица 6 - Допустимые значения трудоёмкости выполнения работы

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Минимальная трудоёмкость (t_{min}), чел. – дн.	Максимальная трудоёмкость (t_{max}), чел. – дн.
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1	3
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	2	5
	3	Проведение патентного поиска	2	6
	4	Выбор направления исследования	0,5	1
	5	Календарное планирование работ по теме	0,5	2
Проведение ОКР	6	Разработка модели ДГК	4	8
	7	Выбор и расчет конструкции	4	8
	8	Проектирование технологического процесса	3	7

		изготовления детали		
Изготовление и испытание опытного образца	9	Конструирование и изготовление опытного образца	2	4
	10	Лабораторные испытания опытного образца	2	4
Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки	3	5

Таблица 7 - Ожидаемые значение трудоемкости выполнения работы

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Ожидаемая трудоемкость ($t_{ож}$), чел. – дн.
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1,8
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	3,2
	3	Проведение патентного поиска	3,6
	4	Выбор направления исследования	0,7
	5	Календарное планирование работ по теме	1,1
Проведение ОКР	6	Разработка модели ДГК	5,6
	7	Выбор и расчет конструкции	5,6
	8	Проектирование технологического процесса изготовления детали	4,6
Изготовление и испытание опытного образца	9	Конструирование и изготовление опытного образца	3,2
	10	Лабораторные испытания опытного образца	3,2
Оформление отчёта	11	Составление пояснительной записки	3,8
ИТОГО:			36,4

С учетом полученных значений ожидаемой трудоемкости выполнения работ, производим расчет продолжительности каждой работы в рабочих днях T_p , предусматривающей параллельность выполнения работ несколькими исполнителями [4, формула 4]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{q_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы, чел. – дн.;

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

Величина продолжительности одной работы для этапов 1-8, 11 в рабочих днях будет равна величине ожидаемой трудоемкости ($T_{pi} = t_{ож i}$). Для этапов 9,10, где участвуют два исполнителя $T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i} = \frac{3,2}{2} = 1,6$ дн.

4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Так как темы ВКР предоставляемые студентам, как правило, имеют сравнительно небольшой объем, наиболее простым и целесообразным способом построения графика выполнения выпускной квалификационной работы является диаграмма Ганта, представляющая собой горизонтальный ленточный график.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ, рассчитанных в параграфе 3.2. из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни [4, формула 5]:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i – ой работы в календарных днях;

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности, который в свою очередь определяется по формуле [4, формула 6]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.4)$$

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

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

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

Таблица 8 - Количество дней за 2016 год

Календарные дни, дн.	Рабочие дни, дн.	Праздничные (выходные) дни, дн.
366	247	118

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48,$$

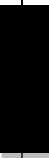
Производим расчет календарных дней по каждой работе, полученные данные округляем до целого числа и вносим в таблицу 4.5.

Таблица 9 - Временные показатели проведения ВКР

Название работы	Трудоемкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел - дн	t_{max} , чел - дн	$t_{ожс}$, чел - дн			
Составление и утверждение технического задания	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	Студент	3,2	5
Проведение патентного поиска	2	6	3,6	Студент	3,6	5
Выбор направления исследования	0,5	1	0,7	Руководитель	0,7	1
Календарное планирование работ по теме	0,5	2	1,1	Руководитель	1,1	2
Разработка модели ДГК	4	8	5,6	Студент	5,6	8
Выбор и расчет конструкции	4	8	5,6	Студент	5,6	8
Проектирование технологического процесса изготовления детали	3	7	4,6	Студент	4,6	7
Конструирование и изготовление опытного образца	2	4	3,2	Руководитель, студент	1,6	2
Лабораторные испытания опытного образца	2	4	3,2	Руководитель, студент	1,6	2
Составление пояснительной записки	3	5	3,8	Студент	3,8	4

На основании таблицы 4.5 производим построение календарного плана-графика. График строится для максимального по длительности исполнения работ на основании таблицы 4.6 с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования.

Таблица 10 - Календарный план-график проведения НИОКР

№ ра бо т	Вид работ	Исполнители	T _{кв} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ							
				Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель.	3								
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5								
3	Проведение патентного поиска	Студент	5								
4	Выбор направления исследования	Руководитель	1								
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	2								
6	Разработка модели ДГК	Студент	8								
7	Выбор и расчет конструкции	Студент	8								
8	Проектирование технологического процесса изготовления детали	Студент	7								
9	Конструирование и изготовление опытного образца	Руководитель, студент	2								
10	Лабораторные испытания опытного образца	Руководитель, студент	2								
11	Составление пояснительной записки	Студент	4								



- руководитель



- студент

Заключение

В ходе работы над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было проведено планирование научно-исследовательской работы, а именно: структура работ в рамках научного исследования, трудоёмкость выполнения работ и разработан календарный план-график проведения научного исследования.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Ларионовой Людмиле

