

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Гидравлические системы снижения вибраций основания от работы технологического оборудования

УДК 62-567.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Жуков Артём Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дерюшева В.Н.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юдахина О.Б.	к.э.н.		12.05.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		08.05.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**по основной образовательной программе подготовки магистров по направлению
15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств», профиль подготовки «Конструирование технологического
оборудования»**

ИК ТПУ, кафедра АРМ, руководитель ООП Крауиньш П. Я.

Код результ ата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять <i>глубокие естественнонаучные и математические знания</i> для создания нового технологического оборудования и машин.	Требования ФГОС ВО (ОПК 1, ПК-2, 3). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современного машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных инженерных задач</i>	Требования ФГОС ВО (ПК-1-4). Критерий 5 АИОР (п.2.1, п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P3	Ставить и решать <i>инновационные задачи инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой новых изделий с использованием системного анализа и моделирования объектов машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-5-9). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P4	<i>Разрабатывать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-15-17). Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P5	Проводить теоретические и модельные <i>исследования</i> в области машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ОПК 1, ПК-16). Критерий 5 АИОР (п.1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P6	Внедрять и обслуживать современные высокотехнологические линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС ВО (ОК-2, ПК-9, ПК-11, 12,13,14). Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
<i>Универсальные компетенции</i>		

P7	Использовать <i>глубокие знания</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВО (ОПК -4, ПК-2, ПК-3, ПК-13, ПК-14, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностранном языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОПК-3, ОПК-4, ПК-13, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации.	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п. 2.13), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> , компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i> .	Требования ФГОС ВО (ОК-2). Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P11	<i>Самостоятельно</i> учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-3). Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. Кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ41	Жуков Артём Викторович

Тема работы:

Гидравлические системы снижения вибрации основания, от воздействия технологического оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.03.2015 г. №1406/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: Двухкаскадный гидропневмоамортизатор. В первый каскад произвести закачку масла давлением не менее 1 (МПа), во второй каскад произвести закачку воздуха давлением не менее 0,4 (МПа). Исследования провести на примере кузнечнопрессового оборудования.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор существующих конструкций гидравлических систем снижения вибрации основания. Произвести необходимые расчёты и исследования.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема, расчётная схема, математическая модель, графики зависимости.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Литературно-патентный обзор</p>	<p>Дерюшева Валентина Николаевна</p>
<p>Расчёты и аналитика</p>	<p>Дерюшева Валентина Николаевна</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Юдахина Ольга Борисовна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Пустовойтова Мрина Игоревна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Расчёты и аналитика</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>1.09.2014 г.</p>
--	---------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Дерюшева В.Н.</p>	<p>к.т.н.</p>		<p>1.09.2014</p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8НМ41</p>	<p>Жуков Артём Викторович</p>		<p>1.09.2014</p>

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа 8НМ41	ФИО Жукову Артёму Викторовичу
------------------------	---

Институт	Кибернетики	Кафедра	АРМ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.05 Конструкторско – технологическое обеспечение машиностроительных производств

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость ресурсов принять как среднюю по г.Томску, заработную плату принять по окладу ТПУ</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные организации принять 27,1%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Потенциальные потребители результатов исследования, Анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ, Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Структура работ в рамках научного исследования, Определение трудоемкости выполнения работ, Разработка графика проведения научного исследования, Расчет материальных затрат НТИ, Основная заработная плата, Дополнительная заработная плата, Отчисления во внебюджетные фонды, Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Интегральный финансовый показатель, Интегральный показатель ресурсоэффективности, Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки,</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юдахина О.Б.	К.Э.Н.		01.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Жуков Артём Викторович		01.02.2016

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

Институт	Институт Кибернетики
Направление подготовки (специальность)	15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Уровень образования	Магистр
Кафедра	Автоматизации и роботизации в машиностроении
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ41	Жукову Артёму Викторовичу

Тема работы:

Гидравлические системы снижения вибраций основания от работы технологического оборудования	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	

Форма представления работы:

Магистерская диссертация (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность» и вопросы, подлежащие разработке:	<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Ценность научного исследования (разработки) для производства и общества;</i> <i>2. Социальная ответственность предприятия в рамках проведения научного исследования.</i>
---	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		01.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Жуков Артём Викторович		01.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа 94 с., 47 рис., 22 табл., 20 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Вибрация, виброзащита, амортизатор, рукава высокого давления, гидропневмоаккумулятор, кузнечнопрессовое оборудование.

Объектом исследования являются гидравлические системы снижения вибрации основания от воздействия технологического оборудования.

Цель работы - исследование устройства для гашения ударных и вибрационных нагрузок, воздействующих на основание фундамента, с применением двухуровневой упругой связью.

В процессе работы проведены теоретические исследования существующих устройств защиты, основания технологического оборудования, сделан сравнительный анализ их достоинств и недостатков.

В результате исследования предложена доработка существующего устройства, при помощи добавления второго амортизирующего каскада в виде рукавов высокого давления. Составлены принципиальная и расчётная схемы, произведены необходимые исследования.

Степень внедрения: Данное устройство возможно внедрять в современные предприятия, использующие технологическое оборудование, испытывающее ударные и вибрационные нагрузки.

Область применения: Производства, использующие технологическое оборудование, испытывающее ударные и вибрационные нагрузки.

Экономическая эффективность/значимость работы: Эффективность предложенного устройства определяется повышением интенсивности гашения вибраций, увеличение срока эксплуатации оборудования, возможность регулирования параметров, влияющих на время восстановления системы.

В будущем планируется: Доработать реальную модель.

Оглавление

Введение	4
1. Литературно-патентный обзор	7
2. Объект и методы исследования	19
3. Расчёты и аналитика	21
3.1. Принципиальная схема	22
3.2 Расчётная схема	24
3.3 Уравнения и расчёты	25
3.3.1 Масса шабота	26
3.3.2 Масса фундамента	26
3.3.3 Жёсткость шлангов	26
3.3.4 Необходимая длина перекрытия	27
3.3.5 Вязкое трение в дросселе	27
3.4 Результаты проведённого исследования	
3.4.1 Исследование математической модели	28
3.4.2 Исследование реальной модели	30
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
4.1 Общие сведения о научном исследовании	45
4.2 Предпроектный анализ	
4.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
4.2.2 Анализ конкурентных технологических решений	47
4.2.3 SWOT анализ	47
4.3 Определение возможных альтернатив	50
4.4 Планирование научно – исследовательских работ	
4.4.1 Структура работ в рамках научных исследований	51
4.4.2 Определение трудоёмкости выполняемых работ	51
4.4.3 Разработка графика проведения научных исследований	52
4.4.4 Расчёт материальных затрат	54
4.4.5 Основная заработная плата исполнителей	55

4.4.6	Дополнительная заработная плата исполнителей	57
4.4.7	Отчисления во внебюджетные фонды	58
4.4.8	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	59
4.4.9	Накладные расход	60
4.4.10	Формирование бюджета затрат н/и проекта	61
4.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	61
5.	Социальная ответственность	
5.1	Социальная ответственность	66
5.2	Анализ опасных и вредных производственных факторов	
5.2.1	Электромагнитные и электрические поля	73
5.3	Производственная санитария «эргономический анализ»	
5.3.1	Микроклимат	74
5.3.2	Освещённость	75
5.4	Пожарная безопасность	76
5.5	Социальная ответственность работодателя	79
	Заключение	81
	Список использованных источников	82
	Приложение А	85

Введение

С ускорением технического прогресса оборудование все более усложняется и совершенствуется. Но при работе большинства современных машин и механизмов возникают вибрации. Они могут быть относительно небольшими, как, например, при работе трансформаторов и систем центрального кондиционирования или очень значительными при функционировании различного рода промышленных станков.

Вибрации оказывают отрицательное воздействие на людей, а также на здания, сооружения, другие установки, поэтому необходимы меры для их устранения или максимально возможного уменьшения. Разработаны и применяются соответствующие санитарные и строительные нормы допустимых уровней вибраций для различных типов помещений. Производители оборудования, особенно зарубежные, различными способами стараются уменьшить воздействие на окружающую среду вибраций, вызываемых их продукцией. Для этого применяются различные виброзащитные опоры, снижается масса и эксцентриситет подвижных частей и т.д. Однако не всегда меры производителей оборудования, направленные на снижение вибраций, оказываются эффективными в конкретных условиях его размещения. Так, например, трансформаторная подстанция, находящаяся на достаточно удаленном расстоянии от других объектов, не создает каких-либо проблем. Но в условиях очень плотной застройки современных городов нередко ее приходится размещать в непосредственной близости от жилых зданий, и в этом случае ее воздействие становится ощутимым. Возникает и противоположная задача: когда какое-то оборудование необходимо защитить от воздействия вибраций, создаваемых другими машинами и механизмами, расположенными на близком расстоянии. Например, нужно защитить прецизионное оборудование от негативных влияний, возникающих при работе других станков, поскольку такие вибрации могут нарушать технологический процесс и отрицательно сказываться на качестве

выпускаемой продукции. Во всех этих случаях необходима дополнительная защита от вибраций.

В настоящее время существуют различные типы виброзащиты оборудования. Это пружинные и резинометаллические амортизаторы разных типов и конструкций, разнообразные виброгасящие покрытия из резины, полиуретана и других подобных упругих материалов. Функционирование подавляющего большинства виброизоляционных материалов и изделий основано на принципе работы системы масса-пружина. Из курса механики известно, что любая такая система имеет собственную резонансную частоту, зависящую от жесткости пружины и массы, входящей в систему. При воздействии частотой, равной или близкой к собственной, в системе масса-пружина возникает явление резонанса, и амплитуда колебаний массы начинает увеличиваться. Однако, при воздействии частоты, равной $F_{рез}^*$, амплитуда вибрации передается пружиной уже без изменений, а при дальнейшем увеличении частоты происходит снижение передаваемой амплитуды. Естественно, что погасить вибрации полностью невозможно, но с помощью таких виброзащитных систем можно снизить их до приемлемых для конкретных условий значений.

Для создания эффективной виброзащиты необходимо хорошо представлять себе, какие именно вибрации необходимо погасить. То есть, необходимо знать их частоту и амплитуду, уровень значений, до которых их нужно снизить, определить место, в котором устройство виброзащиты будет наиболее эффективным: непосредственно под установкой, между основанием установки и фундаментом, под фундаментом и т.д. Необходимо достаточно точно знать оба параметра системы масса-пружина: массу объекта, который необходимо изолировать от вибраций, и жесткость пружины или элемента, ее заменяющего. Ошибки при расчете системы и неточность исходных параметров могут привести к тому, что эффект от виброзащиты будет в лучшем случае нулевым, а в худшем – отрицательным, тогда система войдет в резонанс. Исходные параметры вибрации можно или измерить, или оценить

по характеристикам оборудования (частота вращения вала, частота перемещения подвижной части машины, частота электрического тока и т.д.). Массу виброизолируемого объекта также несложно определить по техническим характеристикам оборудования и размерам основания/фундамента, если они имеются. Наиболее критическими параметрами для расчета являются характеристики самих виброизоляционных материалов. Обеспечить постоянство характеристик материалов при массовом производстве - весьма непростая задача, а производство материала с заданными характеристиками для каждого конкретного случая применения крайне сложно.

Цель работы – выявление существующих недостатков устройств для гашения ударных и вибрационных нагрузок, воздействующих на основание фундамента. Исследование предлагаемого варианта по их минимизации.

Задачи:

- Найти и изучить всю возможную информацию о данных устройствах;
- Выделить наиболее значимые недостатки данных устройств;
- Продумать варианты по предотвращению недостатков;
- Произвести необходимые расчёты;
- Составить принципиальную схему устройства;
- Описать принцип работы устройства;
- Составить расчётную схему;
- Написать математическую модель устройства;
- Произвести необходимые исследования;
- Описать социальную ответственность;
- Оценить экономические показатели доработки;
- Написать соответствующие выводы о проделанной работе.

1. Литературно-патентный обзор

Существует патент №706613 «Гидропневматическая подушка»

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к устройствам для создания противодействия на прессах во время штамповочных операций и выталкивания отштампованных деталей из штампа, и может быть использовано в качестве самовосстанавливающегося предохранительного устройства, например, в прессах.

Устройство (рис.1.1) содержит корпус 1, внутри которого размещен шток 2 с поршнем 3, разделяющий корпус на поршневую 4 и надпоршневую 5 полости. Внутри полого штока 2 размещена компенсационная полость 6, включающая камеру 7 сжатого газа, отделённую от жидкостной камеры компенсационной полости 6 поршнем 8. К корпусу 1 примыкает элемент 9 с каналом 10, в котором размещён регулируемый предельный клапан 11 с пружиной 12. Усилие поджатия пружины 12 регулируется винтом 13.

Клапан 11 открывается под действием давления рабочей жидкости, поступающей из подпоршневой полости 4 по каналу 14. Подпоршневая полость 4 сообщается с надпоршневой полостью 5 через отверстие 15, канал 10 и отверстие 16. Надпоршневая полость 5 сообщается с компенсационной полостью 6 через отверстия 17. В отверстии 18 поршня 3 установлен обратный клапан 19, связывающий подпоршневую полость 4 с компенсационной полостью 6 при обратном ходе штока 2. В верхней части полого штока 2 установлен регулируемый воздушный клапан 20, настраиваемый на определённое давление и обратный клапан 21, через который осуществляется подвод сжатого воздуха из магистрали 22.

Работа гидропневматической подушки осуществляется следующим образом.

При приложении нагрузки к гидропневматической подушке в момент рабочего хода пресса в подпоршневой полости 4 создаётся давление, передаваемое по каналу 14 под торец клапана 11. При превышении давления, на которое отрегулирован клапан 11, клапан 11, перемещаясь, соединяет подпоршневую полость 4 через отверстия 15 и 16 с надпоршневой полостью

5 и далее через отверстие 17 в полой штоке 2 с компенсационной полостью 6, перемещая поршень 8 вверх и увеличивая давление сжатого воздуха в камере 7 до давления, на которое настроен регулируемый воздушный клапан 20.

В подпоршневой полости 4 на всём ходе штока 2 поддерживается постоянное давление, определяемое затяжкой пружины 12, а вместе с тем и постоянное усилие прижима штампуемой детали на всем рабочем ходе пресса. При обратном ходе ползуна пресса (на чертеже не показано) под действием давления сжатого воздуха в камере 7, превышающего давление в отверстии 17, поршень 8, перемещаясь вниз, вытесняет рабочую жидкость через отверстие 18 и обратный клапан 19 в подпоршневую полость 4. Шток 2, перемещаясь вверх, осуществляет выталкивание или прижим детали в зависимости от операции штамповки.

Таким образом обеспечивается возвратно-поступательное движение штока, позволяющее осуществить подпор с необходимым усилием при рабочем ходе ползуна пресса и выталкивание или прижим детали при обратном ходе ползуна.

Возможность регулировки усилия демпфирования расширяет технологические возможности гидропневматической подушки, позволяет перестраивать её характеристику в зависимости от штампуемой детали.

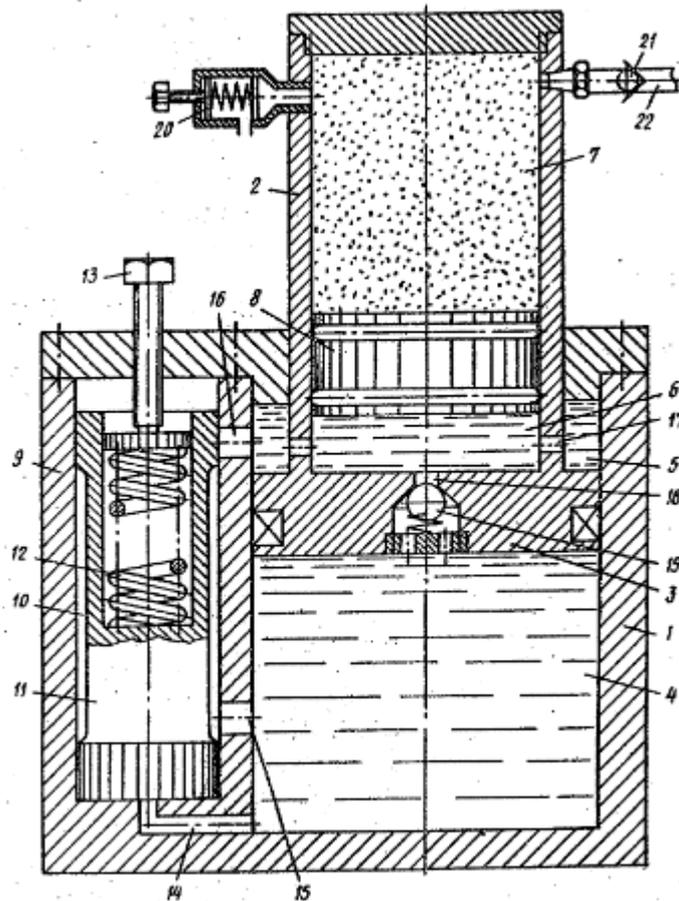


Рис.1.1 Гидропневматическая подушка.

Основным недостатком является недостаточная эффективность устройства при изменении уровня воздействующей ударной нагрузки.

Существует патент № 823703 «Амортизатор»

Изобретение относится к средствам защиты от вибраций различных объектов.

Устройство (рис.1.2) содержит промежуточную массу 1, включающий гидроцилиндр 2, соединяющие ее с объектом 3 и основанием 4 упругие связи 5 и 6, гаситель 7 колебаний, выполненный в виде поршня с осевыми каналами 8 и упругий элемент 9, второй гидроцилиндр 10. Промежуточная масса выполнена в виде двух поршней 11 и 12, помещённых в соответствующих гидроцилиндрах 2 и 10, над- и подпоршневые полости которых связаны каналами 13 и 14. Поршень большего диаметра связан с объектом 3 и основанием 4 упругими связями 5 и 6, а поршень 11 меньшего

диаметра – через упругий элемент 9 с гасителями 7. Кроме того, поршень меньшего диаметра связан с основанием гидроцилиндра 10 упругим элементом 15.

Амортизатор работает следующим образом.

Динамические усилия от объекта 3 передаются через упругую связь 5 на поршень 12 и далее через рабочую среду на поршень 11. К последнему передаются через упругий элемент 9 инерционные усилия, развиваемые гасителем 7 колебаний. Эти усилия в диапазоне частот, близких к частоте настройки гасителя, примерно равны усилиям, действующим на поршень 11 со стороны среды, и находятся по отношению к ним в противофазе. Снижение амплитуды колебаний поршня 11 вызывает соответствующее снижение амплитуд колебаний поршня 12, что приводит к снижению динамических нагрузок, действующих на объект. Требуемая масса гасителя колебаний во столько раз меньше, во сколько раз площадь поршня 12 больше площади поршня 11. Расположение гасителя колебаний 7 в отдельном гидроцилиндре позволяет производить его настройку без разборки всего устройства.

Применение амортизатора позволит уменьшить динамические нагрузки, приходящиеся на объект, что повысит надёжность его работы.

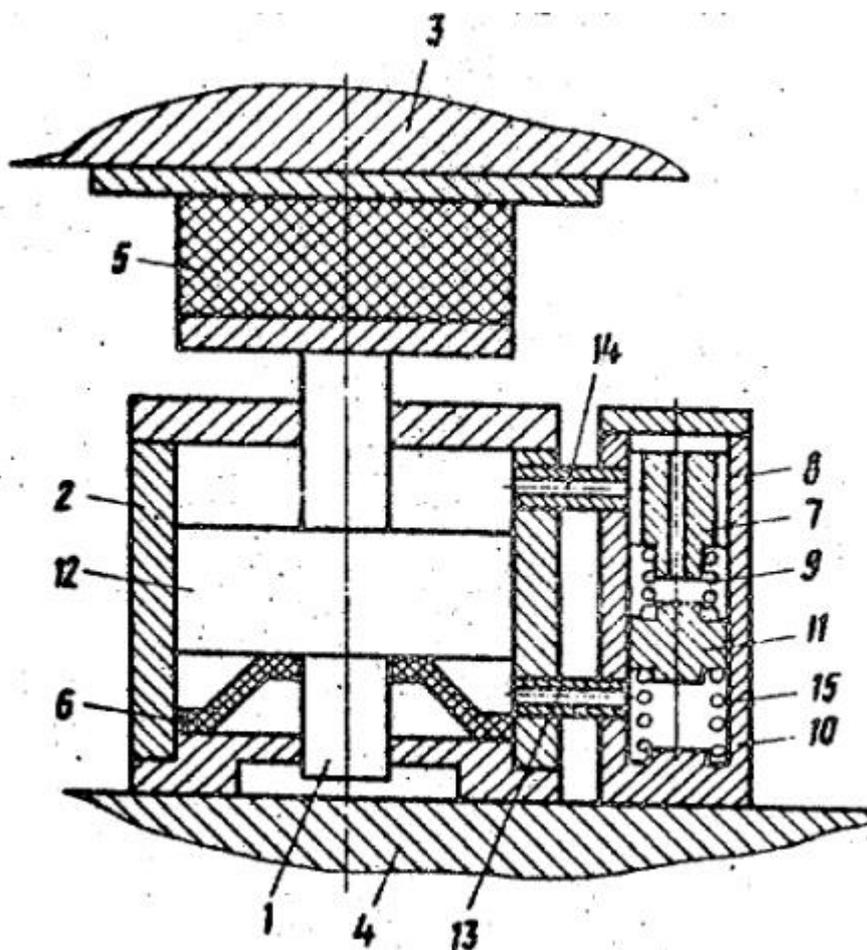


Рис.1.2 Амортизатор.

Основным недостатком является относительно узкий частотный диапазон гашения колебаний из-за постоянства соотношений диаметров поршней большого и малого гидроцилиндров и одинаковая скорость движения поршня в обоих направлениях.

Существует патент №2298122 «Гидропневматический амортизатор»

Изобретение относится к области машиностроения для гашения ударных и вибрационных нагрузок, воздействующих на основание фундамента.

Гидравлический амортизатор (рис.1.3) состоит из промежуточной массы 1, перемещающейся в направляющих 2. Упругая связь 3 установлена между промежуточной массой 1 и основанием 4. Полости упругих связей 3 выполнены из рукавов высокого давления, заполнены жидкостью и

трубопроводом 5 соединены с гасителем, включающим параллельно установленные обратный клапан 6 и регулируемый дроссель 7. Гаситель соединен с жидкостной полостью гидропневмоаккумулятора 8, а газовая полость камеры - с зарядным клапаном 9 и предохранительным клапаном 10.

