

ОТЗЫВ

официального оппонента Шайдакова Владимира Владимировича, доктора технических наук на диссертацию Найгерт Катарины Валерьевны на тему «ОСНОВЫ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ СИСТЕМ ВИБРОЗАЩИТЫ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА» по специальности 05.02.02 «Машиноведение системы приводов и детали машин» представленную на соискание ученой степени доктора технических наук

Актуальность темы исследования

В работе рассматривается научная проблема повышения эффективности вибрационной защиты объектов. Данная проблема является общепризнанной, перманентной и в ближайшем будущем не предвидится ее окончательного решения. Проблема неэффективности вибрационной защиты, прежде всего, связано с наличием эффектов инерционного характера у подвижных исполнительных элементов, которые в значительной степени снижают динамику рабочего процесса, а реализация конструкций обеспечивающих их адаптивность технологично сложна и требует больших материальных ресурсов.

Найгерт К.В. разработала методологию проектирования магнитоэологических систем виброзащиты комбинированного типа, новый подход формирования управляющего воздействия в магнитоэологических системах комбинированного типа и инструментальные средства расчета их рабочих процессов в виде комплекса программ.

Следовательно, актуальность темы исследования не вызывает сомнений.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационное исследование посвящено разработке основ теории и методологии проектирования магнитоэологических систем вибрационной защиты. Анализ содержания диссертации и публикаций автора

свидетельствует о том, что основой развития теории и методологии проектирования является новый подход формирования управляющего воздействия комбинированного типа, сочетающего в себе магнитогидродинамические, магнитоакустические и реологические эффекты, генерируемые в магнитореологической среде во внешних динамических электромагнитных полях.

Сама возможность создания данных эффектов в магнитных жидкостях подтверждается рядом фундаментальных работ ссылки, на которые приведены в диссертации.

Основой математических моделей являются модифицированные уравнения гидродинамики и электродинамики. Дополнительно используются методы вычислительной математики, теории вероятностей и математической статистики. Численные модели и программы расчета преимущественно основаны на применении метода Рунге-Кутты, модели Кирхгофа, уравнений Максвелла, Навье-Стокса и Розенцвейга-Нойрингера сочетание, которых позволяет решать сложные многокритериальные задачи. Это сопряжено с усложнением численных моделей и связано с введением ограничений и допущений, каждое из которых следует обосновывать.

Автор выделяет в качестве базовых моделей следующие численные модели:

- математическую модель, описывающую рабочие процессы магнитореологических систем вибрационной защиты комбинированного типа на основе, которой созданы инженерные и научно-обоснованные методы проектирования и расчета.

- математическую модель и алгоритм расчета, позволяющие произвести расчет и настройку охлаждающего элемента в соответствии с требуемым значением градиента магнитной восприимчивости и комплексной магнитной проницаемости рабочей среды и рационализацию их значений с учетом требуемых динамических характеристик магнитореологической системы комбинированного типа.

Первая модель сводится к совместному решению уравнений магнитодинамики и гидродинамики. Во второй модели уравнения магнитодинамики и гидродинамики дополнены уравнениями термодинамики.

Численное решение описанных математических моделей можно выполнить при помощи распространенных пакетов прикладных программ, хотя автор отдает свое предпочтение моделированию в пакете прикладных программ MATLAB.

Наибольшее внимание Катарина Валерьевна уделяет поиску численных зависимостей, способных наиболее полноценно связать между собой различные части сложных многокритериальных задач, что позволит существенно повысить точность и достоверность получаемых результатов. Разработанные математические модели электродинамической части учитывают геометрию управляющих электромагнитных полей, их динамические характеристики и градиент распределения магнитных свойств в объеме рабочей среды. Гидродинамическая часть модели способна оценивать изменения вязкостных характеристик во внешних электромагнитных полях и приобретение неньютоновских свойств магнитореологической жидкостью. Термодинамическая часть описывает эффекты термомагнитной конвекции, термоэлектрические эффекты в полупроводниках и теплопроводность рабочих и охлаждающих сред.