Институт	ИК	Кафедра	АРМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.05 «Конструкторско технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

2. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения. Основное рабочее оборудование – ПЭВМ. – Вредные факторы производственной среды: недостаточное освещение, повышения уровня шума, микроклимат, превышение электромагнитных и ионизирующих излучений; монотонный режим работы. – Опасные факторы среды: электрический ток, влияние на зрение. – Негативное влияние на окружающую среду: бытовые отходы. – Чрезвычайные ситуации: пожар.
3. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.	– ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.) – ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность» – ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность» – Правила устройства электроустановок. – ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с измен. 2010 г.) – СН 2.2.4/2.1.8.562-96. – СН 2.2.4/2.1.8.556-96.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	– Вредные факторы возникают из-за ПЭВМ. – Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно влияют на иммунную, нервную, эндокринную и дыхательную системы. Шум негативно влияет на психофизиологическое состояние. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц не должна превышать 25 В/м, а в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц не больше 2,5 В/м. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. При нахождении на рабочем месте в процессе трудовой деятельности на ПЭВМ уровень звукового давления не должен превышать 50 дБА.
--	---

	– Уменьшение мощности блока питания компьютера, сокращение времени пребывания за компьютером, перерывы.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	– Механические опасности отсутствуют. – Термические опасности отсутствуют. – Установлены удлинители в розетках (эл. сеть перегружена) – Возможные причины пожара: возникновение КЗ в проводке.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	– Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	– Возможные ЧС: пожар. – Пожар. – Устройства оповещения при пожаре, датчики дыма. – Соблюдения техники безопасности. – Следование плану эвакуации, вызов пожарных.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. – Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Ларионова Л.В.		

3. Социальная ответственность

В данной работе был спроектирован виброгаситель колебаний, т.е. были проведены все необходимые технические расчеты и конструирование с помощью различных программных комплексов, текстовых и графических редакторов. Поэтому рабочим местом было принято место работы оператора ПК (персонального компьютера).

Длительная работа на ПЭВМ отрицательно воздействует на здоровье человека. Монитор ПК является источником различных излучений, таких как: электромагнитное, рентгеновское, ультрафиолетовое, инфракрасное, излучения видимого диапазона.

Длительное сидячее положение приводит к напряжению мышц и появлению болей в руках, плечевых суставах, шее, позвоночнике. При длительной работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях, пальцах рук. Особенностью работы на ПК является постоянное и значительное напряжение функций зрительного анализатора. [1]

Данный раздел ВКР посвящен анализу воздействующих в процессе работы опасных и вредных факторов и выработке методов защиты от их негативного действия. Произведен анализ микроклимата, освещённости, аэроионного состава воздуха, электромагнитного излучения. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

3.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.

Проектирование рабочей (производственной) среды сфокусировано на том, чтобы её физические, химические и биологические факторы на рабочем месте не только не оказывали вредного воздействия на людей, но и способствовали сохранению их здоровья, обуславливали проявление способностей и стимулировали желание выполнять рабочие задачи.

Комфортным называется состояние внешней среды, обеспечивающее

оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работающего человека.

Обязательные технические параметры, установленные Санитарными правилами для работы за компьютером:

1. На каждое рабочее место с ПК приходится не менее 6 кв.м. площади. При работе менее 4 часов в день, но без принтеров, сканеров и т.п. – 4,5 кв.м.
2. Расстояние между тыльной частью монитора и экраном другого не менее 2 метров, а между боковыми поверхностями двух мониторов – не менее 1,2 м.
3. Естественный свет падает на рабочий стол преимущественно слева, монитор соответственно находится левым боком к окну.
4. Применяется смешанное освещение: помимо общего света на каждом столе присутствуют местные светильники.
5. Помещение проветривается каждый час, влажная уборка проводится каждый день.
6. Высота рабочей поверхности стола строго равна 725 мм либо регулируется в диапазоне 680 – 800 мм.

При работе с ПК можно столкнуться с такими вредными факторами и опасностями, как: недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенная или пониженная подвижность воздуха; повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенный уровень статического электричества; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

Значительным физическим фактором является микроклимат рабочей зоны, особенно температура и влажность воздуха.

Микроклимат помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. При определенных значениях микроклимата, человек испытывает состояние теплового комфорта,

что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производительности, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит и др.

При работе в помещениях, которая связана с длительным использованием ПЭВМ, возможны нервно-эмоциональные напряжения. В таких помещениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.