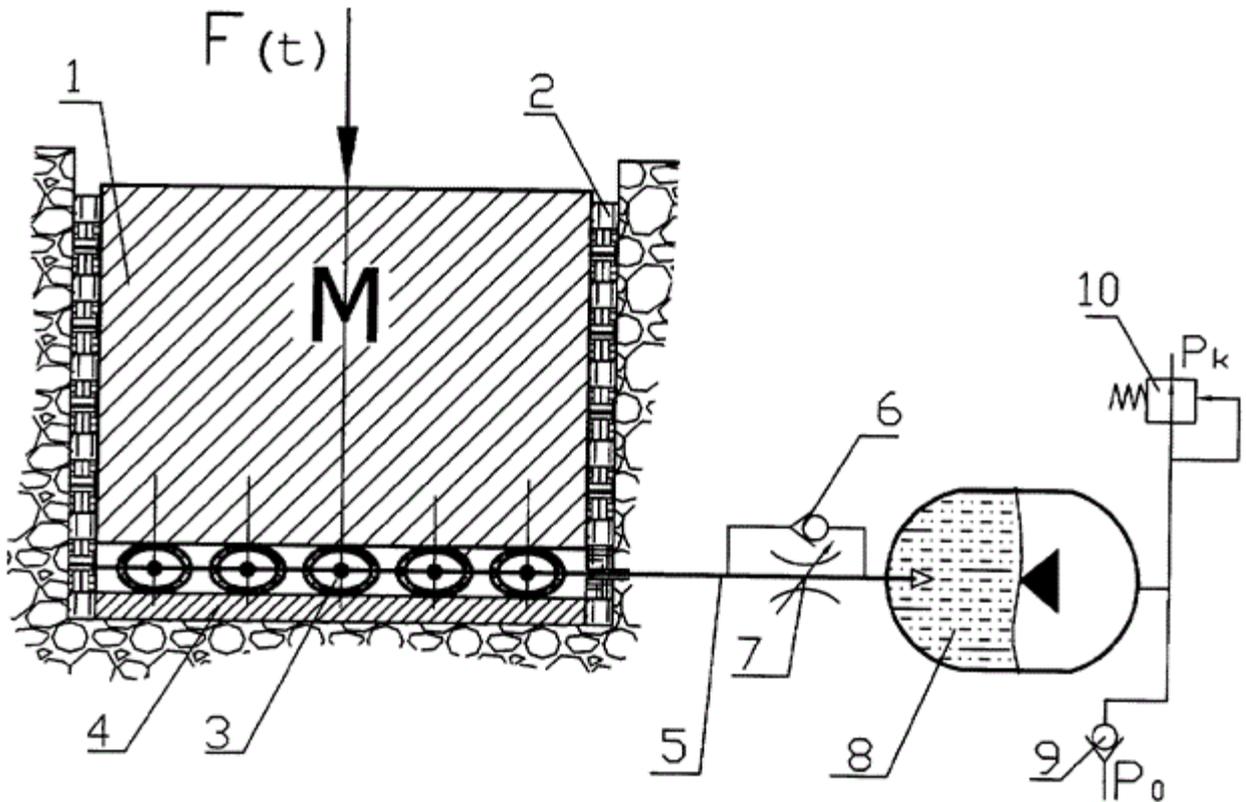


Рис.1.3 Гидропневматический амортизатор.

На рис. 1.4 представлена схема деформации в радиальном направлении рукава высокого давления 3, имеющего первоначальный внутренний диаметр d , изменяющийся на величину x при действии веса объекта и промежуточной массы 1. При этом в рукавах высокого давления 3 давление жидкости P_0 соответствует зарядке гидропневмоаккумулятора 8.

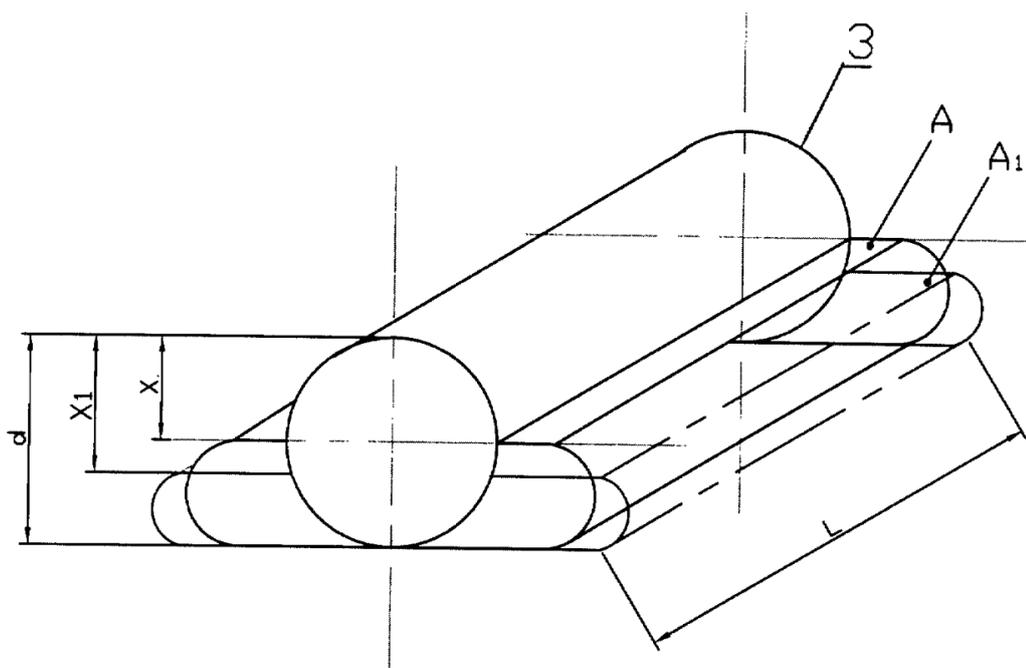


Рис. 1.4 Схема деформации рукава высокого давления.

Устройство работает следующим образом.

Перед запуском гидропневматического амортизатора в работу гидропневмоаккумулятор 8 через зарядное устройство 9 устанавливает давление P_0 , причем предохранительный клапан настроен на давление P_k , превышающее давление P_0 . Это же давление P_0 будет в сдеформированных рукавах высокого давления, заполненных жидкостью. Рукава высокого давления сдеформируются на величину x , а площадь A , на которую опирается промежуточная масса, будет

$$A = \frac{\pi x}{2} L$$

где L - длина рукавов высокого давления, взаимодействующая с промежуточной массой 1 и основанием 4.

Усилие F_0 , с которым воздействуют сдеформированные в радиальном направлении рукава 3 на промежуточную массу 1, будет

$$F_0 = P_0 \cdot A$$

При воздействии $F(t)$ объекта на промежуточную массу 1 последняя перемещается в направляющих 2 и деформирует рукава высокого давления 3 на величину x_1 . Площадь A увеличивается до величины A_1 . Жидкость из полостей рукавов высокого давления 3 по трубопроводу 5, обратному

клапану 6 и дросселю 7 поступает в гидропневмоаккумулятор 8, при этом система поддерживает давление P_0 , так как сжимаемость газа во много раз больше сжимаемости жидкости. Перемещение величины x_1 будет увеличиваться до тех пор, пока величина амплитудного значения воздействующего усилия $F(t)$ будет меньше или равна усилию со стороны рукавов высокого давления, сдеформированных в радиальном направлении

$$P_0 \cdot A_1 \geq F(t)$$

В дальнейшем сила $F(t)$ снимается, а жидкость из гидропневмоаккумулятора 8 через регулируемый дроссель 7 поступает в полость сдеформированных рукавов высокого давления с меньшей скоростью. Энергия воздействия от усилия $F(t)$ гасится на регулируемом дросселе 7. При последующих воздействиях усилия $F(t)$ процесс повторяется. Клапан 10 предохраняет амортизатор от перегрузок.

Регулируемая площадь проходного сечения дросселя 7 и величина давления P_0 в гидропневмоаккумуляторе 8 определяет эффективный диапазон частот работы амортизатора, так как величина P_0 определяет жесткость упругой связи, а площадь дросселя - темп поглощения энергии амортизатором. Применение рукавов высокого давления в качестве упругой связи с разным внутренним диаметром позволяет использовать амортизатор в широком диапазоне действующих нагрузок.

Основным недостатком является недостаточный частотный диапазон работы (≈ 40 дБ) из-за подвижных механических элементов, входящих в состав обратного клапана.

Существует патент №2340811 «гидропневматический амортизатор с безинерционным гасителем»

Изобретение относится к области машиностроения для гашения ударных и вибрационных нагрузок, воздействующих на основание фундамента.

Гидравлический амортизатор рис.1.5 состоит из промежуточной массы 1, перемещающейся в направляющих 2. Упругая связь 3 установлена между промежуточной массой 1 и основанием 4. Полости упругих связей 3 выполнены из рукавов высокого давления, заполнены жидкостью и трубопроводом 5 соединены с гасителем, состоящим из струйного элемента 6. Гаситель соединен с жидкостной полостью гидропневмоаккумулятора 7, а газовая полость камеры с зарядным клапаном 8 и предохранительным клапаном 9.

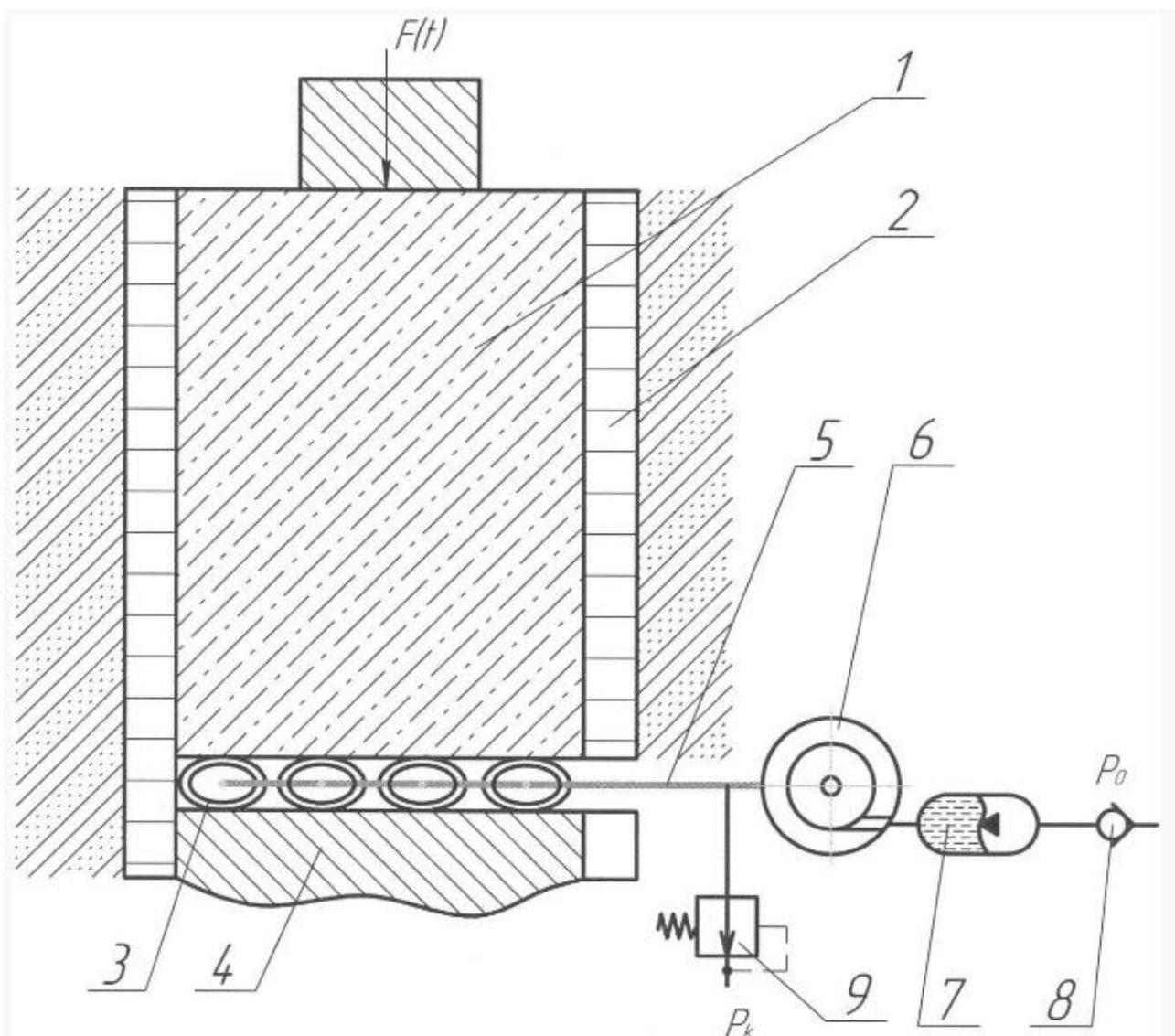


Рис.1.5 Гидравлический амортизатор

На рис.1.4 представлена схема деформации в радиальном направлении рукава высокого давления 3, имеющим первоначальный внутренний диаметр d , изменяющийся на величину x при действии веса объекта и промежуточной

массы 1. При этом в рукавах высокого давления 3 давление жидкости P_0 соответствует зарядке гидропневмоаккумулятора 7.

На рис.1.6 представлен гаситель, состоящий из струйного элемента, включающий крышку 10 и корпус 11, в котором выполнен тангенциальный канал 12 и осевой канал 13.

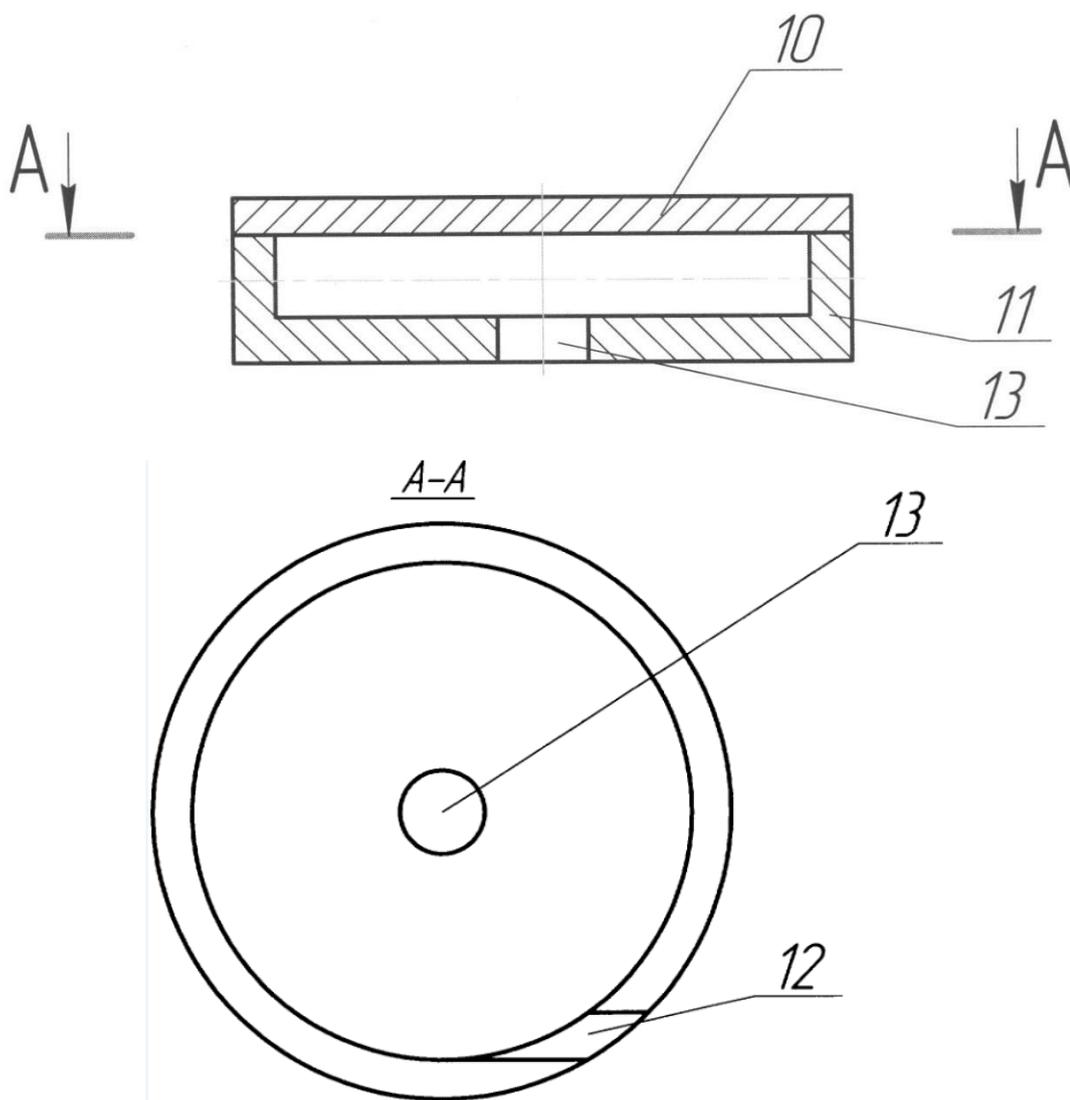


Рис.1.6 Гаситель

Устройство работает следующим образом.

Перед запуском гидропневматического амортизатора в работу гидропневмоаккумулятор 7 через зарядное устройство 8 устанавливает давление P_0 . Это же давление P_0 будет в сдеформированных рукавах высокого давления, заполненных жидкостью. Рукава высокого давления

сдеформируются на величину x , а площадь A , на которую опирается промежуточная масса, будет

$$A = \frac{\pi x}{2} L$$

где L - длина рукавов высокого давления, взаимодействующих с промежуточной массой 1 и основанием 4.

Внешнее усилие F_0 , которое воздействует на сдеформированные в радиальном направлении рукава 3 на промежуточную массу 1, будет

$$F_0 = P_0 \cdot A$$

При воздействии $F(t)$ объекта на промежуточную массу 1, последняя перемещается в направляющих 2 и деформирует рукава высокого давления 3 на величину x_1 . Площадь A увеличивается до величины A_1 . Жидкость из полостей рукавов высокого давления 3 по трубопроводу 5 поступает в осевой канал 13 струйного элемента 6 поступает через тангенциальный канал 12 и гидропневмоаккумулятор 7 без сопротивления, при этом система поддерживает давление P_0 , так как сжимаемость газа во много раз больше сжимаемости жидкости. Перемещение величины x_1 будет увеличиваться до тех пор, пока величина амплитудного значения воздействующего усилия $F(t)$ не станет меньше или равно усилию со стороны рукавов высокого давления, сдеформированных в радиальном направлении

$$P_0 \cdot A_1 \geq F(t)$$

В дальнейшем сила $F(t)$ снимается, а жидкость из гидропневмоаккумулятора 7 через тангенциальный канал 12 струйного элемента 6 и осевой канал 13 поступает в полость сдеформированных рукавов высокого давления. Энергия воздействия от усилия $F(t)$ гасится на струйном элементе 6 за счет закручивания потока жидкости, тем самым создается сопротивление потока. При последующих воздействиях усилия $F(t)$ процесс повторяется. Клапан 9 предохраняет амортизатор от перегрузок.

Использование струйного элемента исключает промежуточные массы деталей и повышает частотный диапазон гашения воздействующей нагрузки.

2. Объект и методы исследования

Объектом исследования являются гидравлические системы снижения вибрации основания от воздействия технологического оборудования. Изобретение относится к области машиностроения для гашения ударных и вибрационных нагрузок, воздействующих на основание фундамента.

В ходе рассмотрения патентных изобретений видно, что «гидропневматический амортизатор» является наиболее современной разработкой. Обосновывается это тем, что в этом устройстве возможно регулировать параметр жёсткости за счёт изменения вязкого трения. Но наряду с положительными моментами есть существенный недостаток, не возможность гасить вибрации более 40 дБ и ограничения по интенсивности гашения вибрации. Зная данные недостатки необходимо расширить диапазон гашения вибраций, путём конструкторской доработки, повысить интенсивность гашения вибраций и исследовать возможности регулирования параметра жёсткости этого устройства. Всё вышесказанное указывает на актуальность данного исследования.

Для минимизации данных недостатков предложена модель с добавлением второго амортизирующего каскада, устанавливаемого непосредственно под фундамент технологического оборудования.

3. Расчёты и аналитика

3.1 Принципиальная схема

На рисунке 3.1.1 представлена принципиальная схема устройства.

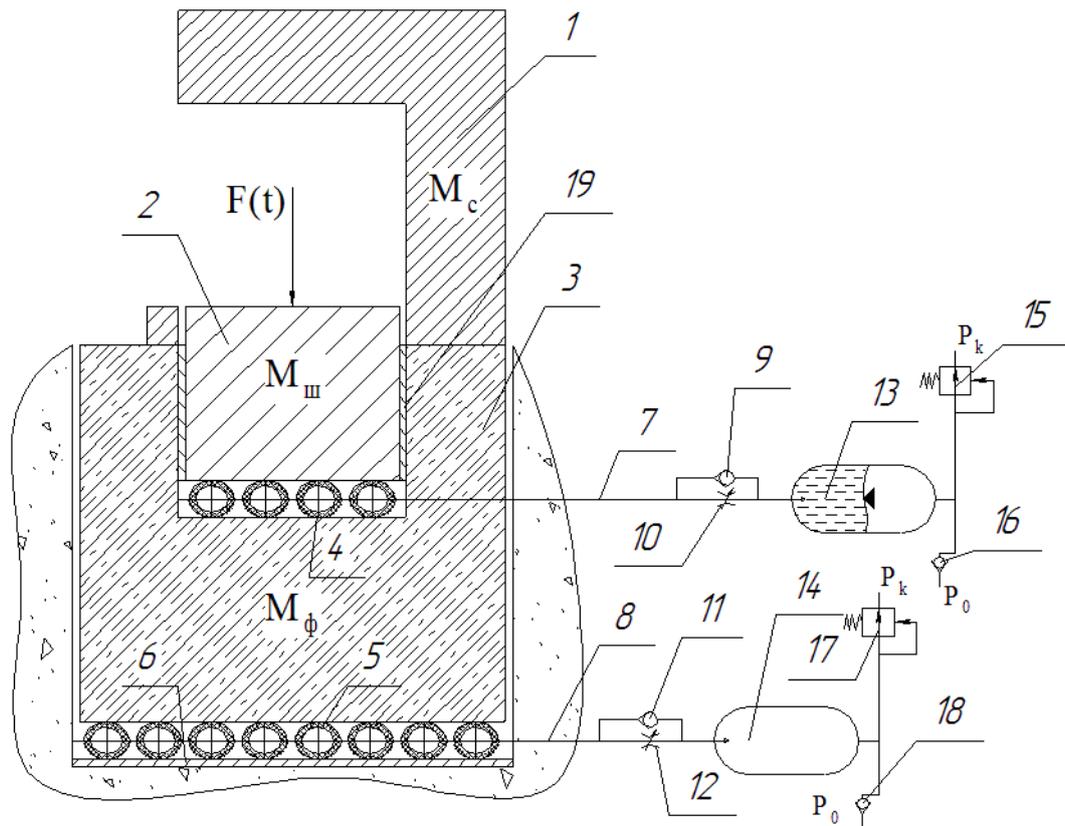


Рисунок 3.1.1 - Принципиальная схема устройства

M_c – масса станка;

$M_{ш}$ – масса шабота;

$M_{ф}$ – масса фундамента.

Устройство состоит из промежуточной массы $M_{ш}$, перемещающейся в направляющих 19, промежуточной массы $M_{ф}$ с действующей на неё массой M_c . Упругая связь 4 установлена между промежуточной массой M_c и промежуточной массой $M_{ф}$. Упругая связь 5 установлена между промежуточной массой $M_{ф}$ и основанием 6. Полости упругих связей 4 выполнены из рукавов высокого давления, заполнены жидкостью и трубопроводом 7 соединены с гасителем, включающим параллельно установленные обратный клапан 9 и регулируемый дроссель 10. Гаситель соединён с жидкостной полостью гидропневмоаккумулятора 13, а газовая полость камеры с зарядным клапаном 16 и предохранительным клапаном 15. Полости упругих связей 5 выполнены из рукавов высокого давления,

заполнены газом и трубопроводом 8 соединены с гасителем, включающим параллельно установленные обратный клапан 11 и регулируемый дроссель 12. Гаситель соединён с полостью пневмоаккумулятора 14, которая в свою очередь соединена с зарядным клапаном 18 предохранительным клапаном 17.

Устройство работает следующим образом. Перед запуском гидропневматического амортизатора в работу, гидропневмоаккумулятор 13 через зарядное устройство 16 устанавливает давление P_0 , причем предохранительный клапан настроен на давление P_k , превышающее давление P_0 . Это же давление P_0 будет в сформированных рукавах высокого давления, заполненных жидкостью. Рукава высокого давления сформируются на величину x , а площадь A , на которую опирается промежуточная масса, будет

$$A = \frac{\pi x}{2} L$$

где L - длина рукавов высокого давления, взаимодействующая с промежуточной массой $M_{ш}$ и промежуточной массой $M_{ф}$.