Предложены варианты алгоритмов формирования управляющего сигнала в разработанных оригинальных конструкциях магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа. Также предложена аппаратная реализация алгоритмов формирования сигналов управления и коррекции.

В работе рассматриваются два типа адаптивных систем виброзащиты комбинированного типа:

- магнитореологическая система виброзащиты, формирующая неоднородные распределенные диссипативно-жесткостные характеристики рабочей камеры.

– феррожидкостное устройство активной виброзащиты, использующие в качестве осциллятора объем рабочей среды.

Приведены оригинальные запатентованные конструкции регулирующих аппаратов привода магнитореологической системы виброзащиты.

В заключительной главе представлены подходы совершенствования ответственных элементов и приводов магнитореологических и феррожидкостных систем виброзащиты комбинированного типа:

– методология проектирования и расчета охлаждающих контуров магнитореологических и феррожидкостных систем виброзащиты комбинированного типа.

– методология проектирования и расчета корпусов магнитореологических и феррожидкостных систем виброзащиты комбинированного типа.

В целом, диссертация представляет собой законченное научное исследование.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание.

Степень обоснованности, достоверность и новизна выносимых на защиту научных положений

Научная новизна диссертационной работы выражается в 6 пунктах, которые соответствует областям исследований паспорта научной специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Научная новизна обусловлена созданием новых подходов, методов и представлением научных обоснований.

Пункт 1 научной новизны основан на предложении нового научного подхода формирования управляющего воздействия комбинированного типа, позволяющего совершенствовать рабочие процессы магнитореологических систем вибрационной защиты. В основу управляющего сигнала

магнитореологических аппаратов комбинированного типа ложатся оптимально подобранные комбинации магнитогидродинамических, акустических и реологических эффектов. Базируясь на предложенном подходе, создана методология повышения эффективности и надежности приводных систем.

Пункт 2 научной новизны содержит научно обоснование преимуществ, предложенных конструкций блоков электромагнитного управления генерирующих динамические управляющие поля сложной пространственной геометрии, способных реализовывать формирования управляющего воздействия комбинированного типа. Приводятся критерии способные повысить и оптимизировать параметры рабочего процесса магнитореологических систем вибрационной защиты, применяющих динамические управляющие электромагнитные поля сложной пространственной геометрии.

Пункт 3 научной новизны связан с созданием методов проектирования и расчета магнитореологических и феррожидкостных систем активной виброзащиты, которые бы могли в полной мере учитывать особенности рабочего процесса систем виброзащиты комбинированного типа, а именно особенности рабочего процесса при совместном применении феррожидкостного осциллятора, вязкоупругого демпфирования и регулирующих магнитореологических аппаратов комбинированного типа. В ходе аналитической разработки численных моделей, которые легли в основу методов проектирования, установлены характерные закономерности рабочего процесса адаптивных систем виброзащиты комбинированного типа, позволяющие определить критерии рационализации соотношения их параметров.

Пункт 4 научной новизны посвящен установлению закономерности повышения эффективности работы феррожидкостной камеры при совместной ее эксплуатации с феррожидкостными регулируемыми

элементами немагнитного управляющего контура. Закономерности получили численное описание, реализованное в виде фрагмента программного кода.

Пункт 5 научной новизны связан с созданием методов проектирования и расчета магнитореологических систем активной виброзащиты, способных учитывать особенностей рабочего процесса магнитореологических камер с неоднородно распределенными диссипативно-жесткостными свойствами, что позволило численно описать процессы демпфирования за счет генерирования магнитоакустических эффектов и впервые выявить закономерности, определяющие допустимый градиент распределения диссипативно-жесткостных характеристик в неоднородных магнитореологических камерах.

Пункт 6 научной новизны связан с разработкой методики расчета и настройки жидкостного охладительного контура, с целью повышения стабильности рабочих процессов и надежности магнитореологических систем виброзащиты. В качестве основных критериев рационализации рабочего процесса использованы значения градиента магнитной восприимчивости рабочей среды, комплексной магнитной проницаемости рабочей среды с учетом требуемых динамических характеристик магнитореологической системы виброзащиты комбинированного типа.