Таблица 11 –Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Категория работ по уровням	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	22–24	60–40	0.1
	Iб	21–23		
Теплый	Ia	23–25		
	Iб	22–24		

В помещении осуществляется естественная вентиляция благодаря наличию оконного проёма (форточки), а также дверного проёма. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основной недостаток – приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2] объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м³ [2]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 22,5 м³, из этого следует, что в помещении необходимо обеспечить дополнительную вентиляцию.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий

диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ (видеодисплейный терминал) не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц и 2,5 В/м - в диапазоне от 2 до 400 кГц [2]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл и 25 нТл - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [2]. Рабочие места оборудованы ПЭВМ типа Acer Aspire, имеющими характеристики: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 420 В [3].

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 конструкция ВДТ и ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от корпуса не более 0,1 мбэр/ч (100 мкР/ч). Предел дозы облучения для работников ВЦ (операторы, программисты) составляет 0,5 бэр/год.

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания нормальных условий труда. Свет оказывает влияние не только на орган зрения, но и на весь организм в целом. Видимый свет оказывает еще влияние на иммунные и аллергические реакции, а также на различные показатели обмена, изменяет уровень аскорбиновой кислоты в крови, в надпочечных железах и мозге. Он действует и на сердечно-сосудистую систему. В последнее время установлено также и гуморальное влияние нервного возбуждения, возникающее при световом раздражении глаза. Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Неправильное освещение часто

является причиной травматизма (плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них). Резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих, а также вызывают потерю чувствительности глазных нервов, что приводит к резкому ухудшению зрения.

Освещенность рабочего места, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-0 [2], должна быть не менее 300-500 лк, что может достигаться установкой местного освещения.

Таблица 12–Нормы естественного и искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший объем различения, мм	Искусственное освещение, лк	
		Комбинированное	Общее
Высокая точность	0,3–0,5	750	300

Местное освещение не должно создавать бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентная лампа, так как по спектральному составу она близка к дневному свету; обладает более высоким КПД и повышенной светоотдачей.

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные. К ним относится защита от вредного воздействия облучения. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне

продолжительностью 15 минут через каждый час работы. Для повышения эффективности рабочих перерывов, необходимо делать производственную гимнастику. Производственная гимнастика должна включать комплекс упражнений, направленных на восполнение дефицита двигательной активности, снятие напряжения мышц шеи, спины, снижение утомления зрения. Гимнастика проводится 1-2 раза в смену в течении 5-7 минут. Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов.

- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

3.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

Во время нормального режима работы оборудования опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;

- при однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного от земли человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к незащищенным частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются [4]:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении органов, что вызывает их серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава, а также ткани в целом.

Механическое действие тока проявляется в разрывах кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихах суставов и даже переломах костей

вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека.

Биологическое действие тока выражается главным образом в нарушении биологических процессов, протекающих в живом организме, что сопровождается разрушением и возбуждением тканей и сокращением мышц.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги.

Первая помощь при поражении электрическим током:

1. Обеспечить свою безопасность. Надеть сухие перчатки (резиновые, шерстяные, кожаные и т.п.), резиновые сапоги. По возможности отключить источник тока. При подходе к пострадавшему по земле идти мелкими, не более 10 см, шагами.

2. Сбросить с пострадавшего провод сухим токонепроводящим предметом (палка, пластик). Оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 10 метров от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением.

3. Вызвать (самостоятельно или с помощью окружающих) «скорую помощь».

4. Определить наличие пульса на сонной артерии, реакции зрачков на свет, самостоятельного дыхания.

5. При отсутствии признаков жизни провести сердечно-легочную реанимацию.

6. При восстановлении самостоятельного дыхания и сердцебиения придать пострадавшему устойчивое боковое положение.

7. Если пострадавший пришел в сознание, укрыть и согреть его. Следить за его состоянием до прибытия медицинского персонала, может наступить повторная остановка сердца.

3.3 Защита окружающей среды

В настоящее время техника конструируется и производится с соблюдением строжайших санитарно-гигиенических требований. Компоненты ПК сами по себе не являются источниками каких-либо отравляющих или вредных веществ. Однако в процессе эксплуатации вычислительной техники и при планировании мероприятий по охране окружающей среды следует учитывать следующие обстоятельства:

- компьютер является источником избытков явного тепла
- конструкция стандартного ПК способствует накоплению в нем частичек пыли, что в определенных ситуациях может служить источником запыленности помещения;
- спирт и другие вещества, применяемые для протирки компонентов и комплектующих деталей ПК, могут явиться источником вредных или ядовитых паров.

В помещениях с ПЭВМ рекомендуется применять кондиционеры, и именно они являются основным средством охраны окружающей среды от вышеперечисленных факторов. Для предотвращения запыленности помещения рекомендуется регулярно проводить процедуру удаления пыли из системного блока с помощью пылесоса и ветоши смоченной в техническом, медицинском или пищевом спирте. Помещение, в котором устанавливается множительный аппарат или компьютер, должно хорошо проветриваться.

Компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специальной переработке;

В настоящее время ведется создание и внедрение безотходной технологии в ряде отраслей промышленности, однако полный перевод ведущих отраслей

промышленности на безотходную технологию потребует решения большого комплекса весьма сложных технологических, конструкторских и организационных задач.

3.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Пожар представляет особую опасность, так как он представляет серьёзную угрозу жизни и здоровью персонала. Возможно уничтожение аппаратуры, инструментов, документов, представляющих большую материальную ценность, и возникновение пожара в соседних помещениях.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на: организационные, технические, эксплуатационные и режимные. Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации. К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Причиной загорания может быть:

- неправильный монтаж установок и сетей, что может привести к короткому замыканию;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: двери, столы, изоляция кабелей и т.п.;
- наличие кислорода, как окислителя процессов горения;

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара:

- обеспечить подъезды к зданию;

- обеспечить возможность эвакуации людей, независимо от их возраста и физического состояния.

- проведение мероприятий по спасению людей и материальных ценностей

- обеспечить нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в т.ч. при обрушении здания.

Для предотвращения пожара необходимо использовать первичные средства пожаротушения, при знании и соблюдении инструкций по пожарной безопасности. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2 или порошковые типа ОП-5. Помещение оборудовано пожарной сигнализацией. При возникновении пожара необходимо проводить эвакуацию персонала, согласно плану эвакуации, который размещён на каждом этаже.

3.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обеспечение безопасности на рабочем месте подразумевает различные правовые и организационные решения.

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

Согласно СанПиН [2] при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Заключение

В результате проделанной исследовательской работы была составлена модель динамического гасителя колебаний. Разработанная модель динамического гасителя проста и понятна и может быть применена при проектировании аналогичных устройств.

По результатам моделирования была предложена конструкция ДГК, предназначенного для защиты от вибраций различных объектов, в частности, металлорежущих станков. В отличие от известных устройств для гашения колебаний использование предлагаемого динамического гасителя позволяет упростить конструкцию, расширить его функциональные возможности, за счёт применения ходового винта и электромагнитной составляющей. Устройство имеет небольшие габариты и может быть установлено практически на любом типе объектов, а также позволяет автоматизировать такую трудоемкую операцию, как процесс настройки гасителя, носящую в ряде случаев полностью ручной характер.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Болдин Л.А. Металлорежущие станки (вопросы эксплуатации). – М: Машгиз, 1957. –260 с.
2. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. / В. Н. Челомей и др. – М.: Машиностроение,
3. A. Gavrilin, B. Moyzes, O. Zharkevich Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.
4. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования // Контроль. Диагностика: научно-технический журнал. – 2013. – № 13. – С. 82-87.
5. Гаврилин А.Н., Ангаткина О.О., Рожков П.С. Сикора Е.А. Математическая модель виброгасителя вязкого трения для обработки деталей типа тел вращения // Известия ТПУ. 2012. Т. 321. № 2. С. 117–120.
6. Пат. РФ 2475660, МПК F16 F9/30, F16 F15/027, B23 Q1/76. Виброгаситель вязкого трения / А.Н. Гаврилин, О.О. Ангаткина, П.С. Рожков, Е.А. Сикора. – Опубл. 20.02.2013. – Бюл. №5. – 6 с.
7. Бармин Б. П. Вибрации и режимы резания. – М.: Машиностроение, 1972. – 72 с.
8. Мойзес Б.Б. Применение ударных виброгасителей. // Контроль. Диагностика: научно-технический журнал. – 2014. – № 13. – С. 96-98.
9. Гаврилин А.Н., Ангаткина О.О., Рожков П.С. Инновационная разработка в области повышения производительности и точности на станках с ЧПУ // Контроль. Диагностика. №2. 2011. С. 52–55.
10. Пат. 98792 РФ, МКП F16 F6/004. Динамический самонастраивающийся гаситель колебаний / А.Н. Гаврилин, А.В. Витко, П.Я. Крауиньш, П.С. Рожков – Опубл. 27.10.2010. – Бюл. № 30. – 2 с.

- 11.2151930 Динамический гаситель колебаний Классы
МПК7: F16F6 F16F15 <http://www.findpatent.ru/patent/215/2151930.html>
- 12.2106551 Магнитореологический виброгаситель МПК7: F16F15/03
<http://www.findpatent.ru/patent/210/2106551.html>
- 13.Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003г.. 912с., ил.
- 14.Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов. –5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвёртого издание 1983г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256с.
- 15.Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.– 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003г. 944с., ил.
- 16.Ilix precision [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ilix.de/pdf/reibahlen.pdf>, свободный. Загл. с экрана
- 17.Бароновский Ю.В. Режимы резания металлов Справочник./Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение,1972, с.300.
- 18.Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы времени.
- 19.Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы режимов резания.
- 20.Романенко С.В Социальная ответственность – С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.

21. Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2 2.4.1340 – 03. – М., 2003
22. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
23. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
24. ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.