Усилие F_0 , с которым воздействуют сформированные в радиальном направлении рукава 4 на промежуточную массу $M_{ш}$, будет

$$F_0 = P_0 \cdot A$$

При воздействии $F(t)$ объекта на промежуточную массу $M_{ш}$ последняя перемещается в направляющих 19 и деформирует рукава высокого давления 4 на величину x_1 . Площадь A увеличивается до величины A_1 . Жидкость из полостей рукавов высокого давления 4 по трубопроводу 7, обратному клапану 9 и дросселю 10 поступает в гидропневмоаккумулятор 13, при этом система поддерживает давление P_0 , так как сжимаемость газа во много раз больше сжимаемости жидкости. Перемещение величины x_1 будет увеличиваться до тех пор, пока величина амплитудного значения воздействующего усилия $F(t)$ будет меньше или равна усилию со стороны рукавов высокого давления, сформированных в радиальном направлении

$$P_0 \cdot A_1 \geq F(t)$$

В дальнейшем сила $F(t)$ снимается, а жидкость из гидропневмоаккумулятора 13 через регулируемый дроссель 10 поступает в полость сдеформированных рукавов высокого давления с меньшей скоростью. Энергия воздействия от усилия $F(t)$ гасится на регулируемом дросселе 10. При последующих воздействиях усилия $F(t)$ процесс повторяется. Клапан 15 предохраняет амортизатор от перегрузок.

Регулируемая площадь проходного сечения дросселя 10 и величина давления P_0 в гидропневмоаккумуляторе 13 определяет эффективный диапазон частот работы амортизатора, так как величина P_0 определяет жесткость упругой связи, а площадь дросселя - темп поглощения энергии амортизатором. Применение рукавов высокого давления в качестве упругой связи с разным внутренним диаметром позволяет использовать амортизатор в широком диапазоне действующих нагрузок.

Второй каскад работает по такому же принципу. Только вместо гидропневмоаккумулятора 13 устанавливается пневмоаккумулятор 14.

3.2 Расчётная схема

Составим расчётную схему устройства рисунок 3.2.1.

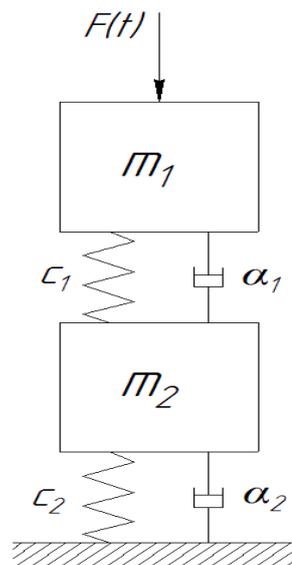


Рисунок 3.2.1 - Расчётная схема

$m_1 = M_{\text{ш}}$ – масса шабота;

$m_2 = M_c + M_{\text{ф}}$ – масса фундамента;

c_1 – упругая связь первого каскада;

c_2 – упругая связь второго каскада;

α_1 – вязкое трение в дросселе первого каскада;

α_2 – вязкое трение в дросселе второго каскада.

При воздействии внешней силы $F(t)$ масса m_1 начинает двигаться с ускорением $a_1 \Rightarrow F_{\text{ин}} = m_1 * a_1$. На вязком элементе α_1 возникает $F_{\text{тр}}$ пропорциональная разности скоростей $V_1 - V_2$ и действует на массы m_1 и $m_2 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \alpha_1(V_1 - V_2)$. Упругий элемент c_1 сжимается, возникает сила упругости $F_{\text{уп}}$ пропорциональная разности перемещений масс m_1 и m_2 и действует на оба тела $\Rightarrow F_{\text{уп}} = c_1(x_1 - x_2)$. Для массы m_1 жёсткость c_1 и вязкое трение α_1 является реакцией, а для массы m_2 внешним воздействием, за счёт которого начинает двигаться с ускорением $a_2 \Rightarrow F_{\text{ин}2} = m_2 * a_2$. На вязком элементе α_2 возникает $F_{\text{тр}}$ пропорциональная скорости $V_2 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \alpha_2 * V_2$. Упругий элемент c_2 сжимается, возникает сила упругости $F_{\text{уп}}$ пропорциональная перемещению массы $m_2 \Rightarrow F_{\text{уп}} = c_2 * x_2$.

Математическая модель будет иметь следующий вид.

$$\begin{cases} a_1 m_1 + \alpha_1(V_1 - V_2) + c_2(x_1 - x_2) = F(t); \\ a_2 m_2 + \alpha_2 V_2 + c_2 x_2 = \alpha_1(V_1 - V_2) + c_2(x_1 - x_2); \end{cases}$$

3.3 Уравнения и расчёты

Произведём расчёты на примере молота ковочного пневматического МА4129А.

Входные данные:

Масса падающих частей (масса бойка) – 80 (кг);

Число ударов в минуту – 212;

Энергия удара – 1520 (Н);

Скорость падающих частей в момент удара – 6,16 (м/с);

Габариты фундамента – 1,76x1,03x1, (м);

Масса молота – 3300 (кг);

Размеры шланга – наружный диаметр 0,0506 (м); внутренний диаметр 0,0381 (мм) – нижний каскад. наружный диаметр 0,030 (мм); внутренний диаметр 0,021 (мм) – верхний каскад.

Давление в верхнем каскаде – 1 (МПа)

Давление в нижнем каскаде – 0,4 (МПа)

Расчётные данные:

3.3.1 Масса шабота

$$M_{ш} = M_6 \cdot 15$$
$$M_{ш} = 80 \cdot 15 = 1200 \text{ (кг)}$$

3.3.2 Масса фундамента

Рассчитаем объём фундамента

$$V_{\phi} = a \cdot b \cdot c$$
$$V_{\phi} = 1,76 \cdot 1,03 \cdot 1 = 1,81 \text{ (м}^3\text{)}$$

Масса одного кубометра бетона ≈ 2500 (кг)

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot 2500 + M_m$$
$$M_{\phi} = 1,81 \cdot 2500 + 3300 = 7825 \text{ (кг)}$$

где M_m - масса молота, кг.

3.3.3 Жёсткость шлангов

$$C_{ш} = C_0 + C_1$$

C_0 – собственная жёсткость шланга;

C_1 – жёсткость шланга с учётом давления;

Практически была рассчитана сила необходимая для поджатия 1 см. шлангов. Верхний каскад без учёта давления 15 кгс. нижний 111 кгс. Верхний каскад с учётом давления 20 кгс. нижний 121 кгс.

Зная силу и перемещение выразим жёсткость.

Верхний каскад:

$$C_0 = 150/0,012 = 12500 \text{ (Н/м)}$$

$$C_1 = 200/0,012 = 16667 \text{ (Н/м)}$$

$$C_{\Sigma} = 12500 + 16667 = 29167 \text{ (Н/м)}$$

$$C_{\Sigma 5} = 29167 \cdot 5 = 145835 \text{ (Н/м)}$$

Нижний каскад:

$$C_0 = 1088/0,016 = 68000 \text{ (Н/м)}$$

$$C_1 = 1187/0,016 = 74187 \text{ (Н/м)}$$

$$C_{\Sigma} = 68000 + 74187 = 142187 \text{ (Н/м)}$$

$$C_{\Sigma 7} = 142187 \cdot 7 = 995312 \text{ (Н/м)}$$

3.3.4 Необходимая длина перекрытия

$$L = (F_{\text{имп}} + M_{\text{ш}})/F_{\text{под}}$$

$$L = (11760 + 1520)/343 = 0,39 \approx 0,4 \text{ (м)}$$

$L_{\text{в.каскад}} = 0,4 \text{ (м)} \approx 5$ шлангов с площадкой перекрытия $0,04 \times 0,02 \text{ (м)}$

$$L = (F_{\text{имп}} + M_{\text{ф}})/F_{\text{под}}$$

$$L = (1520 + 76685)/1186 = 0,66 \approx 0,7 \text{ (м)}$$

$L_{\text{в.каскад}} = 0,7 \text{ (м)} \approx 7$ шлангов с площадкой перекрытия $0,05 \times 0,025 \text{ (м)}$

3.3.5 Вязкое трение в дросселе

Принимаем диаметр дросселирующей щели $d_{\text{д.щ}} (0 \dots 0,004 \text{ м})$

Площадь перекрытия верхнего каскада $S_{\text{п}} = 0,008 \text{ (м}^2\text{)}$

$$\alpha_{\text{др}} = \left(\frac{S_{\text{п}}}{\mu \cdot f_{\text{др}}} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2}$$

Где $S_{\text{п}}$ – площадь перекрытия, м^2 ; $\mu = 0,65$ – коэффициент расхода жидкости через острокромочное отверстие дросселя; $f_{\text{др}}$ – площадь дросселирующей щели, м^2 ; $\rho = 0,85$ – плотность жидкости, кг/м^3 .

$$f_{\text{др}} = \pi \cdot r^2$$

где r – радиус дросселирующей щели, м.

$$f_{\text{др}} = 3,14 \cdot 1,5^2 = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{)}$$

$$\alpha_{\text{др}} = \left(\frac{0,008}{0,65 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6}} \right)^2 \cdot \frac{0,85}{2} = 1,3 \text{ (МПа)}$$

3.4 Результаты проведённого исследования

3.4.1 Исследование математической модели

Составим схему математической модели рисунок 3.4.1.1.

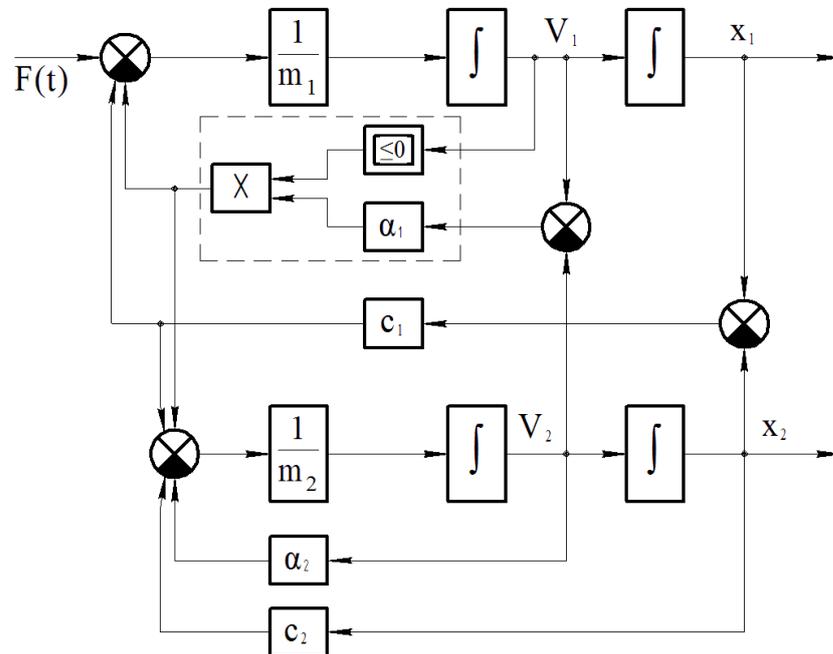


Рисунок 3.4.1.1 - Схема математической модели

При помощи программного продукта MatLab составим расчётную блок-схему данного устройства рисунок 3.4.1.2 и проанализируем полученные графики зависимости.

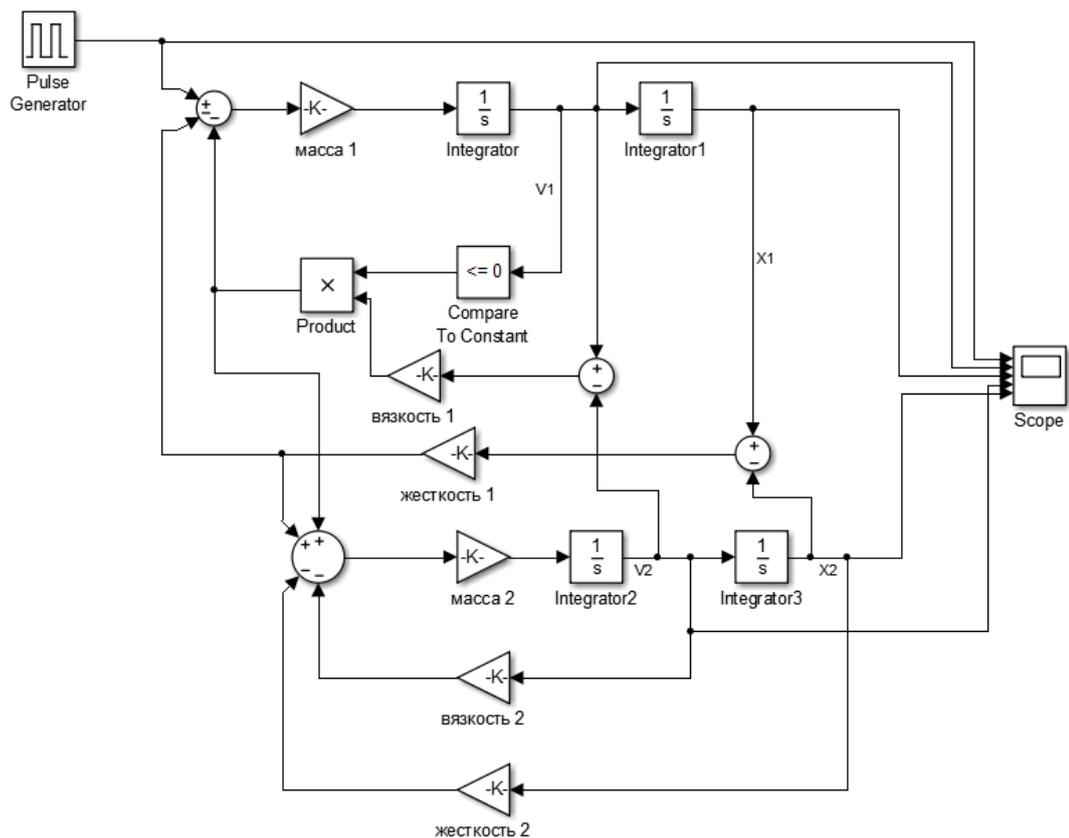


Рисунок 3.4.1.2 - Блок схема устройства

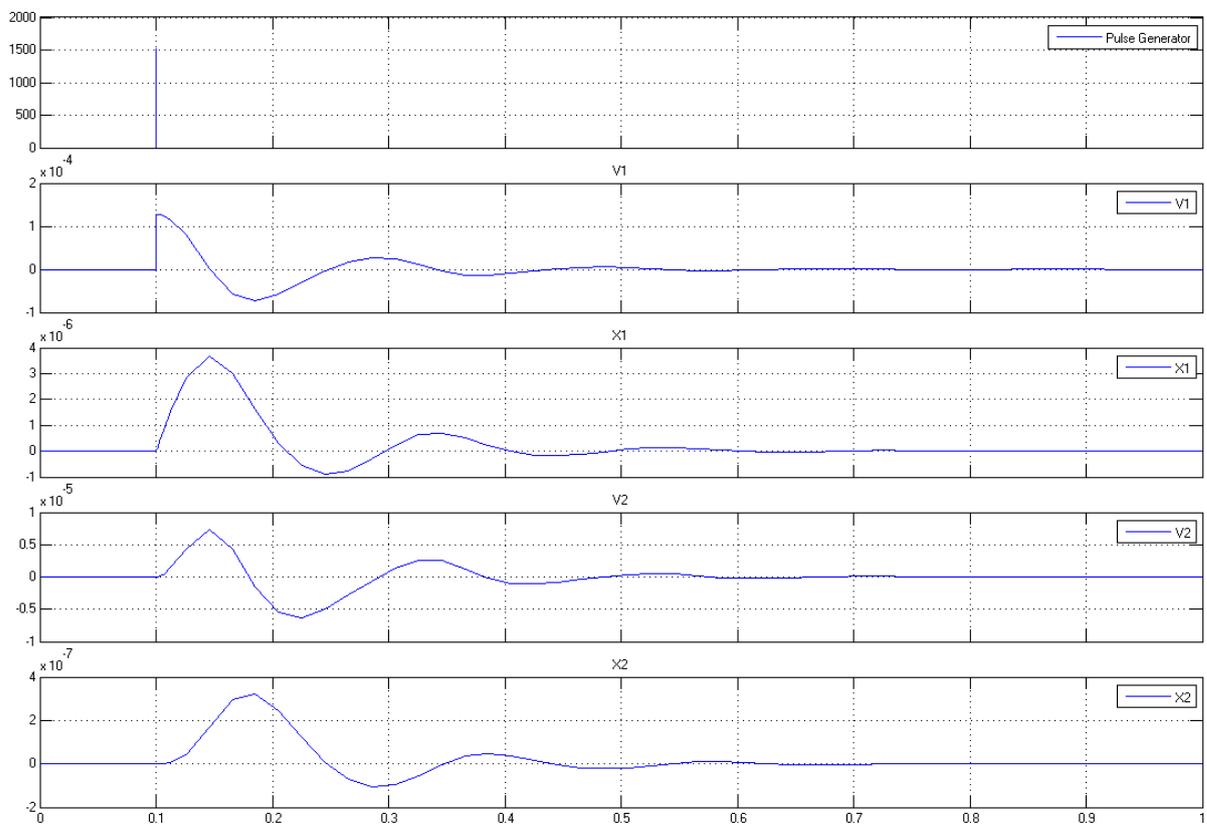


Рисунок 3.4.1.3 - Восстановление системы при действующем импульсе

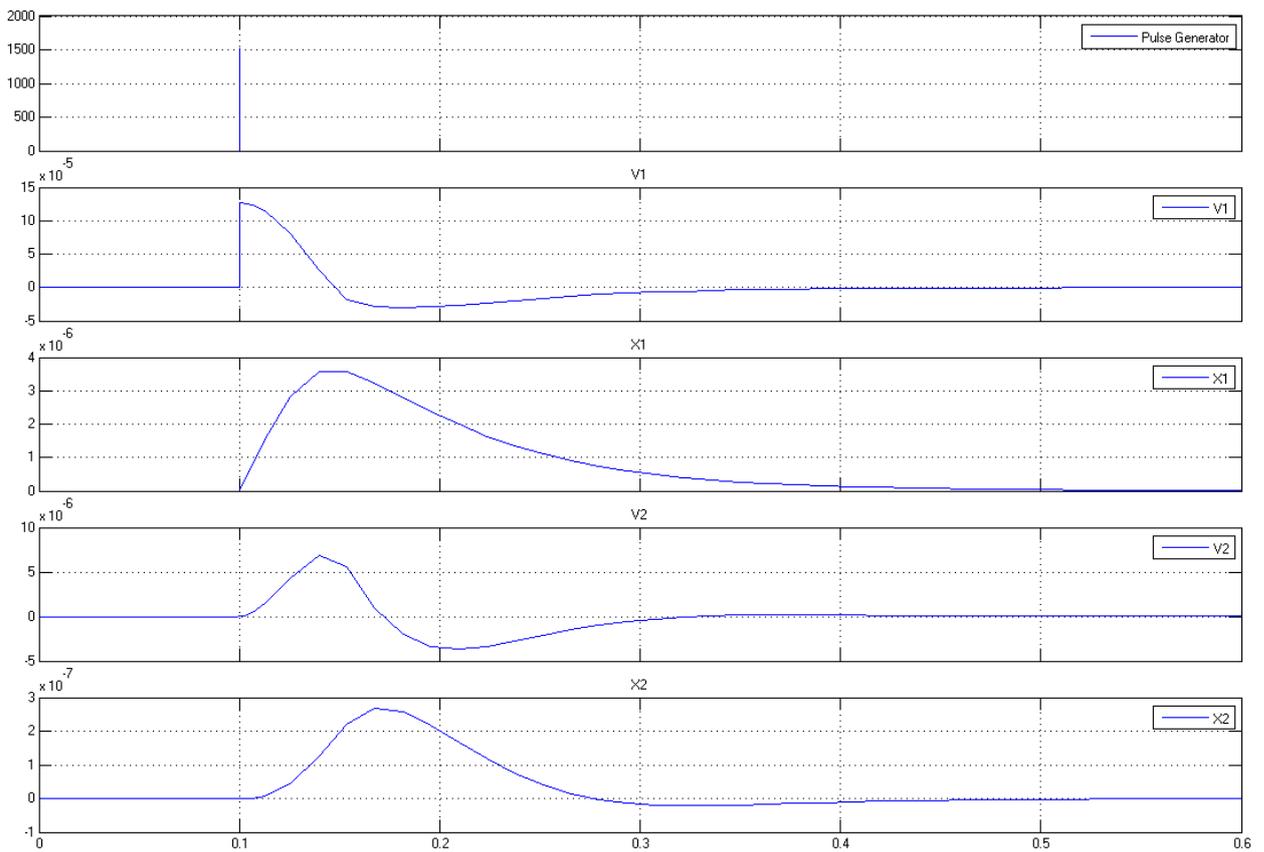


Рисунок 3.4.1.4 - Восстановление системы при регулировке дросселирующей щели

Из графиков рисунок 3.4.1.3 и рисунок 3.4.1.4 видно, что при изменении площади дросселирующей щели меняется время восстановления системы в исходное состояние покоя. Так же увеличивается интенсивность гашения вибраций.

3.4.2 Исследование реальной модели

В лаборатории «гидравлики» на кафедре АРМ была собрана модель данного устройства «двухкаскадный гидропневмоамортизатор», рисунки 3.4.2.1 – 3.4.2.2.

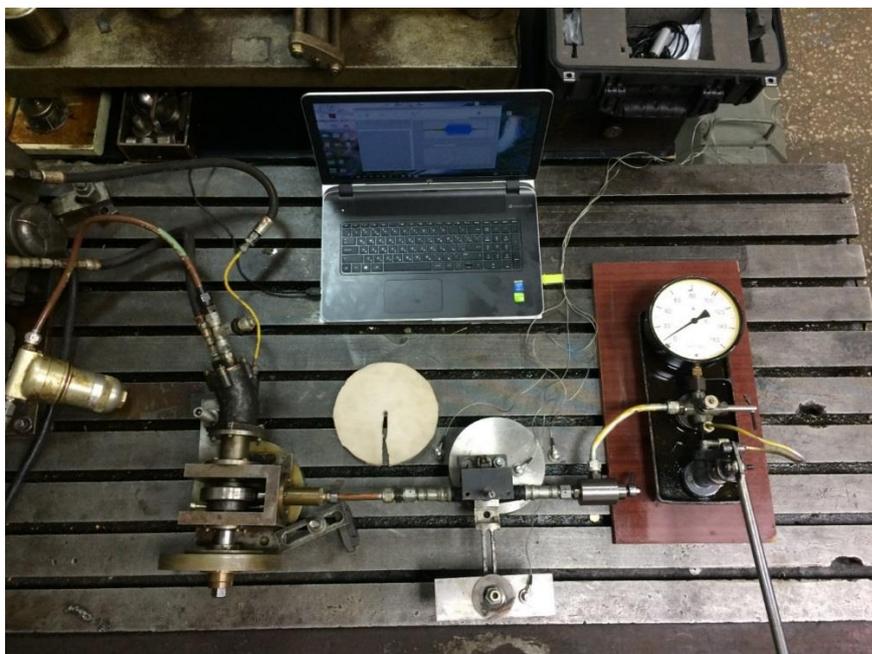


Рисунок 3.4.2.1 – Модель двухкаскадного гидропневмо амортизатора



Рисунок 3.4.2.2 – Модель двухкаскадного гидропневмоамортизатора

На рисунке 3.4.2.3 представлено расположение датчиков на модели и их цветное обозначение на графиках.