В целом, новизна выносимых на защиту положений не вызывает сомнений.

Степень обоснованности, достоверность и новизна выводов и рекомендаций

Общие выводы и рекомендации по результатам работы включают 6 пунктов. Выводы получены на основе разработанных автором математических моделей и проведенных автором вычислительных и натурных экспериментов, поэтому их новизна не вызывает сомнений.

Вывод 1 свидетельствует о достижении более высокой эффективности адаптивных систем виброзащиты за счет формирования управляющего воздействия комбинированного типа и улучшении динамических характеристик, повышении скорости отработки сигнала до нескольких

миллисекунд и росте глубины регулирования, допуская точность перемещения плунжера до 1 нм. Данный рост эффективности был реализован посредством применения дифференциальных электромагнитных блоков управления, способных генерировать управляющие электромагнитные поля сложной конфигурации и являющихся базовым элементом запатентованных конструкций магнитореологических аппаратов комбинированного типа.

Вывод 2 свидетельствует о разработке математических моделей, на основе которых созданы методы проектирования и расчета магнитореологических приводов систем виброзащиты комбинированного типа, которые являются основополагающими при формировании методологии проектирования магнитореологических приводов систем виброзащиты комбинированного типа. Решение тестовых задач в рамках компьютерного моделирования подтвердило высокие динамические характеристики магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа.

В выводе 3 представлены выявленные в первые закономерности рабочих процессов магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа и определены критерии их рационализации.

В выводе 4 разработаны методы расчета магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа, пригодные для применения в инженерной практике и имеющие важное прикладное значение. Определены критерии рационализации процесса вязкостной диссипации механической энергии в магнитореологической рабочей камере.

Вывод 5 свидетельствует о разработке целого ряда методического и программного обеспечения.

Вывод 6 свидетельствует о существенном повышении надежности адаптивных систем виброзащиты за счет применения предложенных автором конструкторско-схемных решений.

Анализ публикаций автора по теме исследования и оценка авторского вклада

Опубликованные автором работы в полной мере отражают содержание диссертации. Соискателем было опубликовано по теме исследования 60 работ, в том числе 22 в журналах, рекомендованных ВАК, 6 в журналах, включенных в международные системы цитирования, 3 главы в коллективных монографиях РАН, 9 патентов, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Представленные в диссертационной работе исследования проводились в рамках совместной работы Южно-Уральского государственного университета и Уфимского государственного авиационного технического университета.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации не вполне подробно представлено описание программной реализации численных моделей.
2. Не вполне ясно, почему автор выбрал данный вариант записи уравнения для формы колебаний трубопровода.
3. При технической реализации разработок представлены только схемы, отсутствует описание конструктивного исполнения.
4. Разделы 6.5, 6.6 выбиваются из общего контекста диссертации, носят поверхностный характер и во многом спорны.
5. По тексту диссертации есть ряд ошибок и неточностей, например стр.28, 296.

Отмеченные замечания не снижают существенной научной значимости диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней

Представленная к защите Катариной Валерьевной диссертационная работа имеет высокий научный и технический уровень, соответствует

заявленной специальности и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой предложено решение научной проблемы разработки новых конструктивных решений адаптивных систем виброзащиты, автоматизации и систематизации методов их инженерных расчетов, созданию рациональных алгоритмов их управления, способных оптимизировать рабочие процессы, повысить надёжность и увеличить эффективность трансформации энергии механических колебаний.

Считаю, что работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Найгерт Катарина Валерьевна заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Заместитель директора ООО «Инжиниринговая компания «ИНКОМП-нефть», д.т.н.

Шайдаков В.В.

03.06.2020

Подпись Шайдакова В.В. подтверждаю начальник отдела кадров

Макарова К.В.



03.06.2020