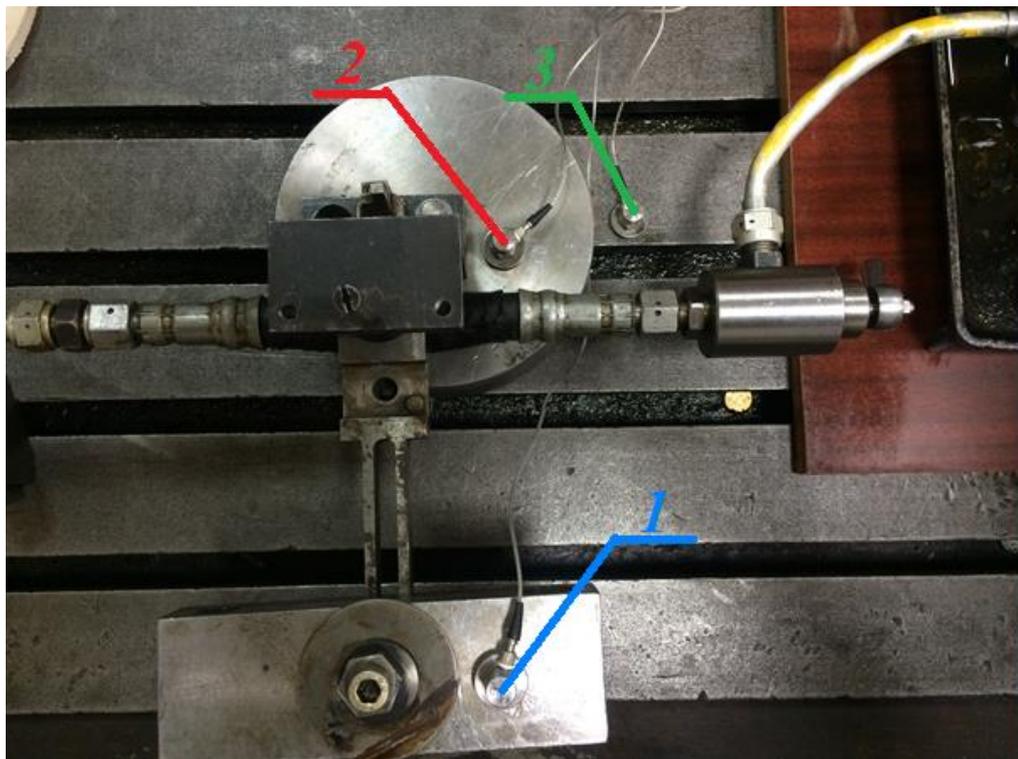


Рисунок 3.4.2.3 – Расположение датчиков и их обозначение на графиках
1 – Внешнее воздействие, 2 – 1 каскад «под шаботом», 3 – 2 каскад «под фундаментом»

Проведены исследования при различных давлениях в системе (20-30-40 МПа), с прокладкой (5 мм), моделирующая второй каскад и без неё. При помощи комплекса измерительного переносного К-5101 снимались показания исследования. На рисунках ниже представлены зависимости изменения перемещения и скорости от частоты.

Давление 20 МПа, толщина прокладки 5 мм

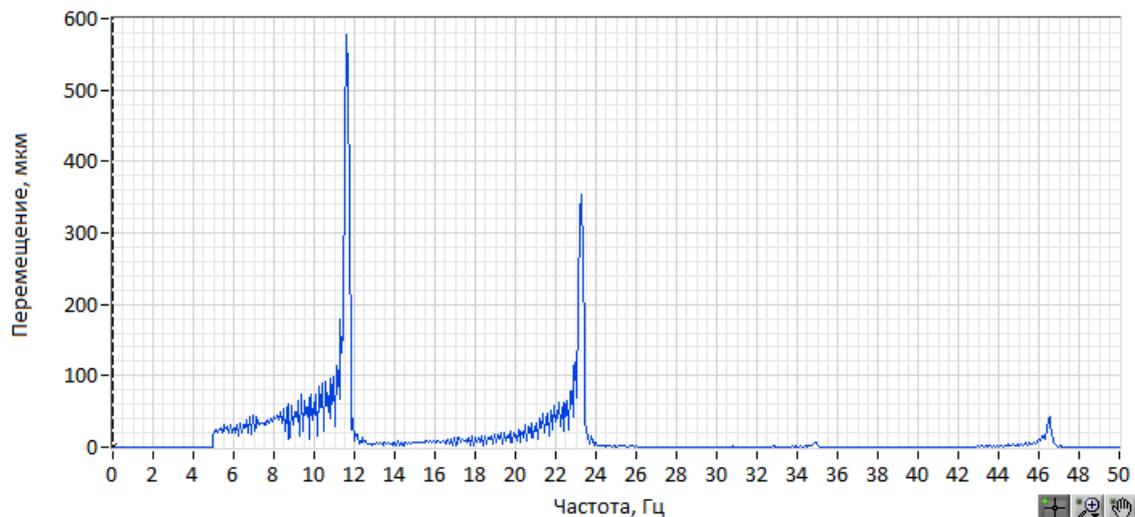


Рисунок 3.4.2.4 – Внешнее воздействие

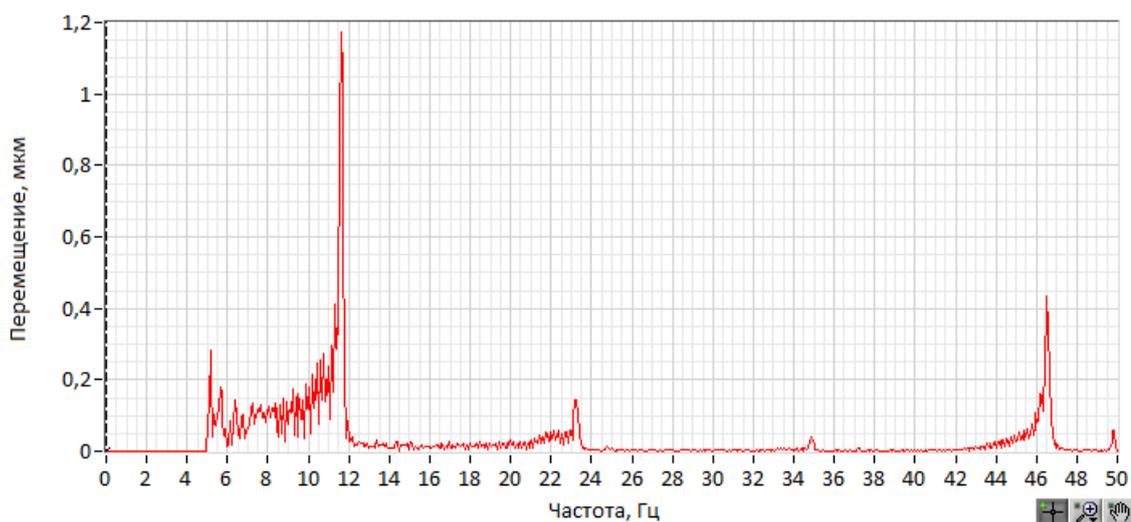


Рисунок 3.4.2.5 – 1 каскад

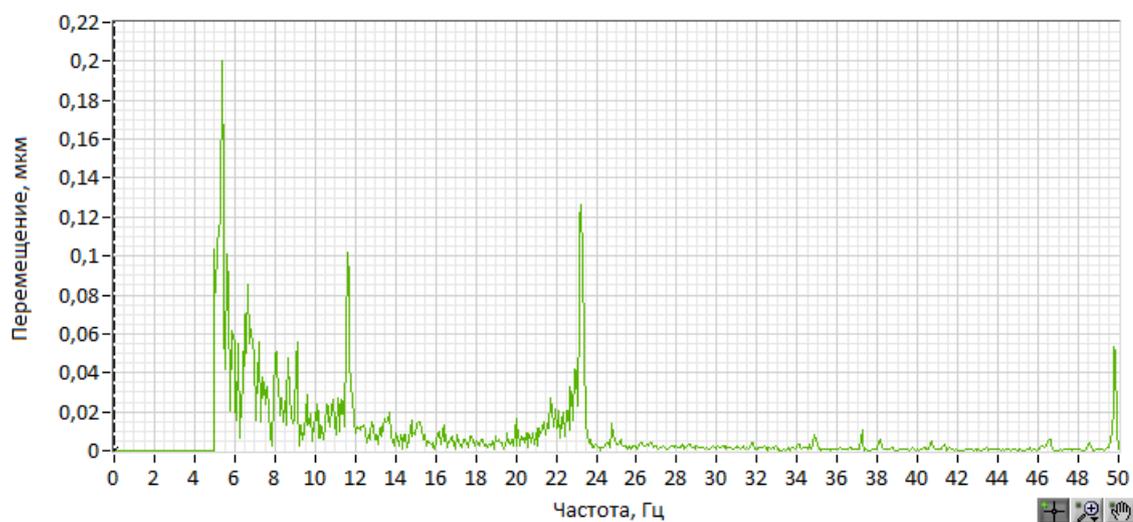


Рисунок 3.4.2.6 – 2 каскад

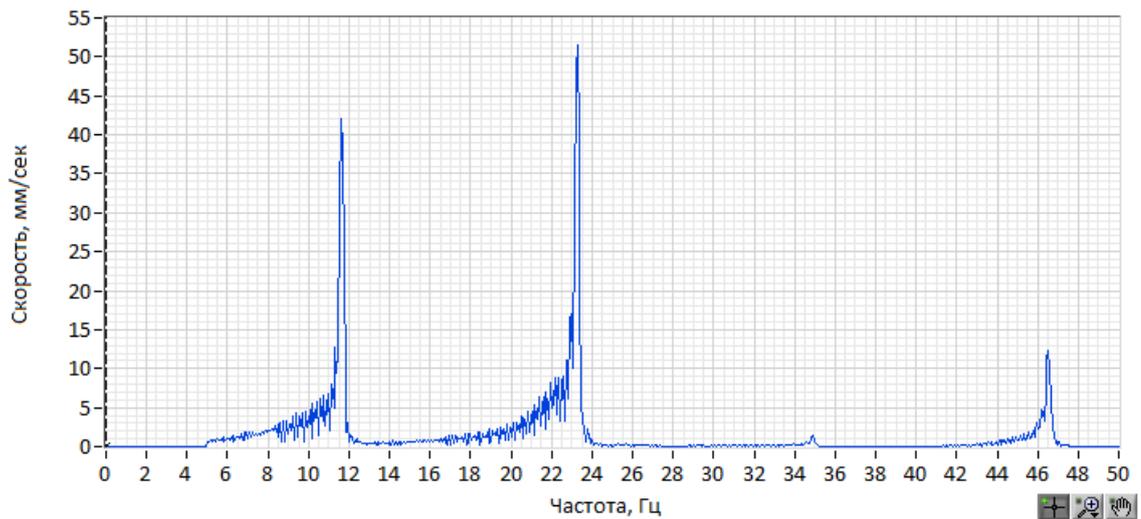


Рисунок 3.4.2.7– Внешнее воздействие

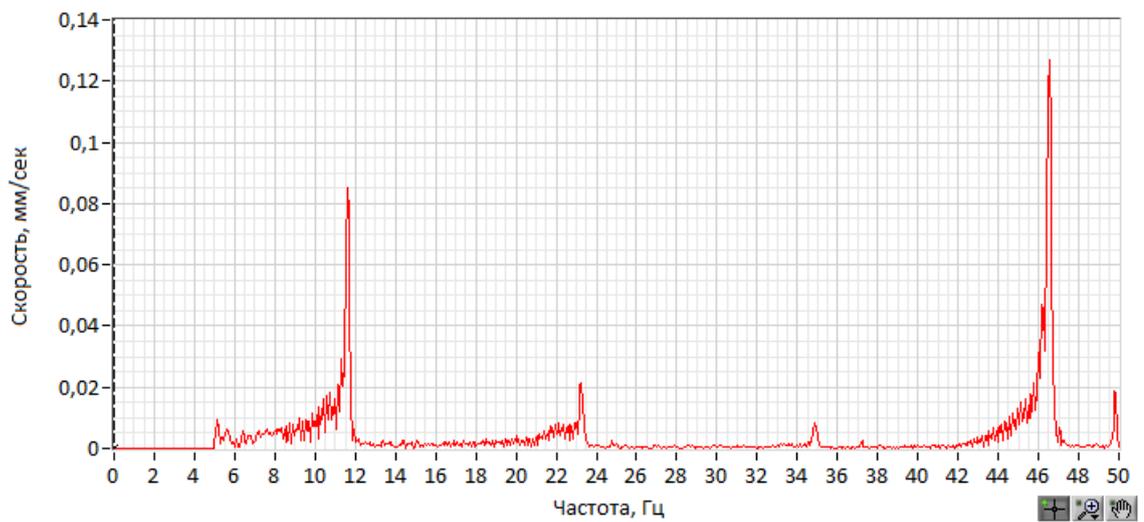


Рисунок 3.4.2.8 – 1 каскад

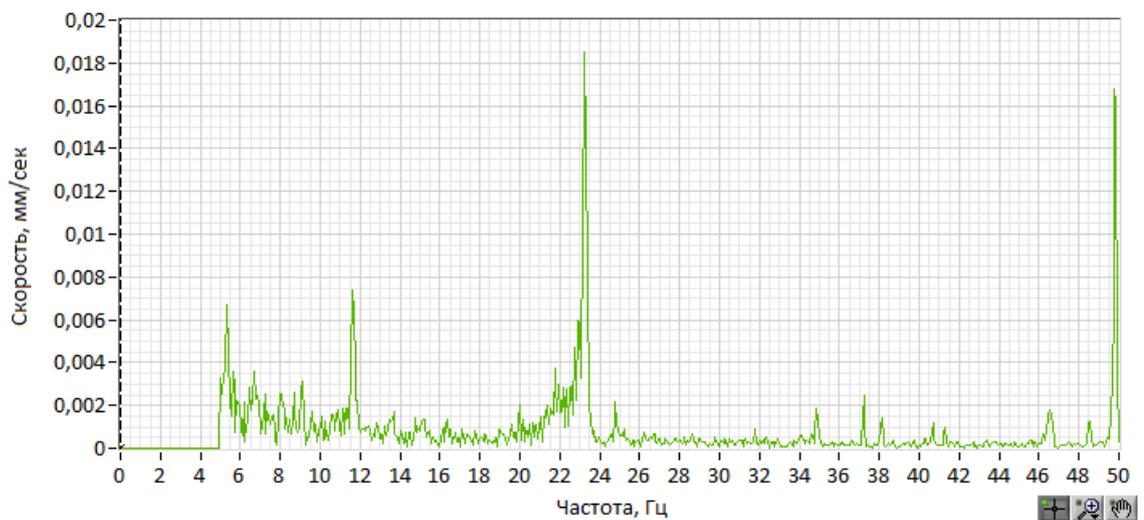


Рисунок 3.4.2.9 – 2 каскад

Давление 30 МПа, толщина прокладки 5 мм

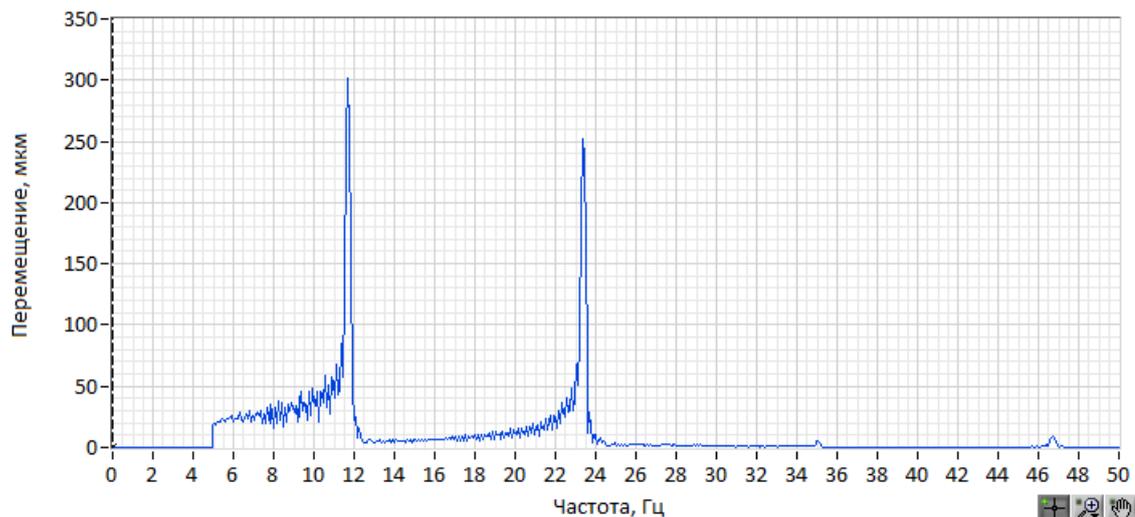


Рисунок 3.4.2.10 – Внешнее воздействие

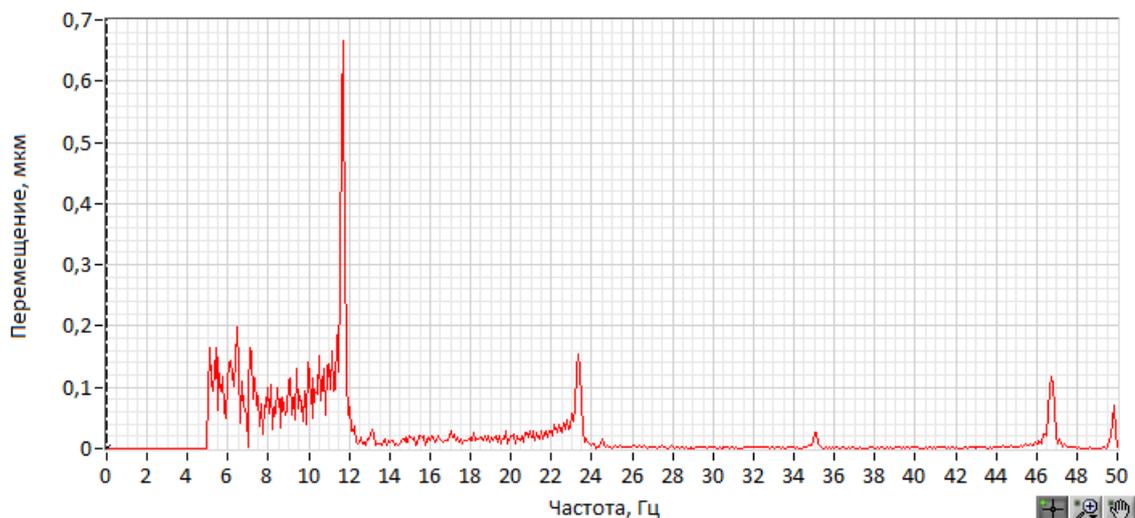


Рисунок 3.4.2.11 – 1 каскад

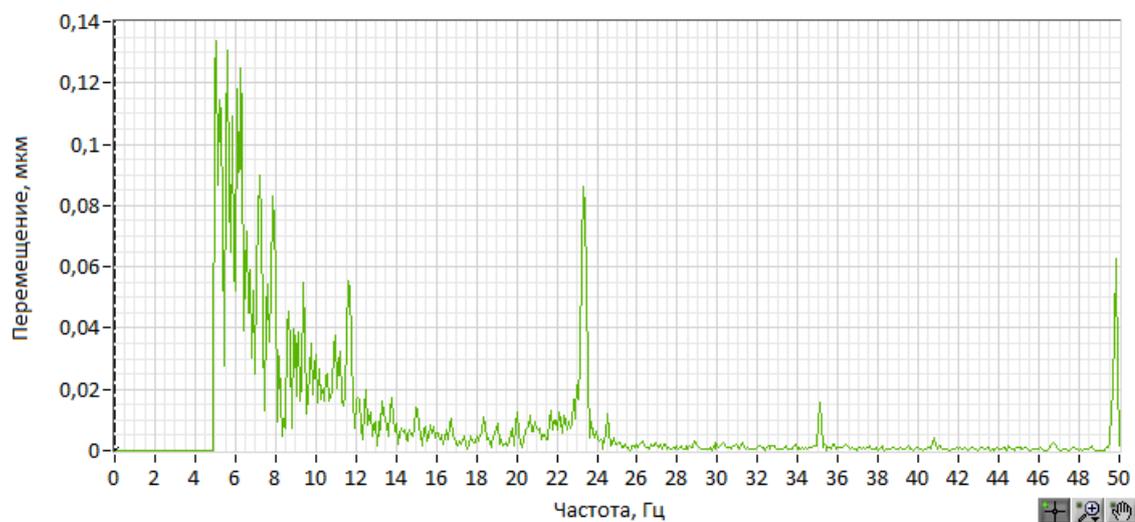


Рисунок 3.5.12 – 2 каскад

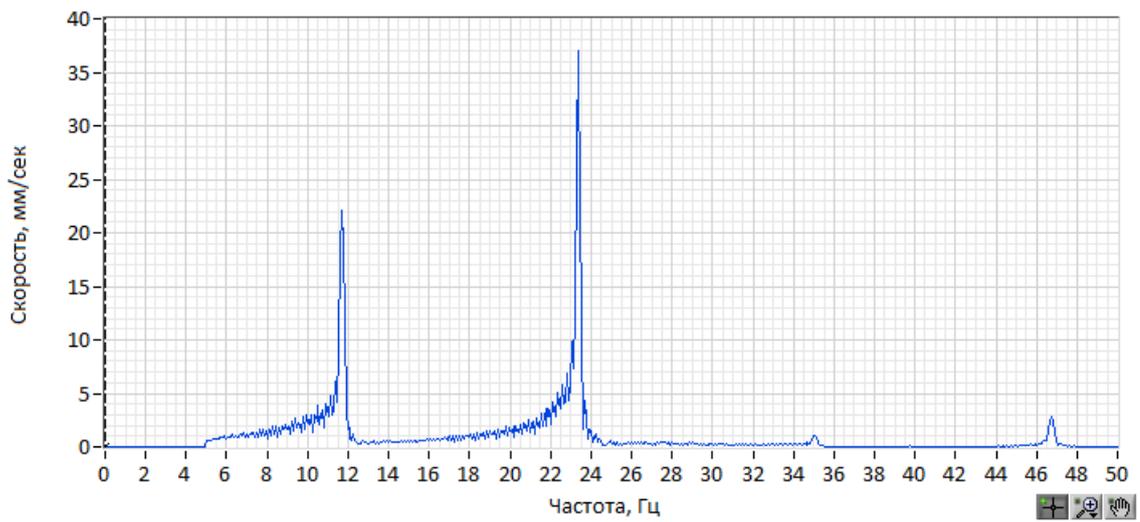


Рисунок 3.4.2.13 – Внешнее воздействие

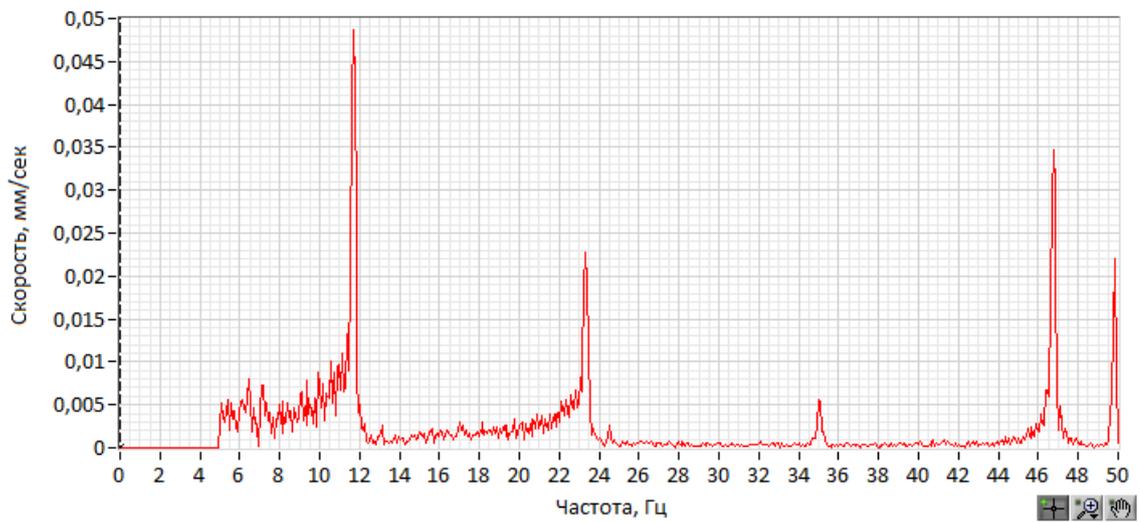


Рисунок 3.4.2.14 – 1 каскад

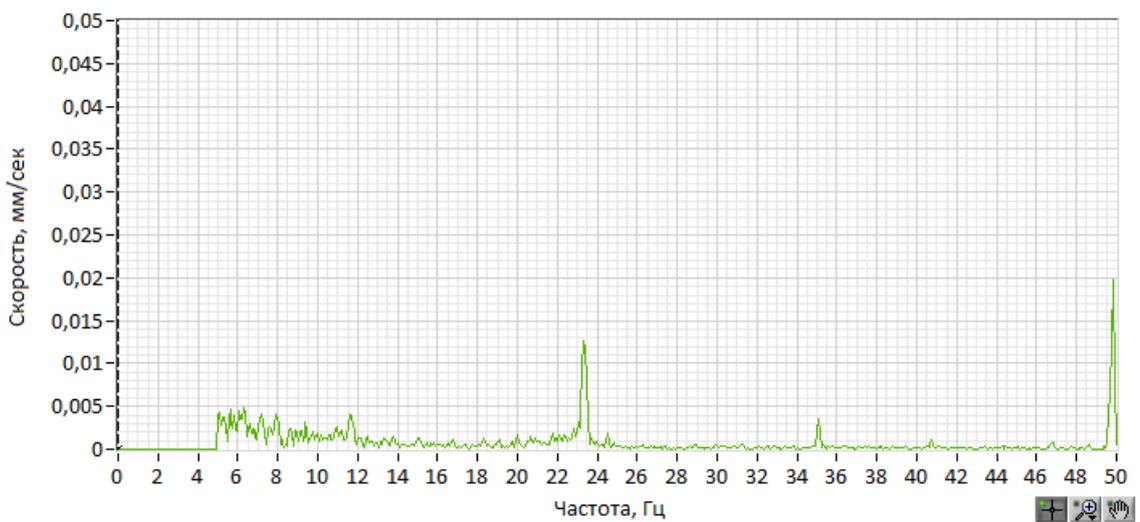


Рисунок 3.4.2.15 – 2 каскад

Давление 20 МПа, без прокладки

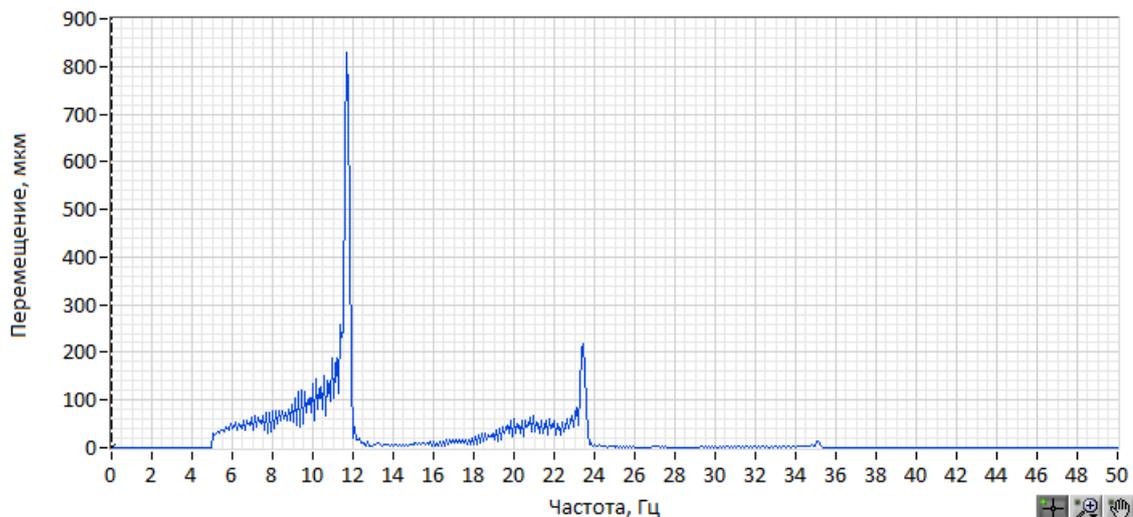


Рисунок 3.4.2.16 – Внешнее воздействие

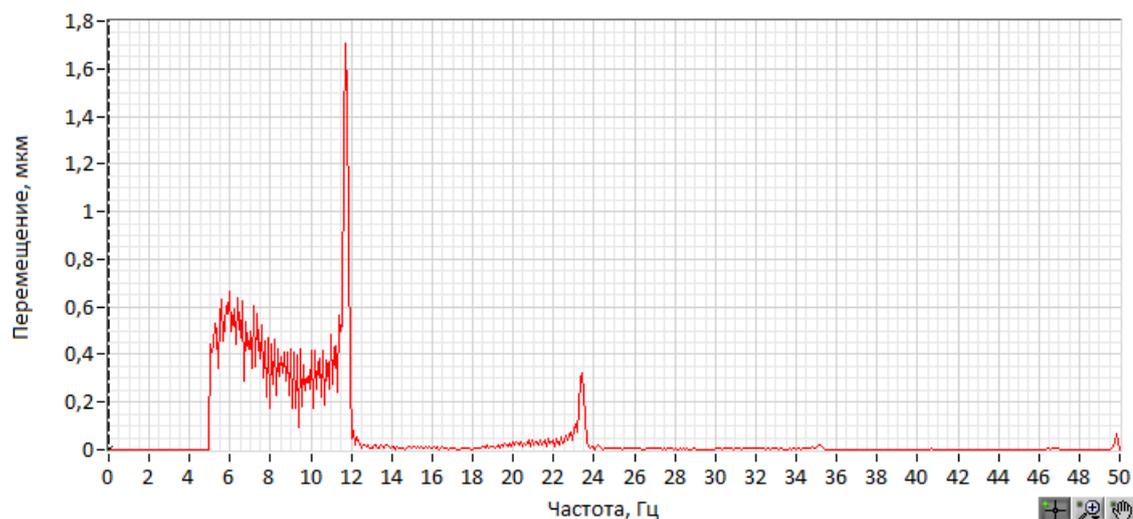


Рисунок 3.4.2.17 – 1 каскад

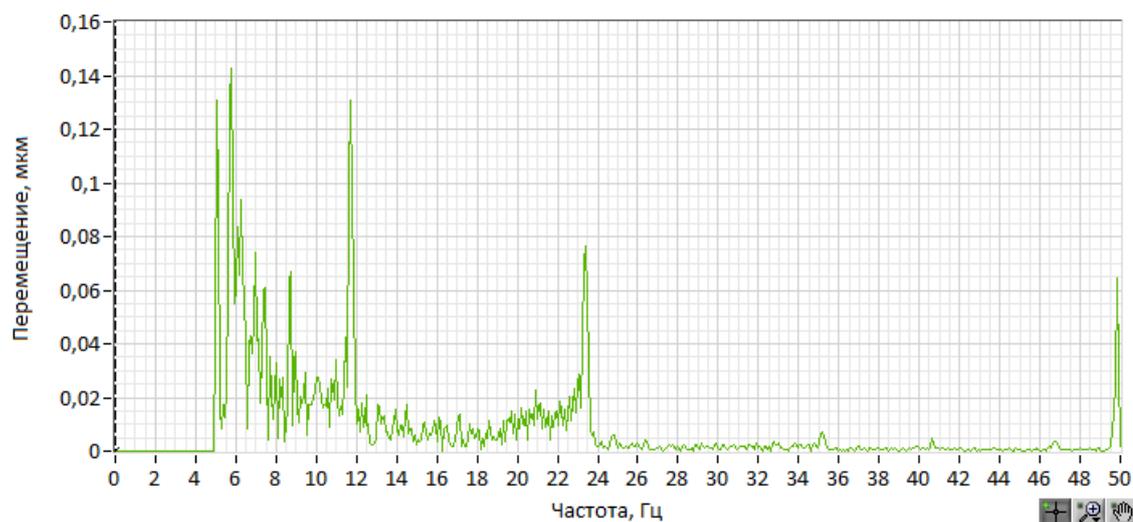


Рисунок 3.4.2.18 – 2 каскад

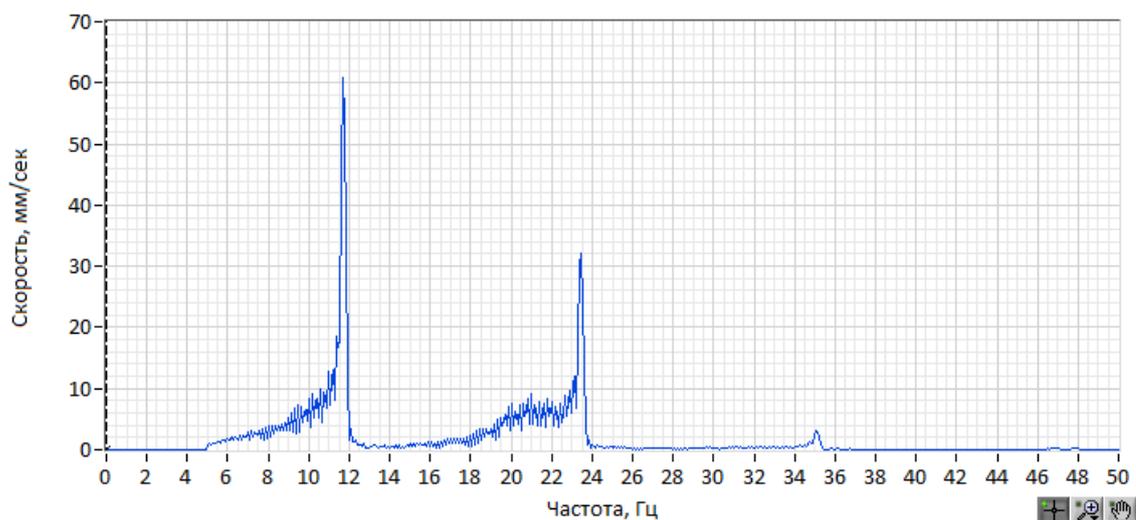


Рисунок 3.4.2.19 – Внешнее воздействие

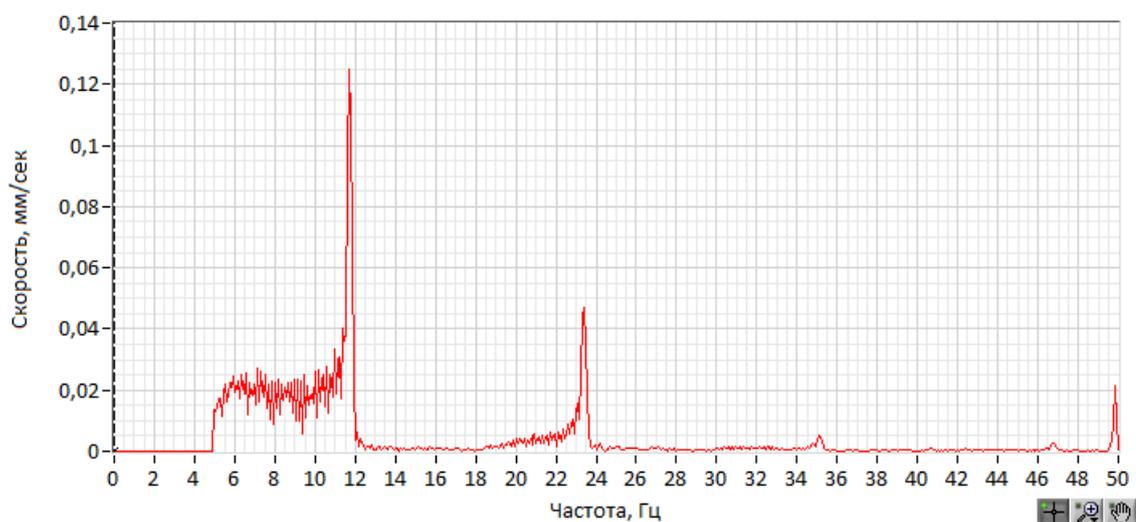


Рисунок 3.4.2.20 – 1 каскад

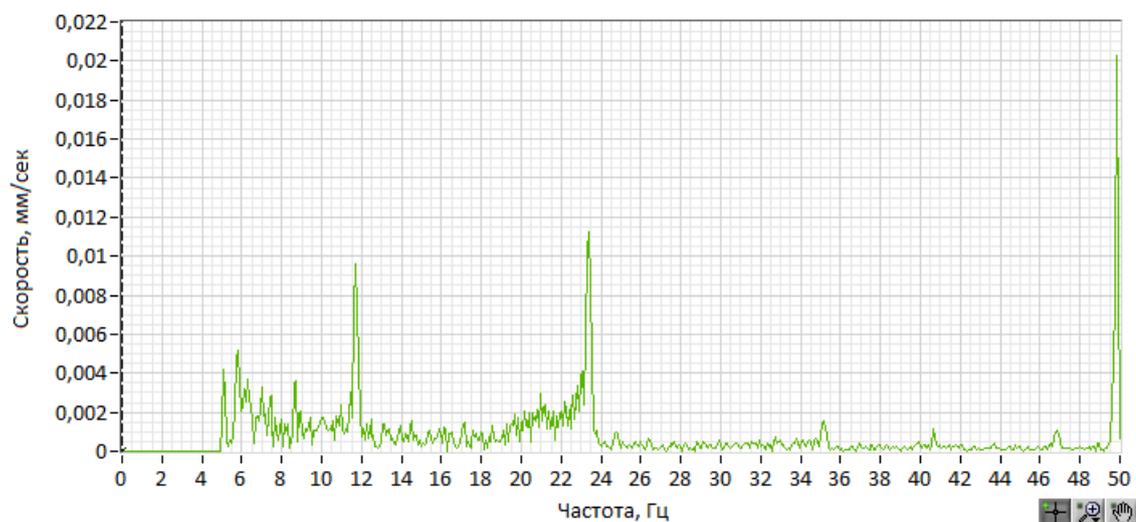


Рисунок 3.4.2.21 – 2 каскад

Давление 30 МПа, без прокладки

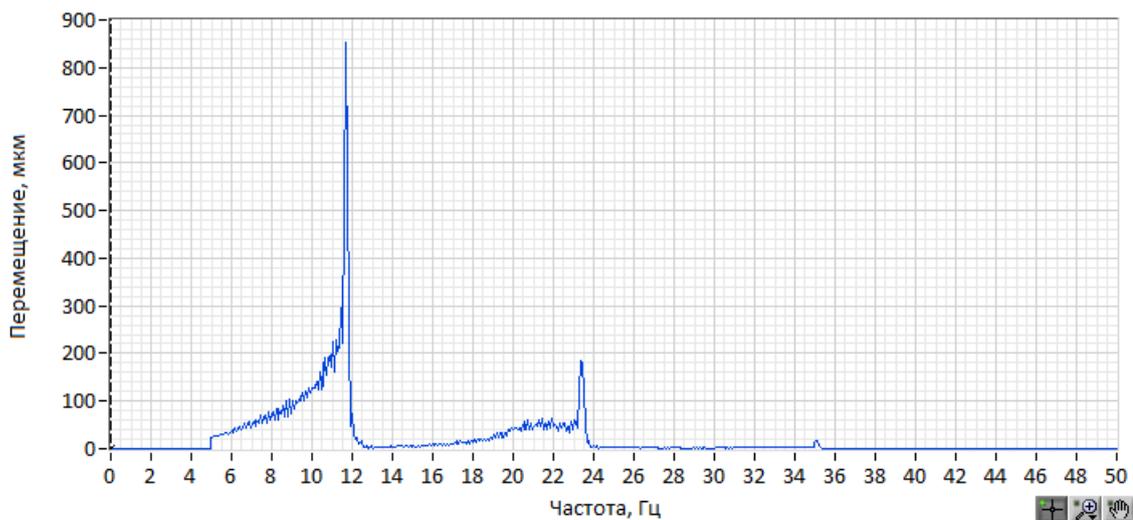


Рисунок 3.4.2.22 – Внешнее воздействие

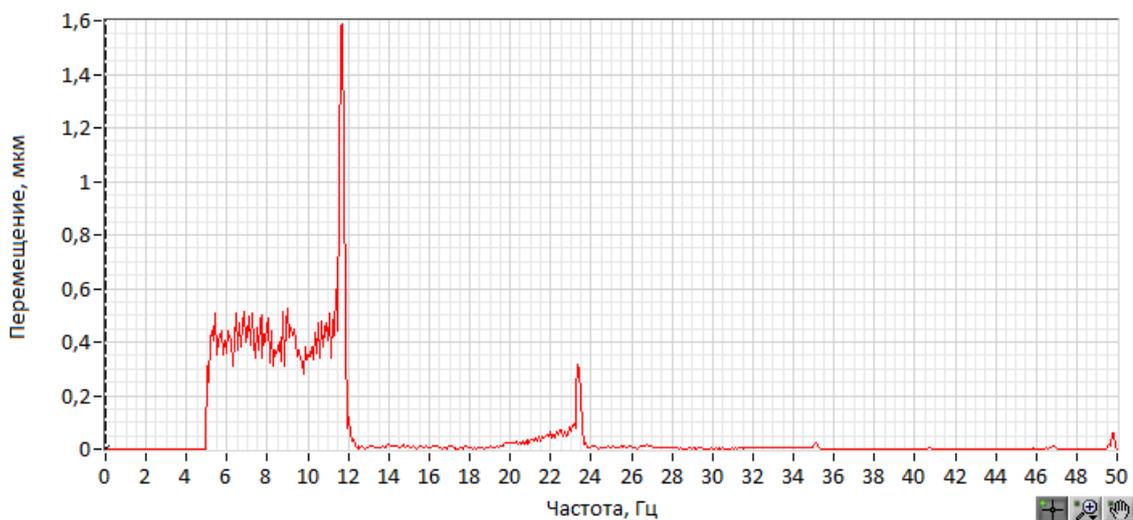


Рисунок 3.4.2.23 – 1 каскад

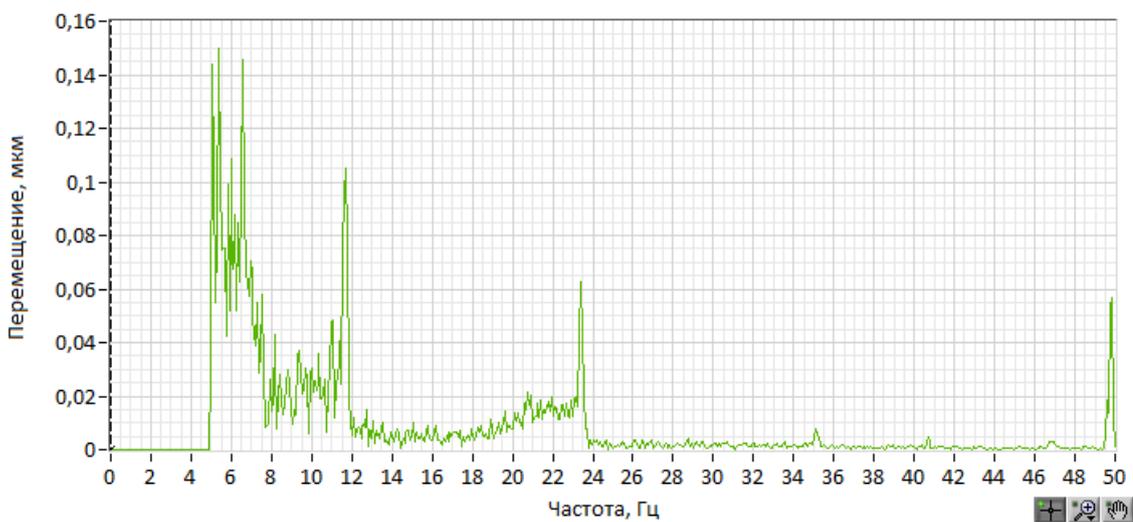


Рисунок 3.4.2.24 – 2 каскад

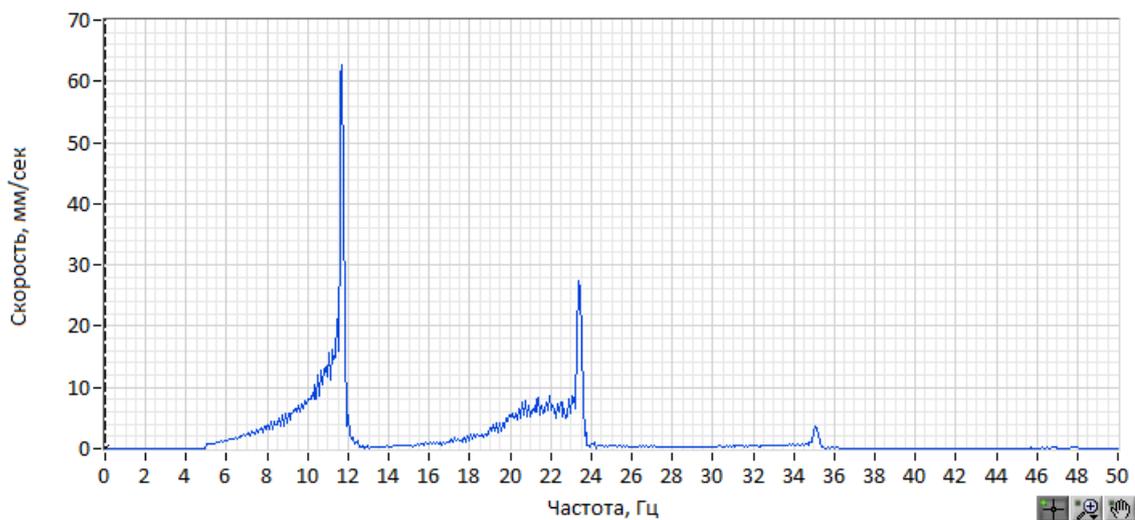


Рисунок 3.4.2.25 – Внешнее воздействие

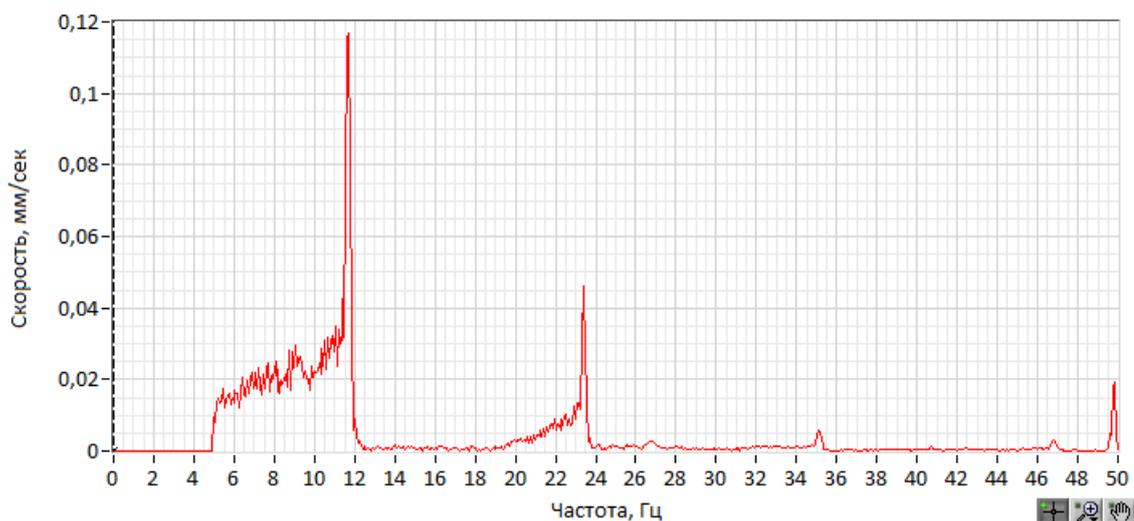


Рисунок 3.4.2.26 – 1 каскад

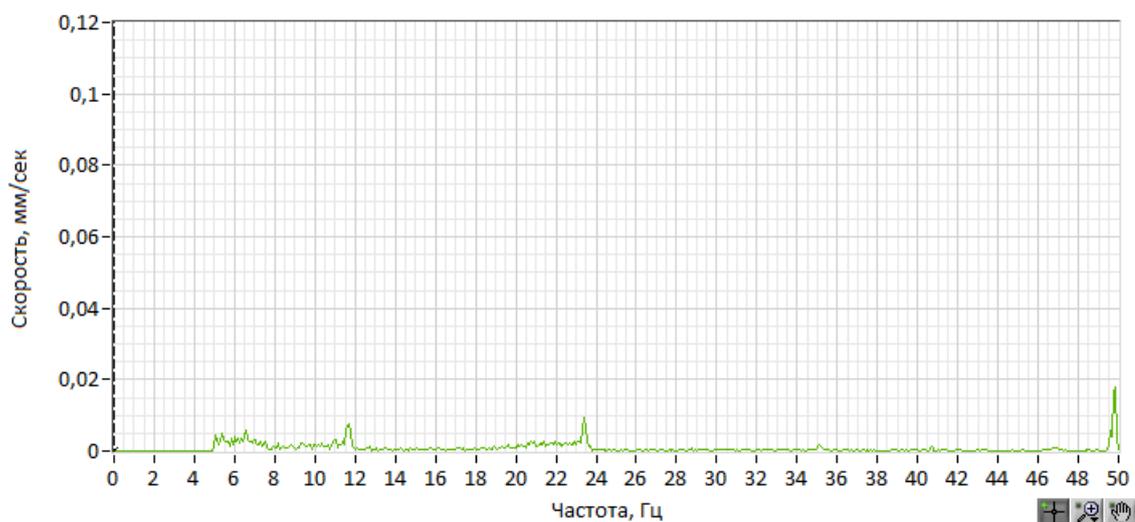
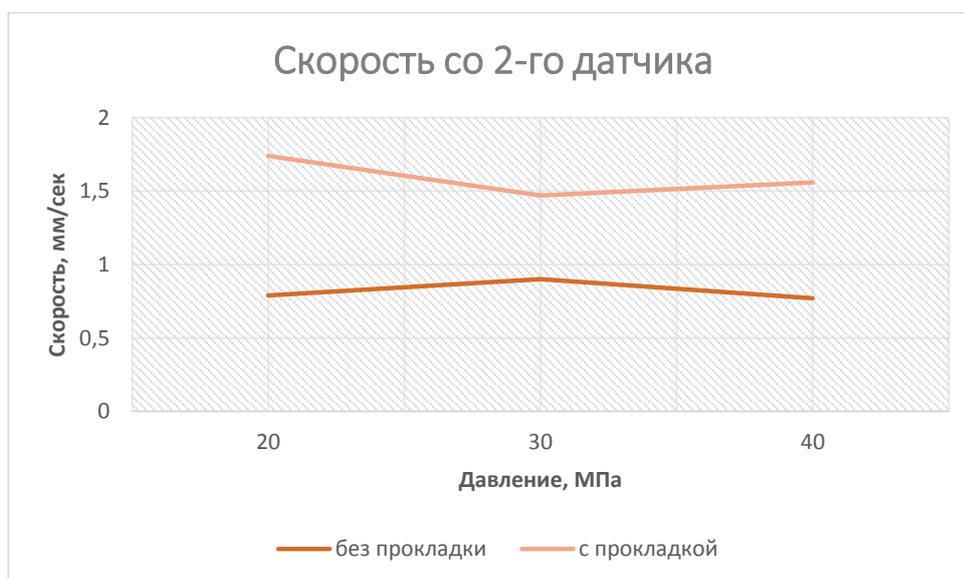
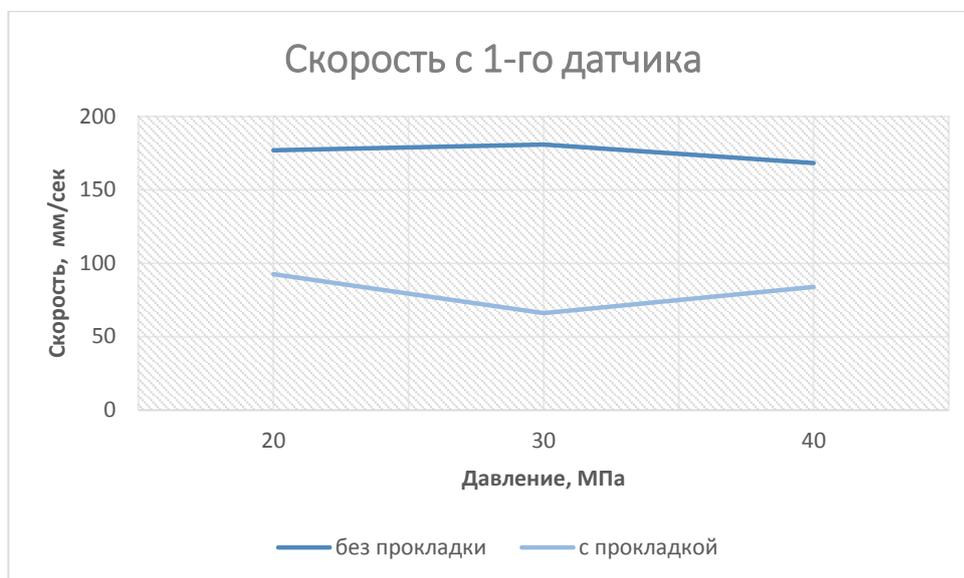
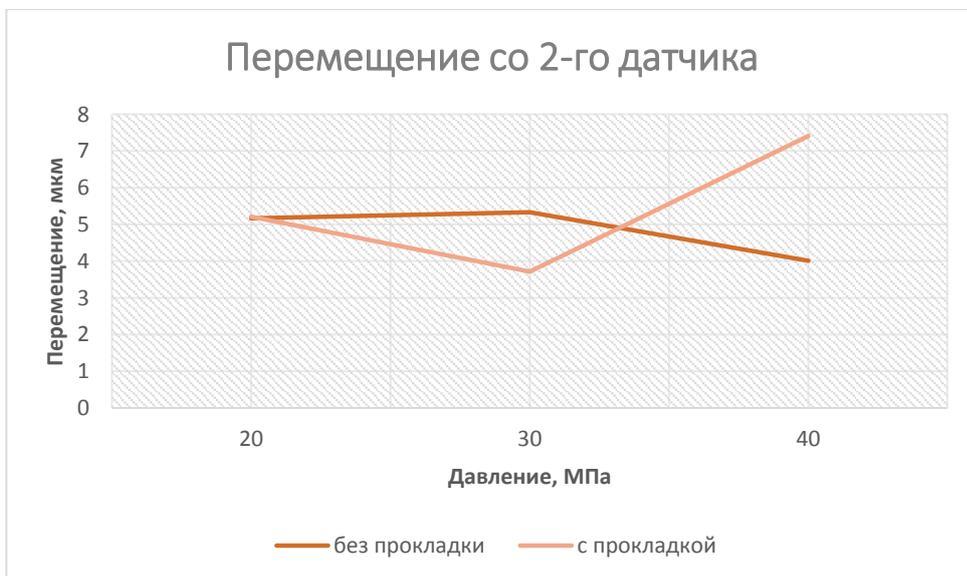
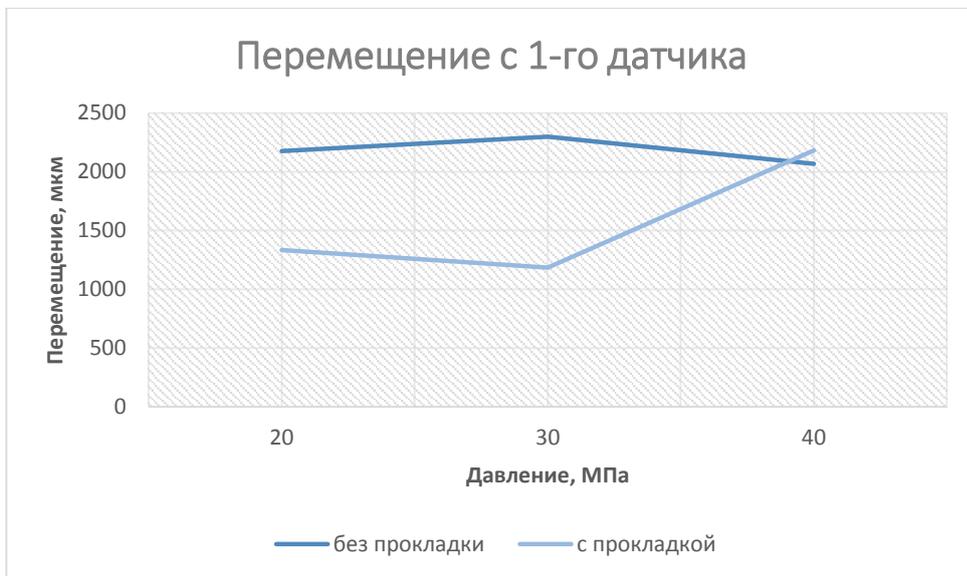
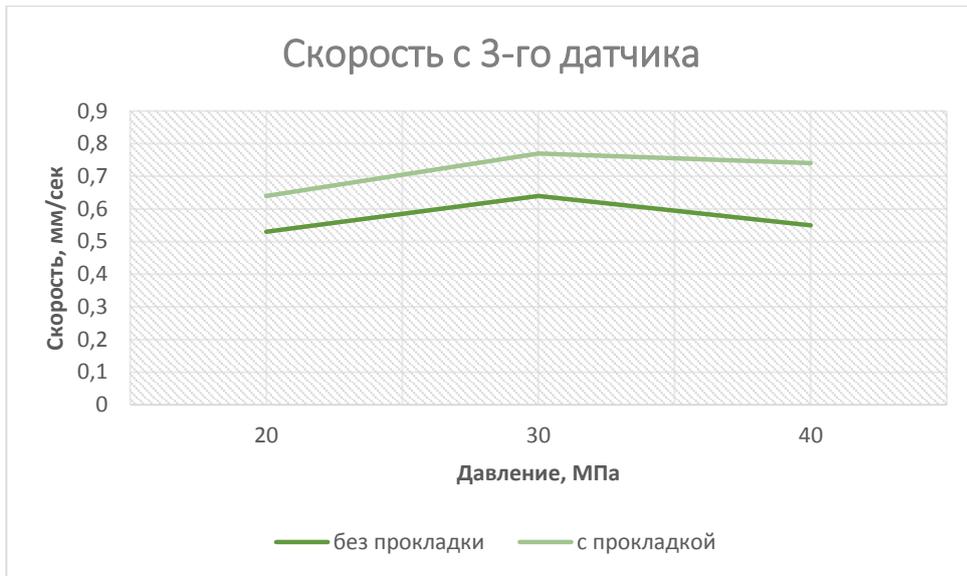


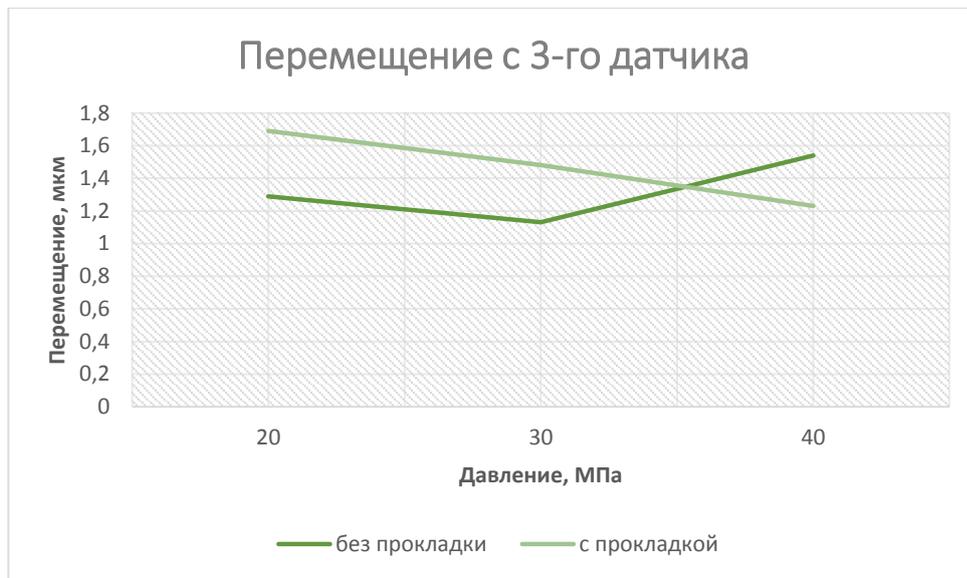
Рисунок 3.4.2.27 – 2 каскад

Анализируя графики явно прослеживается чётная гармоника с шагом в 12 Гц.

По имеющимся данным построены графики зависимости изменения скорости и перемещения от давления.







Анализируя полученные графики видно, что при увеличении давления и добавлении второго каскада увеличивается интенсивность гашения вибрации.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Общие сведения о научном исследовании

В основе параметра перспективности научного исследования лежит ни сколько масштаб открытия, оценить который на начальной стадии проектирования (изготовления) продукта достаточно сложно, сколько его коммерческая ценность. Рассмотрение и оценка потенциала продукта является неотъемлемым критерием при поиске источников финансирования для проведения необходимого научного исследования и вывода его на рынок. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» - определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно-исследовательскому проекту;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.2 Предпроектный анализ

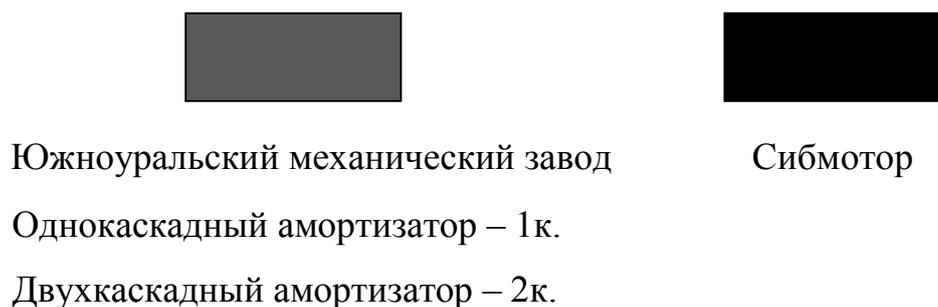
4.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок: машиностроительные компании и заводы.

		Наименование применяемого устройства на различных заводах		
		Пружинные амортизаторы	Однокаскадный амортизатор	Двухкаскадный амортизатор
Размер компании в пределах России в зависимости от объёма выпускаемой продукции	Крупные			
	Средние			

Рисунок 4.2.1.1 - Карта сегментирования рынка по использованию амортизаторов для станков



По данной карте сегментирования рисунок 4.2.1.1 видно, что крупные заводы используют распространённые устройства для защиты от вибрации. Внедрение в крупную компанию нового устройства будет затруднено, поэтому наиболее целесообразно внедрение в среднюю компанию.

4.2.2 Анализ конкурентных технических решений

Т.к. внедрение устройства предполагается произвести в компании средней величины, то целесообразно произвести анализ предлагаемого устройства с уже используемыми устройствами.

Таблица 1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _{2к}	Б _{1к}	К _{2к}	К _{2к}
1	2	3	5	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Износостойкость	5	5	4	25	20
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	8	8	8	64	64
3. Надежность	5	5	4	25	20
4. Регулировка	5	5	3	25	15
5. Безопасность	8	7	7	56	56
6. Переналадка	10	8	9	80	90
7. Простота эксплуатации	8	8	8	64	64
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	10	9	10	90	100
2. Уровень проникновения на рынок	7	4	5	28	35
3. Цена	8	6	6	48	48
4. Предполагаемый срок эксплуатации	8	6	5	48	40
5. Послепродажное обслуживание	4	4	4	16	16
6. Срок выхода на рынок	4	1	2	4	8
Итого	100	76	75	573	576

По оценочной карте видно, что модернизированное устройство является конкурентоспособным, так как по многим показателям превосходит своего конкурента. Главным достоинством данного устройства является его переналадка и простота эксплуатации.

4.2.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 2 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Регулировка диапазона гашения, возможность настройки устройства на различные частоты вибрации. С2. Переналадка, возможность адаптации к различным станкам. С3. Быстродействие, уменьшение времени восстановления системы. С4. Простота эксплуатации. С5. Надежность, способность долгое время обходиться без ремонта, в связи с отсутствием подвижных элементов.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Более высокая себестоимость. Сл2. Трудоемкость монтажа. Сл3. Продукт не продавался.</p>
<p>Возможности: В1. Быстрое продвижение на рынок. В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Усовершенствование устройства</p>	<p>В1С1С2С3С4С5 – быстрое продвижение на рынок в связи с преимуществами данного устройства. В2С1С2С5- дополнительный спрос может появиться за счёт универсальности устройства. В3С2 – усовершенствование устройства за счёт его переналадки и возможности адаптации к различным станкам.</p>	<p>В1Сл3 – может не быть быстрого продвижения на рынок так как ранее продукт не продавался, и потребители не знают о нем. В2Сл1Сл2Сл3 – появление дополнительного спроса может быть мало из-за несовершенства устройства.</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Кризис У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции со стороны государства</p>	<p>У2С1С3С4 – возможность конкурировать в связи с хорошими показателями основных характеристик.</p>	<p>У1Сл1 – из-за более высокой себестоимости могут возникнуть проблемы с продажей данного устройства.</p>

Таблица 3 - Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	-	-	+
	B3	-	+	-	-	-

Таблица 4 - Интерактивная матрица проекта

		Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	+
	B2	+	+	+
	B3	0	0	0

Таблица 5 - Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	0	-
	У2	+	-	+	+	-
	У3	0	0	0	0	0

Таблица 6 - Интерактивная матрица проекта

		Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	0	+
	У2	+	0	+
	У3	+	0	0

4.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

При изготовлении данного устройства возможны два варианта исполнения. Эти варианты представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Морфологическая матрица для гидропневмоамортизатора

	1	2	
А. Каскад 1	Гидроаккумулятор	Гидроаккумулятор	
Б. Каскад 2	Пневмоаккумулятор	Гидроаккумулятор	

А1Б1 – Исполнение 1

А2Б2 – Исполнение 2

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб		Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентного обзора	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Составление принципиальной схемы	Студент
	5	Построение расчётной схемы и математической модели	Студент
	6	Выполнение расчетов	Студент
	7	Исследование математической модели	Студент
	8	Оформление статьи	
Оформление отчета	9	Заполнение пояснительной записки	Студент

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (1)$$

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

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое

вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Таблица 9 - Ожидаемое время выполнения работы

Основные этапы	№ раб		$t_{ож}$, чел.-дн.
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	3,2
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	9,8
	3	Проведение патентного обзора	3,8
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Составление принципиальной схемы	3,2
	5	Построение расчётной схемы и математической модели	3,2
	6	Выполнение расчётов	7
	7	Исследование математической модели	9,8
	8	Оформление статьи	9,8
Оформление отчета	9	Заполнение пояснительной записки	4,6
Итого:			54,4

Расчет продолжительности одной работы не является необходимым, т.к. на каждой работе задействован один исполнитель, то есть $T_p = t_{ож}$.

4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования.

Строится график проведения научного исследования в форме диаграммы Гранта.

Для удобства построения, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

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.

Результаты расчетов приведены в таблице 10

Таблица 10 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_p	Длительность работ в календарных днях T_k
	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$			
Составление и утверждение ТЗ	2	5	3,2	Руководитель	3,2	5
Изучение материала по теме	7	14	9,8	Студент	9,8	15
Проведение патентного обзора	3	5	3,8	Студент	3,8	6
Составление принципиальной схемы	2	5	3,2	Студент	3,2	5
Построение расчётной схемы и математической модели	2	5	3,2	Студент	3,2	5
Выполнение расчётов	5	10	7	Студент	7	10
Исследование математической модели	7	14	9,8	Студент	9,8	15
Оформление статьи	7	14	9,8	Студент	9,8	15
Заполнение пояснительной записки	3	7	4,6	Студент	4,6	7

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 106 - 14} = 1,49$$

Таблица 11 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_k	Продолжительность выполнения работ										
				Март		Апрель			Май					
				2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	5	■										
2	Изучение материалов по теме	Студент	15	■	■									
3	Проведение патентного обзора	Студент	6			■								
4	Составление принципиальной схемы	Студент	5			■								
5	Построение расчётной схемы и математической модели	Студент	5				■							
6	Выполнение расчётов	Студент	10					■						
7	Исследование математической модели	Студент	15						■	■				
8	Оформление статьи	Студент	15								■	■		
9	Заполнение пояснительной записки	Студент	7										■	■

4.4.4 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи} , \quad (5)$$

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

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 12 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.	Затраты на материалы	
		Исп. 1	Исп. 2		Исп. 1	Исп. 2
РВД Ø50,6 мм	м.	6	6	288	1728	1728
РВД Ø30 мм	м.	13	13	115	1495	1495
Соединительная магистраль	м.	2	2	120	240	240
Гидроаккумулятор	шт.	1	2	7000	7000	14000
Пневмоаккумулятор	шт.	1	-	6000	6000	-
Дроссель	шт.	1	1	2000	2000	2000
Обратный клапан	шт.	1	1	2400	3400	3400
Предохранительный клапан	шт.	1	1	4250	4250	4250
Зарядный клапан	шт.	1	1	2400	2400	2400
Масло	л.	3	5	110	330	550
Итого расходы на материалы:					28843	30063

4.4.5 Основная заработная плата исполнителей.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапа	Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн	Зарплата на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб.
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	3,2	1580,61	5057,95
2	Изучение материалов по теме	Студент	9,8	287,7	2819,46
3	Проведение патентного обзора	Студент	3,8	287,7	1093,26
4	Составление принципиальной схемы	Студент	3,2	287,7	920,64
5	Построение расчётной схемы и математической модели	Студент	3,2	287,7	920,64
6	Выполнение расчётов	Студент	7	287,7	2013,9
7	Исследование математической модели	Студент	9,8	287,7	2819,46
8	Оформление статьи	Студент	9,8	287,7	2819,46
9	Заполнение пояснительной записки	Студент	4,6	287,7	1323,42

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИТ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. таблица 14.

Таблица 14 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней - выходные дни	106	106
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени - отпуск	48	48
- невыходы по болезням	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	198

$$Z_{\text{дн1}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{30244,32 \cdot 10,4}{198} = 1588,59 \text{ руб.} - \text{зарплатная плата руководителя за 1}$$

день;

$$Z_{\text{дн2}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{5111,68 \cdot 11,2}{198} = 289,14 \text{ руб.} - \text{зарплатная плата студента за 1 день.}$$

$$Z_{\text{осн1}} = 1588,59 \cdot 3 = 4765,77 \text{ руб.} - \text{руководитель;}$$

$$Z_{\text{осн2}} = 289,14 \cdot 51 = 14746,14 \text{ руб.} - \text{студент.}$$

$$Z_{\text{зн1}} = 4765,77 + 714,86 = 5480,37 \text{ руб.} - \text{руководитель;}$$

$$Z_{\text{зн2}} = 14746,14 + 2211,92 = 16958,06 \text{ руб.} - \text{студент.}$$

4.4.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$З_{\text{доп1}} = 0,15 \cdot 4765,77 = 714,86 \text{ руб.} - \text{руководитель.}$$

$$З_{\text{доп2}} = 0,15 \cdot 15035,28 = 2211,92 \text{ руб.} - \text{студент.}$$

4.4.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (10)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%¹.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме таблица 15.

Таблица 15 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, р.уб.
Руководитель проекта	4765,77	714,86
Студент-дипломник	14746,14	2211,92
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%	27,1%
Итого	1485,25+4595,63=6080,88	

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 27,1\% \cdot (4765,77 + 714,86) = 1485,25 \text{ руб.} - \text{руководитель}$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 27,1\% \cdot (14746,14 + 2211,92) = 4595,63 \text{ руб.} - \text{студент-дипломник}$$

¹ Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

4.4.8 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Данные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками), т.е.:

1) Работы и услуги производственного характера, выполняемые сторонними предприятиями и организациями. К работам и услугам производственного характера относятся:

- выполнение отдельных операций по изготовлению продукции, обработке сырья и материалов;
- проведение испытаний для определения качества сырья и материалов;
- контроль за соблюдением установленных регламентов технологических и производственных процессов;
- ремонт основных производственных средств;
- поверка и аттестация измерительных приборов и оборудования, другие работы (услуги) в области метрологии и прочее.
- транспортные услуги сторонних организаций по перевозкам грузов внутри организации (перемещение сырья, материалов, инструментов, деталей, заготовок, других видов грузов с базисного (центрального) склада в цехи (отделения) и доставка готовой продукции на склады хранения, до станции (порта, пристани) отправления).

2) Работы, выполняемые другими учреждениями, предприятиями и организациями, предприятиями по контрагентским договорам на создание научно-технической продукции, генеральным исполнителем которых является данная научная организация.

Расчет величины этой группы расходов зависит от планируемого объема работ и определяется из условий договоров с контрагентами или субподрядчиками.

В таблице 16 представлены исполнители операций по слесарным операциям.

Таблица 16 - Исполнители операций

№ п/п	Профессия	Количество деталей	Количество работников	Разряд рабочего
2	Инженер	28	1	2

Для сборки гидропневматического амортизатора необходимо собрать в необходимой последовательности 28 элементов. Заказ будет выполняться на кафедре АРМ ТПУ. Оклад инженера на кафедре АРМ 7936 т.р.

На выполнение работ отводится 2 дня.

Подсчитаем зарплату за 2 дня рабочего на кафедре АРМ. Результаты расчетов представлены в таблице 17. Заработная плата рассчитывается по методике из разд.5.4.6, отчисления во внебюджетные фонды по методике 4.4.8.

Таблица 17 - Оплата труда сторонних исполнителей

Исполнитель	заработная плата, руб.
Инженер	892,81
Отчисления во внебюджетные фонды	267,84
Итого	1160,65

$$Z_{\text{дн}} = \frac{7936 \cdot 11,2}{223} = 398,58 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = 398,58 \cdot 2 = 797,16 \text{ руб.} - \text{основная зарплата инженера}$$

$$Z_{\text{зп}} = 797,16 + 797,16 \cdot 0,12 = 892,81 \text{ руб.} - \text{зарплата инженера}$$

$$Z_{\text{внеб}} = 30\% \cdot 892,81 = 267,84 \text{ руб.} - \text{внебюджетные отчисления инженера}$$

4.4.9 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

$k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

4.4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 18.

Таблица 18 - Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Исп.1	Исп.2	
1. Материальные затраты НТИ	28843	30063	Пункт 4.4.4
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19511,91	19511,91	Пункт 4.4.5
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2926,78	2926,78	Пункт 4.4.6
4. Отчисления во внебюджетные фонды	6080,88	6080,88	Пункт 4.4.7
5. Контрагентские расходы	1160,65	1160,65	Пункт 4.4.8
6. Накладные расходы	9363,71	9558,91	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	67886,93	69302,13	Сумма ст. 1- 6

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный

показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (12)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{67886,93}{69302,13} = 0,979$ - интегральный финансовый показатель разработки первого исполнения.

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{69302,13}{69302,13} = 1$ - интегральный финансовый показатель разработки второго исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 19.

Таблица 19 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	5
2. Долговечность в использовании	0,3	5	5
3. Регулировка	0,1	5	5
4. Переналадка	0,15	5	5
5. Надежность	0,15	4	3
ИТОГО	1		

$$I_{p-исп1} = 5*0,3 + 5*0,3 + 5*0,1 + 5*0,15 + 4*0,15 = 4,85;$$

$$I_{p-исп2} = 5*0,3 + 5*0,3 + 5*0,1 + 5*0,15 + 3*0,15 = 4,7;$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (14)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,85}{0,979} = 4,95; \quad I_{исп.2} = \frac{4,7}{1} = 4,7;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности, вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта таблица 20 и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исн.1}}{I_{исн.2}} \quad (15)$$

Таблица 20 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,979	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,95	4,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Исп1/Исп2=1,05	Исп2/Исп1=0,94

Из таблицы 20 видно, что наиболее эффективный вариант решения поставленной в магистерской работе технической задачи по многим показателям является исполнение 1.

5. Социальная ответственность

5.1 Социальная ответственность

Вибрация является наиболее распространенным вредным производственным фактором в промышленности. Она может оказывать отрицательное воздействие на работоспособность и здоровье человека, а так же приводить к развитию вибрационной болезни.

Вибрация - это сложные механические колебательные движения, передаваемые телу человека или отдельным его частям при непосредственном контакте.

Вибрация характеризуется: спектром частот (в Гц), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с²). Существуют не только абсолютные значения этих параметров, но также и логарифмические уровни (дБ).

Воздействие вибрации на организм человека. Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение "стоя") составляют 4~6 Гц, головы относительно плеч (положение "сидя") - 25-30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6 - 9 Гц.

Исходя из вышеизложенных проблем, была предложена тема для защиты диссертации на соискание учёной степени магистра «Гидравлические системы снижения вибраций оснований от работы технологического оборудования».

В данной работе рассматривается двухкаскадный гидропневматический амортизатор, позволяющий снизить вибрации, передаваемые основанию оборудования, которые могут негативно влиять на окружающее оборудование и людей. Данный амортизатор планируется устанавливать под фундамент и шаботы кузнечнопрессового оборудования.

Виброизоляция – это наиболее распространенный метод виброзащиты технологических машин и оборудования промышленного комплекса. Под виброизоляцией понимается метод виброзащиты, заключающийся в уменьшении передачи вибрации от источника

возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Устройства, осуществляющие виброизоляцию, называются виброизоляторами. Виброизоляция объектов осуществляется в двух вариантах: опорном (рис. 1, а), когда виброизоляторы расположены непосредственно под корпусом изолируемой машины; подвесном, когда изолируемый объект подвешен на виброизоляторах, закрепленных выше подошвы постаментов и работающих на сжатие (рис. 1, б) или растяжение (рис. 1, в).

Когда в изолируемом объекте преобладают горизонтальные возмущающие силы, то применяются схемы, при которых изолируемый объект крепится на тросах или стержнях с шарнирами к несущим строительным конструкциям (рис. 1, г). Эту схему виброизоляции применяют для объектов при низкочастотном воздействии.

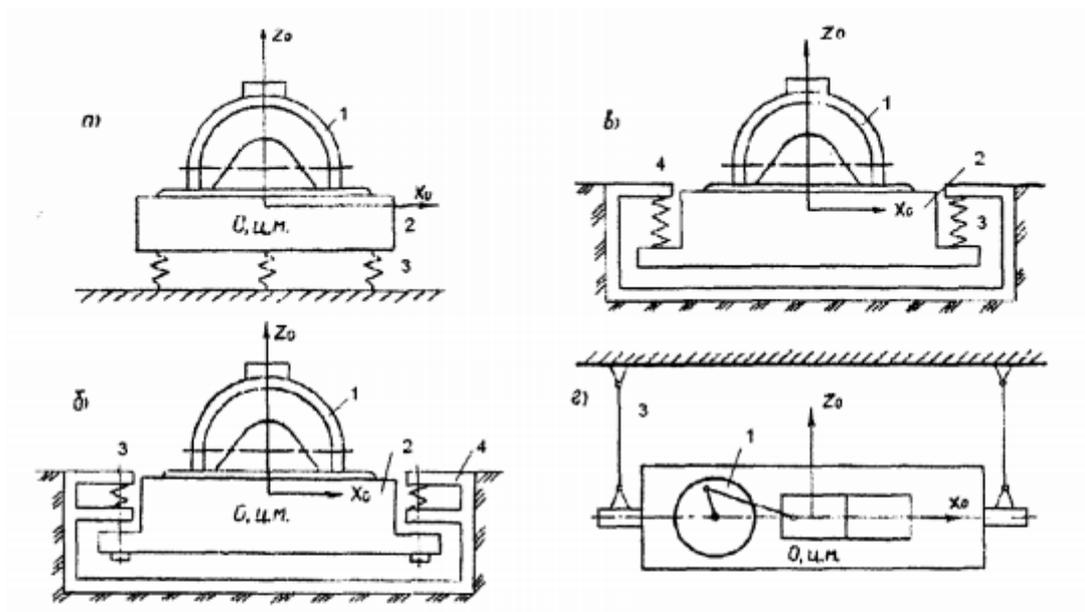


Рис. 1. Схема виброизоляции машин:

- а) опорный вариант; б) вариант с подвесными стержнями и пружинами, работающими на сжатие; в) подвесной вариант с пружинами, работающими на растяжение; г) подвесной вариант с шарнирными стержнями:
 1- машина; 2 – постамент (фундаментальный блок); 3 – виброизоляторы;
 4 – подфундаментный короб

Методы виброизоляции подразделяются:

по использованию дополнительного источника энергии на методы пассивной и активной виброизоляции;

по виду снижаемого динамического воздействия на методы силовой и кинематической виброизоляции;

по характеру динамического воздействия на методы виброизоляции при гармоническом импульсном (ударном) и случайном динамических воздействиях;

по виду виброизолируемого объекта на методы виброизоляции машин и оборудования, рабочих мест, строительных конструкций, составных частей машин, например, валов;

по типу применяемых виброизоляторов - виброизоляция с простыми и составными виброизоляторами с последовательным, параллельным или комбинированным включением простых виброизоляторов.

Для виброизоляции в опорном варианте применяют следующие типы виброизоляторов:

виброизолирующие резинометаллические опоры;

резиновые виброизоляторы (коврики);

пневматические виброизоляторы;

виброизоляторы в виде пружин, а также в виде различных гидropневматических, металлических, торсионных и иных устройств.

При активной виброизоляции используются активные средства с управлением параметрами по динамическим характеристикам источника возбуждения колебаний и объекта виброзащиты, по допустимым значениям динамических характеристик объекта виброзащиты. Активные средства виброизоляции могут быть с постоянными и переменными параметрами.

Регулирование пассивными и управление активными средствами виброизоляции осуществляется изменением - в первом случае и регулированием - во втором случае характеристик инерционных, упругих или демпфирующих элементов, а также применением или регулированием

кинематических характеристик направляющих устройств или механизмов преобразования движения инерционного элемента.

Наиболее распространенным и эффективным мероприятием по уменьшению вредной вибрации, передающейся строительным конструкциям и на рабочие места, является виброизоляция машин и оборудования, возбуждающих колебания, при которых динамическая нагрузка, передающаяся опорной конструкции, уменьшается в несколько раз. Колебания конструкции уменьшаются. При правильно выполненной виброизоляции уменьшается также вибрация виброизолируемой машины. Для снижения вибрации машины до допустимых уровней в отдельных случаях применяют фундаментный блок, увеличивающий массу изолируемой установки.

Постамент или фундаментный блок под виброизолируемой машиной устраивают также в случаях, когда:

корпус машины имеет недостаточную жесткость;

размещение виброизоляторов непосредственно на корпусе машины конструктивно затруднено;

изолируется агрегат, состоящий из отдельных машин на общем постаменте.

Для достижения эффекта виброизоляция должна быть рассчитана. Применение виброизоляции без расчетов может привести в отдельных случаях к увеличению вибрации машин и опорных конструкций.

На практике встречаются случаи, когда приведенные массы поддерживающих конструкций, например, междуэтажного перекрытия, опорных металлических рамных конструкций и т.п., соизмеримы или меньше массы виброизолируемой машины и имеют порой незначительную жесткость. Не исключена вероятность их резонансных или околорезонансных колебаний.

Численное исследование системы уравнений, описывающих колебания при вертикальной виброизоляции машины, показало, что вблизи от резонанса

поддерживающей конструкции эффективность виброизоляции резко падает: заметно увеличиваются виброперемещения виброизолируемой машины и существенно, в несколько раз, возрастают амплитуды виброперемещений поддерживающей конструкции. При остром резонансе поддерживающей конструкции возникает эффект динамического виброгашения, при котором амплитуды виброперемещений виброизолированной машины падают до нуля при существенном увеличении параметров вибрации поддерживающей конструкции. Увеличение массы поддерживающей конструкции при прочих равных условиях приводит к уменьшению ее параметров вибрации.

Из сказанного вытекает практический вывод: при проектировании виброизоляции необходимо знать динамические характеристики поддерживающих конструкций. В случае приближения их собственных частот к частотам возбуждающих колебания динамических воздействий необходимо принять меры по выводу конструкции из резонанса.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 воздействие вибрации на человека классифицируется следующим образом:

По способу передачи на человека различают:

- общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

Вибрация, передающаяся на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, относится к локальной вибрации.

По источнику возникновения вибраций различают:

- локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей), например, рихтовочных молотков разных моделей и обрабатываемых деталей;

- общую вибрацию I категории - транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве).

- общую вибрацию II категории - транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.

- общую вибрацию III категории - технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Общую вибрацию категории III по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда;

- общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внешних источников: городского рельсового транспорта (мелкого залегания и открытые линии метрополитена, трамвай, железнодорожный транспорт) и автотранспорта; промышленных предприятий и передвижных промышленных установок.

- общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внутренних источников: инженерно-технического оборудования зданий и бытовых приборов (лифты, вентиляционные системы, насосные, пылесосы,

холодильники, стиральные машины и т.п.), а также встроенных предприятий торговли (холодильное оборудование), предприятий коммунально-бытового обслуживания, котельных и т.д.

Нормируемый диапазон частот для общей вибрации устанавливается в виде октавных или 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,6; 80,0 Гц.

Гидравлический амортизатор можно использовать при защите от общей вибрации I, II, III (а) категории. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин. (8 ч) приведены в таблице 1:

Таблица 1 - Предельно допустимые значения вибрации

Наименование показателя, единица измерения	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ 80	> 80 - 85	> 85 - 95	> 95 - 105	> 105 - 115	> 115
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, дБ	≤ 126	> 126 - 129	> 129 - 132	> 132 - 135	> 135 - 138	> 138
Вибрация общая, эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, дБ, Z	≤ 115	> 115 - 121	> 121 - 127	> 127 - 133	> 133 - 139	> 139
Вибрация общая, эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, дБ, X, Y	≤ 112	> 112 - 118	> 118 - 124	> 124 - 130	> 130 - 136	> 136
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБЛин	≤ 110	> 110 - 115	> 115 - 120	> 120 - 125	> 125 - 130	> 130
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, дБ	превышение ПДУ до ... дБ					
	\leq пду	10	20	30	40	> 40

5.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

5.2.1 Электромагнитные и электрические поля

Любые электрические приборы, видеотерминалы (ВДТ) и системные блоки производят электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Согласно, напряженность ЭМП на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей, должна быть не более:

- в диапазоне низких частот 5 Гц – 2 кГц - 25 В/м;
- в диапазоне высоких частот 2 – 400 кГц - 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 250 нТл; в диапазоне частот 2 кГц ÷ 400 кГц – 25 нТл.

Возможные способы защиты от ЭМП:

1. Основной способ – увеличение расстояния от источника, экран видеомонитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя;
2. Применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты, прошедших испытание в аккредитованных лабораториях и имеющих соответствующий гигиенический сертификат.

Источником электростатического поля (ЭСП) в рабочем помещении являются электронно-лучевые трубки мониторов персональных компьютеров. ЭСП возникает в результате облучения экрана потоком заряженных частиц.

Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В. Мониторы, удовлетворяющие стандарту ТСО 95, имеют

электростатический потенциал, не превышающий 500В, это вполне соответствует требованиям безопасности.

5.3 Производственная санитария «эргономический анализ»

5.3.1 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры:

1. температура воздуха в помещении;
2. относительная влажность воздуха;
3. скорость движения воздуха.

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье и на надежность работы средств вычислительной техники.

Повышенные или пониженные значения этих параметров выступают как опасные или вредные факторы производства. Приведем требования к микроклимату в помещении для инженера – программиста таблица 2.

Таблица 2 - Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения

<i>Период года</i>	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	Оптимальная граница	Верхняя граница	Нижняя граница	Оптимальная граница	Допустимый максимум	Оптимальная	Допустимый максимум
<i>Холодный</i>	22-24	24.5	21	40-60	75	0.1	0.1
<i>Теплый</i>	23-25	26	22	40-60	55	0.1	0.2

По степени физической тяжести работа программиста относится к категории лёгких работ. Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления и

приточно-вытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: влажность 50%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 20..25°C, зимой 20..22°C.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении ВЦ должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20м³ на человека – не менее 30м³ в час на человека; при объёме помещения более 40м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

В аудитории осуществляется искусственная и естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери и с помощью кондиционера. Так как объём на одного человека 28 м³, что ниже норм (должно быть 40 м³), то достаточный приток свежего воздуха обеспечивается с помощью кондиционера, установленного в помещении.

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемой аудитории используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками. Кроме того, воздух нагревается с помощью того же кондиционера.

5.3.2 Освещенность

Основными понятиями, характеризующими свет, являются световой поток, сила света, освещённость и яркость.

Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

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

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк, что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) 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.

5.4 Пожарная безопасность

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

1. предотвращение пожаров;
2. возгорание;
3. локализация возникших пожаров;
4. защита людей и материальных ценностей;
5. тушение пожара.

Пожар - неконтролируемое горение, наносящие материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Горение представляет собой сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением большого количества теплоты и свечением.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Пожар в лаборатории представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением ЭВМ, аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних лабораториях.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электро-соединений и электrorаспределительных щитов; возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры; возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок.

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры:

- ограничение количества горючих веществ;
- максимально возможное применение негорючих веществ;
- устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования);
- применение средств пожаротушения;
- использование пожарной сигнализации;
- содержание электрооборудования в исправном состоянии, использование плавких предохранителей и автоматических выключателей в аппаратуре, по окончании работ все установки должны обесточиваться;
- наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушители типа ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и содержание их в исправном состоянии;

- содержание путей и проходов эвакуации людей в свободном состоянии;

- проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности;

- назначение ответственного за пожарную безопасность помещения.

По степени взрывопожарной и пожарной опасности помещение лаборатории в соответствии с классификацией производств по пожарной безопасности относится к категории В (пожароопасные помещения), т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами. Поэтому необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием и бытовыми приборами требует регулярного проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар. Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, их числом и размером.

Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. План эвакуации приведен на рисунке 2.

После эвакуации людей необходимо принять меры по пожаротушению. На лестничных площадках каждого этажа здания находятся пожарные щиты. Каждый из этих щитов оборудован лопатами, ведрами, топором и двумя

огнетушителями типа ОХВП - 10. Рядом со щитом расположен ящик с песком.

5.5 Социальная ответственность работодателя

Исследование по данной теме проводится в Томском Политехническом Университете, кафедра АРМ (корпус 16а). Для исследований предоставляются все возможные комфортные условия:

- Компьютерные классы (оснащены современным оборудованием, кондиционерами, увеличивающих работоспособность студентов); стоит отметить тот факт, что в компьютерных классах, на каждом месте установлено по 2 монитора.
- Лаборатории «гидравлики» «вибродиагностики» (оснащены всем необходимым для реализации данной работы);

Все компьютеры, на которых проводятся исследования, оснащены двумя мониторами, что в свою очередь очень удобно и повышает производительность труда студентов. Работа компьютеров сопровождается выделением тепла, согласно нормам СанПиН 2.2.2.542-96 ЭВМ, стоящие в кабинете требуют поддержания температуры и влажности воздуха в определенных пределах: от 22 до 25 °С при влажности 60%, такой микроклимат благоприятен для человека. Обычно температура в помещении поддерживается по принципу холодно/жарко. Если жарко, открывается форточка или окно. В ТПУ для обеспечения комфортной работы студентов, компьютерные классы оснащены кондиционерами.

Вывод

Рассмотрев вопросы виброзащиты оборудования и человека от воздействия вибрации, можно сказать что применение данного двухкаскадного гидropневмоамортизатора положительно скажется на производстве. При использовании данного устройства возрастёт время эксплуатации оборудования, что в свою очередь приведёт к финансовой прибыли предприятия. Так же стоит отметить что в разы сократится возможность заболевания человека виброболезнью.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96, гидropневмоамортизатор можно использовать при защите от общей вибрации I, II, III (а) категории.

Заключение

При выполнении данного исследования были проанализированы существующие виброгасители. Отмечены их достоинства и недостатки, следуя из которых в основу проекта был взят амортизатор, выполненный в виде рукавов высокого давления с закачкой масла в их полость. В силу имеющегося недостатка этого амортизатора, был добавлен второй амортизирующий каскад с подачей воздуха в полость рукавов высокого давления. Составлена принципиальная схема, математическая модель и расчётная схема данного устройства. Проанализировав полученные графики зависимости изменения скорости и перемещения (выражающие вибрацию) от создаваемого импульса, сделаны выводы что, меняя параметр вязкого трения на дросселе можно регулировать время восстановления системы к моменту возникновения следующего импульса. Так же по графикам видно, что изменилась интенсивность восстановления системы.

Проведённые экономические расчёты показали, что при небольших материальных вложениях можно получить модернизированное устройство, позволяющее минимизировать недостатки предшественников.

Рассмотрение нормативных документов по вибрации в разделе «Социальная ответственность» показало, что применение данного двухкаскадного гидропневмоамортизатора положительно скажется на производстве. При использовании данного устройства возрастёт время эксплуатации оборудования, что в свою очередь приведёт к финансовой прибыли предприятия. Так же стоит отметить что в разы сократится возможность заболевания человека виброболезнью.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96, гидропневмоамортизатор можно использовать при защите от общей вибрации I, II, III (а) категории.

Список использованных источников

1. Амортизатор: пат. СССР № 823703; заявл. 2758243, 23.04.1979; опубл. 23.04.1981 – 2 с.
2. Вибрация в технике / под ред. В.Н. Челомея. – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 6. – 456 с.
3. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности. М.: Высшая школа, 2002. – 357 с.
4. Белов С. В. Охрана окружающей среды. М.: Высшая школа, 1991.
5. Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996.
6. Гидропневматический амортизатор: пат. Рос. Федерация № 2005137254/11; заявл. 30.11.2005; опубл. 27.04.2007 – 2 с.
7. Гидропневматический амортизатор с безинерционным гасителем: пат. Рос. Федерация №2007121275/11; заявл. 06.06.2007; опубл. 10.12.2008 – 3 с.
8. Гидропневматическая подушка: пат. СССР №706613; заявл. 2413207 14.10.1976; опубл. 30.12.1979 – 3 с.
9. Дерюшева В.Н. Модели пневмогидравлического ударного узла с учётом свойств формирователя импульса и нагрузки: дис. ... канд. техн. наук – Томск, 2009. – 178 с.
10. Елисеев С.В. и др. Двухкаскадное устройство для гашения вибраций. Авт. св-во. № 540081 (СССР). Бюлл. изобрет. 1979. - № 3.
11. Елисеев С.В., Засядко А.А. Виброзащита и виброизоляция как управление колебаниями объектов. Моделирование. Иркутск:ИрГУПС. - 2004. - №1. - 20-29 с.
12. Елисеев С.В., Нерубенко Г.П. Динамические гасители колебаний. Новосибирск: Наука, 1982. 144 с.
13. Засядко А.А. Теоретические и экспериментальные исследования управления движением механических колебательных систем.

- Динамика управляемых систем. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1979. - 136-145 с.
14. Засядко А.А. Технология автоматизированного проектирования, исследования и расчета виброзащитных систем. Моделирование. Иркутск: ИрГУПС. - 2004. - №3. - С. 20-26.
 15. Ивович В.А., Онищенко В.Я. Защита от вибраций в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
 16. Карпунин М. Г., Майданчик Б. И. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие. М.: Энергия, 1980. - 175 с.
 17. Крауинш, П. Я. Исследование гидравлического амортизатора с переменной структурой. Иркутск, 1978. - 114-120 с.
 18. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
 19. Куцубина Н.В. Виброзащита технологических машин и оборудования лесного комплекса [Текст]: монография / Н.В. Куцубина, А.А. Санников. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 212 с.
 20. Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58 с.

Список публикаций студента

Model of Hydraulic Rotary Control Valve for Control of Pneumohydraulic Impact Unit [Electronic resource] / V. N. Deryusheva, A.V. Ioppa, P.Y. Krauinsh, A.V. Zhukov, A.S. Bazarov [et al.] // Key Engineering Materials : Scientific Journal. — 2016. — Vol. 685 : High Technology: Research and Applications 2015 (HTRA 2015). — [P. 365-369]. — Title screen. — Доступ по договору с организацией-держателем ресурса.

Приложения

Приложение А

Раздел Английская часть

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ41	Жуков Артём Викторович		13.05.2016

Консультант кафедры АРМ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дерюшева В.Н.	к.т.н.		13.05.2016

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Диденко А.В.	к.ф.н.		13.05.2016

the fluid cavity of the hydro-pneumatic accumulator 13, and the gas chamber cavity is connected with a charging valve 16 and a safety valve 15. The cavities of elastic connections 5 are made of the high-pressure hoses, filled with fluid, and connected via the conduit 8 to the damper, composed of the parallel mounted check valve 11 and the adjustable choke needle valve 12. The damper is connected to the fluid cavity of the pneumatic accumulator 14, and the gas chamber cavity is connected with the charging valve 18 and the safety valve 17.

The device operates as follows: before starting the hydro-pneumatic damper, hydro-pneumatic accumulator 13 through the charger 16 sets the pressure P_0 , the pressure safety valve is set to the pressure P_k , which is greater than the pressure P_0 . The same pressure P_0 , will be present in the deformed high-pressure hoses, that are filled with fluid. High-pressure hoses will deform by the value of x , and the area A , which supports the intermediate mass, and the area A will be equal to:

$$A = \frac{\pi x}{2} L$$

where L - length of high pressure hoses, interacting with the intermediate mass M_m and the intermediate mass M_f .

The force F_0 , with which hoses 4, deformed in the radial direction, affect intermediate mass M_m , will be equal to:

$$F_0 = P_0 \cdot A$$

When the intermediate mass M_m is exposed to the force $F(t)$, it moves in the guide sleeve 19 and deforms high pressure hoses 4 by the value of x_1 . Area A increases to a value of A_1 . The fluid from the cavities of the high-pressure hoses 4 via the conduit 7 and the check valve 9 and the needle valve 10 arrives at the hydro-pneumatic accumulator 13, whereas the system maintains pressure P_0 , as compressibility of the gas is many times greater than the compressibility of the liquid. The movement of x_1 will be increasing as long as the magnitude of the amplitude of the acting force $F(t)$ is less than or equal to the force from the high pressure hoses, radially deformed.

$$P_0 \cdot A_1 \geq F(t)$$

Then force $F(t)$ is removed and the liquid of hydro-pneumatic accumulator 13 via an adjustable needle valve 10 flows into the chamber of the deformed high pressure hoses at a slower rate. The energy of the impact of the force $F(t)$ is extinguished at the adjustable needle valve 10. The process repeats with successive impacts of the force $F(t)$. The valve 15 prevents the damper from overload.

The adjustable area of the flow section of the needle valve 10 and the pressure value of P_0 in hydro-pneumatic accumulator 13 define the damper effective operation frequency range, as the value P_0 determines the toughness of the elastic connection and the needle valve area determines the rate of the energy absorption of the damper. The use of high-pressure hoses as the elastic connection with a different internal diameter allows the use of a damper in a wide range of operating loads.

The second cascade works on the same principle.

3.2. The principal scheme

The principal scheme of the device (fig.3.2.1)

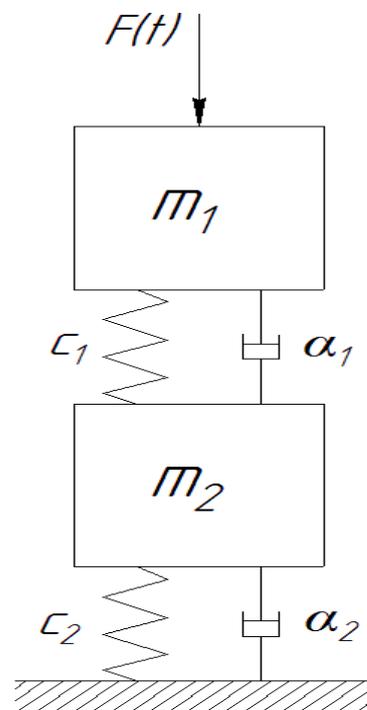


Fig.3.2.1 The principal scheme

Where $m_1 = M_{ab}$ – mass of the anvil block; $m_2 = M_m + M_f$ – mass of the foundation; c_1 - elastic connection of the first cascade; c_2 - elastic connection of the

second cascade; α_1 - viscous friction in the needle valve of the first cascade; α_2 - viscous friction in the needle valve of the second cascade.

Under the influence of the external force $F(t)$ mass m_1 begins to move with acceleration $a_1 \Rightarrow F_m = m_1 \cdot a_1$. The force F_{fr} arises in the viscous element α_1 which is proportional to the velocity differences $V_1 - V_2$ and acts on the masses m_1 and $m_2 \Rightarrow F_{fr} = \alpha_1 (V_1 - V_2)$. The elastic element c_1 is compressed, which causes elastic force F_{el} to arise which proportional to the difference of the movements of the masses m_1 and m_2 and acts on both bodies $\Rightarrow F_{el} = c_1 (x_1 - x_2)$. For the mass m_1 toughness c_1 and viscous friction α_1 are a reaction, and for the mass m_2 they are external action, which causes mass m_2 to move with acceleration $a_2 \Rightarrow F_{m2} = m_2 \cdot a_2$. The force F_f arises in the viscous element α_2 which is proportional to the velocity $V_2 \Rightarrow F_f = \alpha_2 \cdot V_2$. The elastic element c_2 is compressed, which causes the elastic force F_e to arise, F_e is proportional to the movement of the mass $m_2 \Rightarrow F_e = c_2 \cdot x_2$.

The mathematical model will look like this

$$\begin{cases} a_1 m_1 + \alpha_1 (V_1 - V_2) + c_2 (x_1 - x_2) = F(t); \\ a_2 m_2 + \alpha_2 V_2 + c_2 x_2 = \alpha_1 (V_1 - V_2) + c_2 (x_1 - x_2); \end{cases}$$

3.3. The equations and calculations

The calculations on the example of the pneumatic forging hammer MA4129A.

Input data:

Mass of falling parts (mass of the striker) - 80 (kg);

The number of impacts per minute - 212;

The impact energy - 1520 (N);

Velocity of falling parts at the moment of impact - 6.16 (m/s);

The dimensions of the foundation - 1,76x1,03x1 (m);

The mass of the pneumatic forging hammer - 3300 (kg);

Hose sizes - outer diameter of 0.0506 (m), an inner diameter of 0.381 (m) - the lower cascade. Outer diameter of 0.030 (m), an inner diameter of 0.021 (m) - the top cascade.

The pressure in the top cascade - 1 (MPa)

The pressure in the lower cascade - 0.4 (MPa)

Расчётные данные:

3.3.1. The mass of the anvil block

$$M_c = M_s \cdot 15$$

$$M_s = 80 \cdot 15 = 1200 \text{ (kg)}$$

3.3.2. The mass of the foundation

The volume of foundation

$$V_f = a \cdot b \cdot c$$

$$V_f = 1,76 \cdot 1,03 \cdot 1 = 1,81 \text{ (m}^3\text{)}$$

The weight of one cubic meter of concrete ≈ 2500 (kg)

$$M_f = V_f \cdot 2500 + M_{pfh}$$

$$M_f = 1,81 \cdot 2500 + 3300 = 7825 \text{ (kg)}$$

where M_{pfh} - mass of the pneumatic forging hammer, kg.

The hoses toughness

$$C_h = C_0 + C_1$$

C_0 – the toughness of the hose; C_1 - the toughness of the hose with the pressure taken in the account;

In practice, the force was calculated that is required to compress 1 cm. of the hoses. The top cascade, without taking into account the pressure is 15 kgf. the lower is 111 kgf. The upper cascade, taking into account the pressure is 20 kgf. the lower is 121 kgf.

The toughness of the force and movement.

The top cascade:

$$C_0 = 150/0,012 = 12500 \text{ (N/m)}$$

$$C_1 = 200/0,012 = 16667 \text{ (N/m)}$$

$$C_{\Sigma} = 12500+16667 = 29167 \text{ (N/m)}$$

$$C_{\Sigma 5} = 29167*5 = 145835 \text{ (N/m)}$$

The lower cascade:

$$C_0 = 1088/0,016 = 68000 \text{ (N/m)}$$

$$C_1 = 1187/0,016 = 74187 \text{ (N/m)}$$

$$C_{\Sigma} = 68000+74187 = 142187 \text{ (N/m)}$$

$$C_{\Sigma 7} = 142187*7 = 995312 \text{ (N/m)}$$

3.3.3. Necessary overlap length

$$L = (F_{\text{pulse}} + M_c)/F_{\text{preload}} = (11760+1520)/343 = 39 \approx 0,4 \text{ (m)}$$

$$L_{\text{u.stage}} = 0,4 \text{ (m)} \approx 5 \text{ hoses with the overlap area } 0,04 \times 0,02 \text{ (m)}$$

$$L = (F_{\text{нмп}} + M_{\phi})/F_{\text{preload}} = (1520+76685)/1186 = 66 \approx 0,7 \text{ (m)}$$

$$L_{\text{L.stage}} = 0,7 \text{ (m)} \approx 7 \text{ hoses with the overlap area } 0,05 \times 0,025 \text{ (m)}$$

3.3.4. The viscous friction in the needle valve

The diameter of the needling valve slots d_{nv} (0 ... 0,004 m)

The overlap area of the top cascade $S_o = 0,008 \text{ (m}^2\text{)}$

$$\alpha_{\text{дп}} = \left(\frac{S_{\Pi}}{\mu \cdot f_{nv}} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{2}$$

Where

S_o - the overlap area;

$\mu = 0.65$ - liquid flow rate through a sharp edged the opening of the needling valve;

f_{nv} – the needling valve slot area;

$\rho = 0,85$ – the density of the liquid

$$f_{\text{дп}} = \pi \cdot r^2$$

Where r – the radius of the needling valve slot, m.

$$f_{th} = 3,14 \cdot 1,5^2 = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\alpha_{nv} = \left(\frac{0,008}{0,65 \cdot 7,1 \cdot 10^{-6}} \right)^2 \cdot \frac{0,85}{2} = 1,3 \text{ (MPa)}$$

3.4 A study of mathematical model

The scheme of the mathematical model (Fig. 2.4.1).

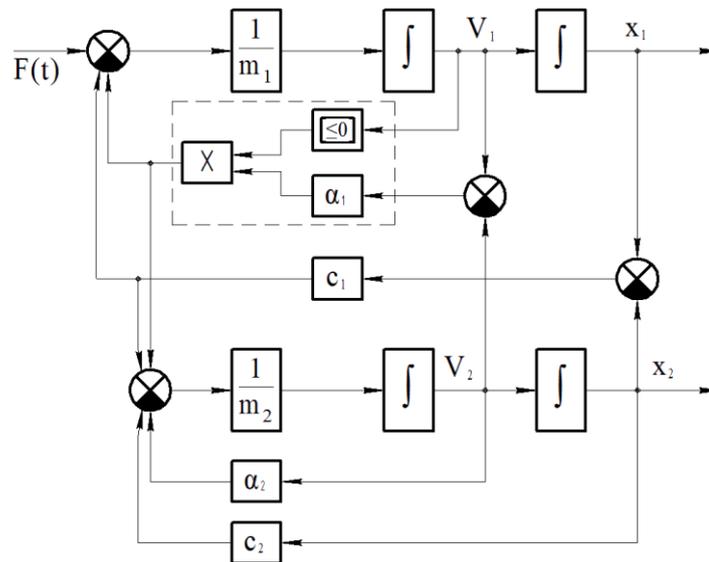


Fig. 3.4.1 The scheme of the mathematical model

Using MatLab software chart the calculated block scheme of the device (Fig. 3.4.2) and analyze the resulting charts (fig 3.4.3, fig 3.4.4).

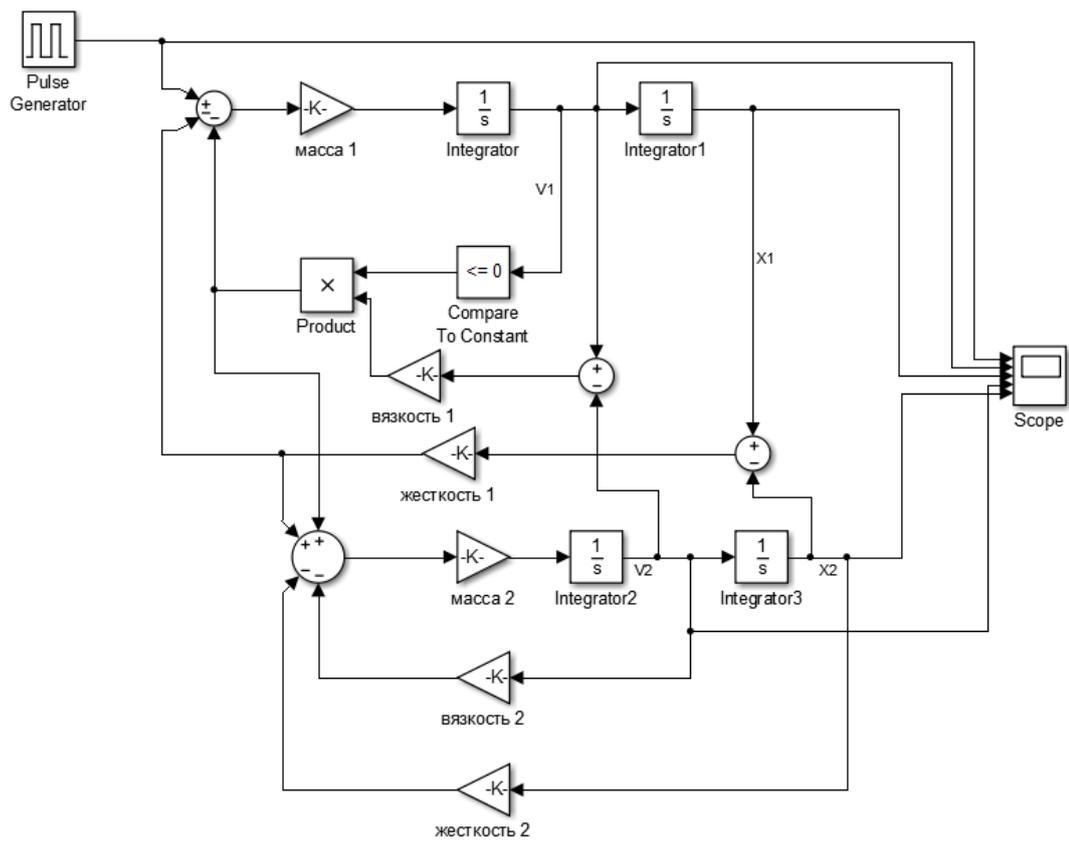


Fig. 3.4.2 The block scheme of the device

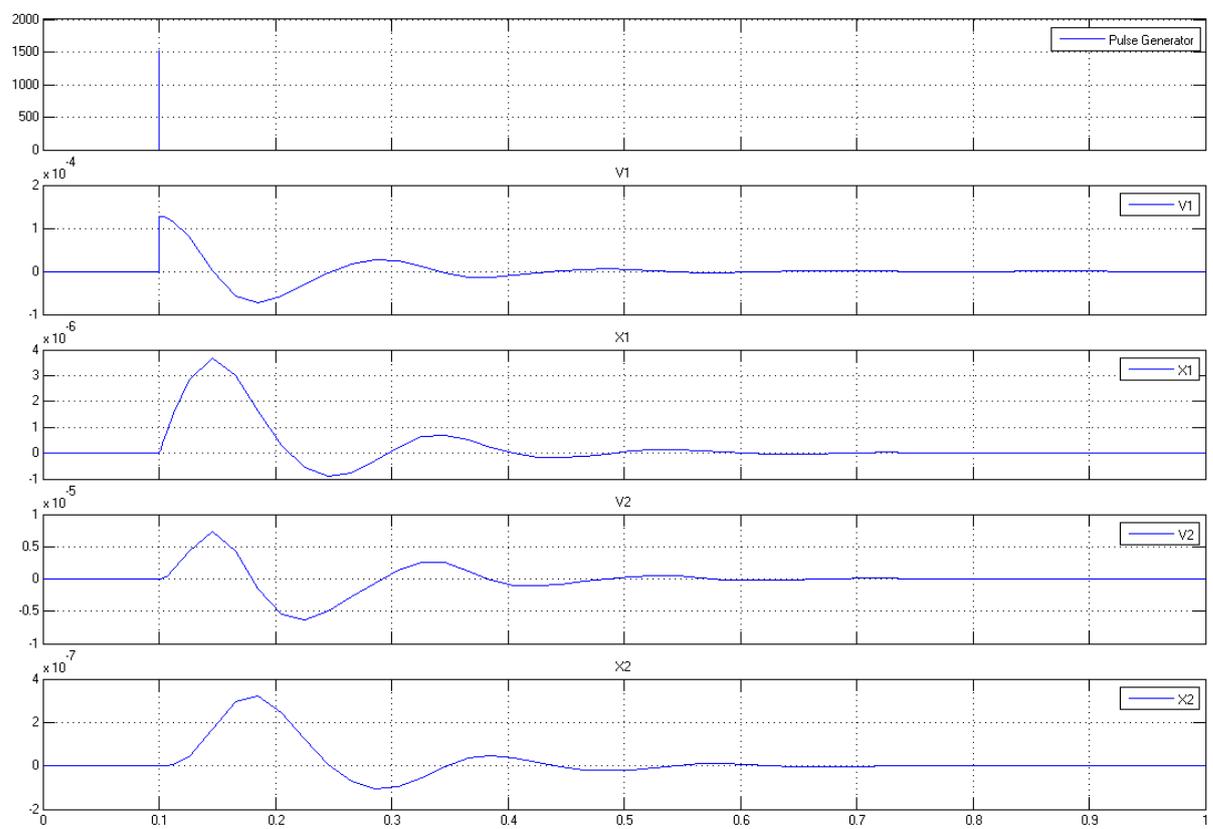


Fig. 3.4.3 System restore under the acting pulse.

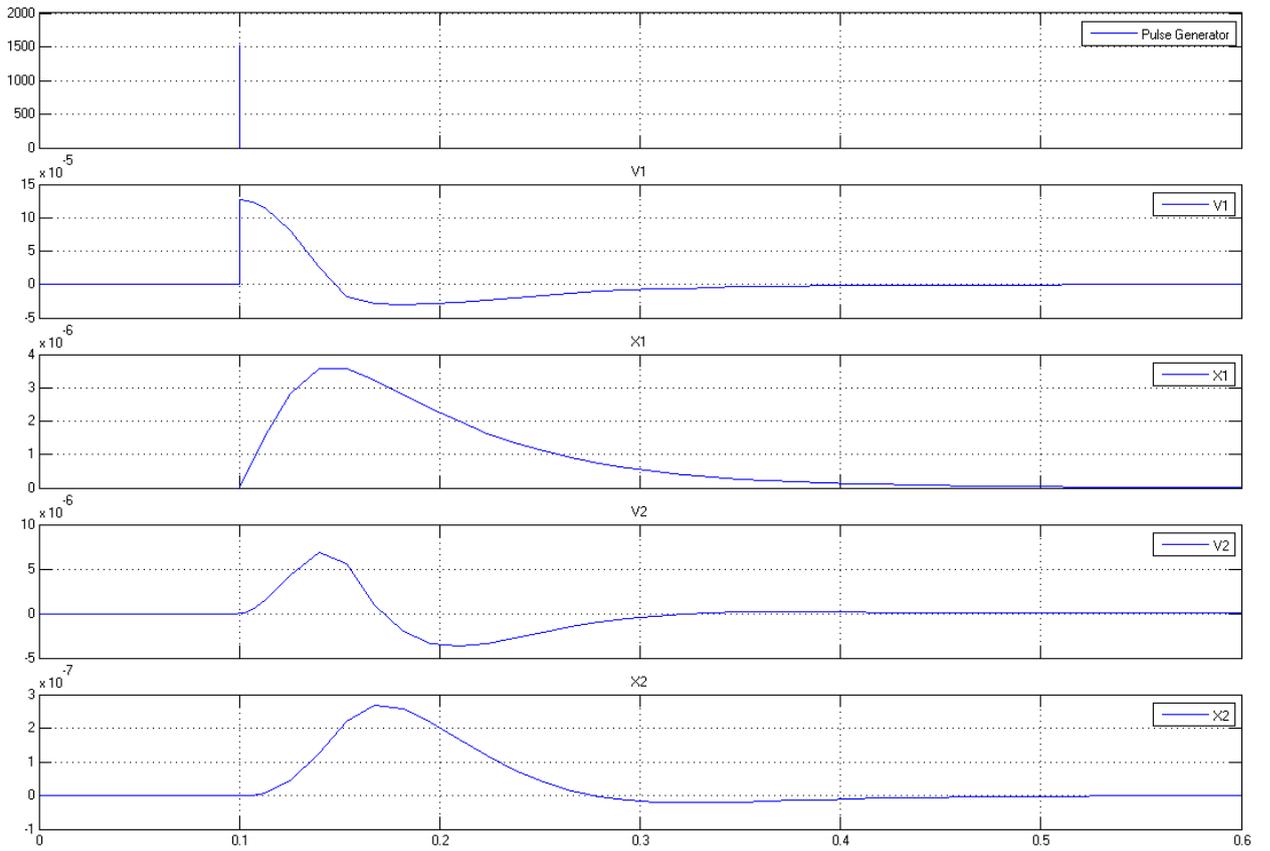


Fig. 3.4.4 System restore when adjusting the needling valve slot

The graphs (fig. 3.4.3 and rig. 3.4.4) show that changing the area of needling valve slot, changes the system restore time to its original state of rest.