

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.298.09, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.06.2020 № 4

О присуждении Найгерт Катарине Валерьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Основы теории и методология проектирования магнитореологических приводов систем виброзащиты комбинированного типа» по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин» принята к защите 18.12.2019 г., протокол № 19 диссертационным советом Д 212.298.09, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, проспект В.И. Ленина, д. 76, приказ о создании – № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Найгерт Катарина Валерьевна 1985 года рождения, в 2012 г. окончила ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», получив квалификацию инженер, по специальности – Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Моделирование и расчет рабочих процессов магнитореологического дросселя» защитила в 2016 году в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет».

В период подготовки докторской диссертации соискатель Найгерт Катарина Валерьевна с 01.10.2017 по 30.09.2020 годы обучалась в очной докторантуре на кафедре «Автомобильный транспорт» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

С сентября 2019 года Катарина Валерьевна является ассистентом кафедры «Автомобильный транспорт» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Автомобильный транспорт» ФГАОУ ВО «Южно-Уральского государственного университета (НИУ)» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Целищев Владимир Александрович ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», заведующий кафедрой прикладной гидромеханики.

Официальные оппоненты:

1. Ломакин Владимир Олегович, доктор технических наук, профессор кафедры Э-10 «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика», ФГБОУ ВО «МГТУ имени Н.Э. Баумана (НИУ)», г. Москва;

2. Шайдаков Владимир Владимирович, доктор технических наук, заместитель директора, ООО «Инжиниринговая компания «Инкомп-Нефть», г. Уфа;

3. Сызранцев Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Машины и оборудования нефтяной и газовой промышленности», ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, в своем положительном отзыве, подписанном Макарьянцем Георгием Михайловичем, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры автоматических систем энергетических установок и утвержденным Прокофьевым Андреем Брониславовичем, доктором технических наук, первым проректором, указала, что Найгерт Катарина Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 60 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 60 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 22 работы, 6 в журналах, включенных в международные цитатно-аналитические базы данных и системы цитирования, 3 главы в коллективных монографиях РАН, 9 патентов, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Редников С.Н., Найгерт К.В. Математическое описание теплогидравлических и химических свойств рабочих жидкостей гидроприводов высокого давления // Известия Самарского научного центра российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 4(2) – С. 571–574.

2. Редников С.Н., Найгерт К.В. Зависимость внутренней энергии однокомпонентной углеводородной системы от размера частиц при снятии вязкостной характеристики в ротационном вискозиметре высокого давления // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2014. – № 36. – С. 143–154.

3. Редников С.Н., Найгерт К.В. Фазовые переходы в системах углеводородов при давлениях свыше 150 МПа // Известия Самарского научного центра российской академии наук. – 2014. — Т. 16. – № 1(2) – С. 515–517.

4. Найгерт К.В., Редников С.Н. Автоматизация рабочего процесса магнитореологического дрос-селирующего устройства // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 23–32.

5. Найгерт К.В., Редников С.Н. Технологии управления расходными характеристиками потока посредством изменения реологических свойств рабочих сред // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2016. – Т. 16 – № 2. – С. 52–60.

6. Найгерт К.В., Редников С.Н., Япарова Н.М. Процессы полимеризации

рабочей среды в зазорах золотниковых пар // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2016. – № 46. – С. 172–190.

7. Найгерт К.В., Редников С.Н., Прокудина Л.А. Методика расчета адсорбционных процессов в малых зазорах проточной части приводов высокого давления // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2017. – Т. 17. – № 1. – С. 21–32.

8. Найгерт К.В., Целищев В.А. Численное описание неньютоновских эффектов в рабочих средах магнитореологических приводных систем высокого давления комбинированного типа управления // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2018. – № 53. – С. 30–42.

9. Найгерт К.В., Редников С.Н., Прокудина Л.А. Предсказание релаксационных эффектов в рабочих средах углеводородного состава при высоких давлениях // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 24–33.

10. Найгерт К.В., Целищев В.А. Влияние внешних электромагнитных полей на значение градиента скорости сдвига слоев магнитореологической рабочей среды // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – Т. 18. – № 2. – С. 15–22.

11. Найгерт К.В., Целищев В.А. Конструктивное исполнение высокоэффективных систем терморегулирования гидравлических и магнитореологических приводов мобильных машин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – Т. 18. – № 3. – С. 39–48.

12. Найгерт К.В., Целищев В.А. О быстродействии электромагнитных блоков управления магнитореологических систем нового поколения // Вестник УГАТУ. Серия «Электротехника». – 2018. – Т. 22. – № 4(82). – С. 109–118.

13. Найгерт К.В., Целищев В.А. Разработка корпуса магнитореологических устройств из композитных материалов // Вестник УГАТУ. Серия «Машиностроение и Машиноведение». – 2018. – Т. 22. – № 4(82). – С. 19–29.

14. Найгерт К.В., Целищев В.А. Особенности расчета рабочих параметров гибридных гидравлических систем с магнитожидкостными управляющими элементами // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 38–47.

15. Найгерт К.В., Целищев В.А. Реологические системы демпфирования, применяющие комбинированные и ротационные магнитореологические технологии // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 26–36.

16. Найгерт К.В., Целищев В.А. Конструктивные особенности систем демпфирования и виброгашения, базирующихся на принципе неоднородного распределения диссипативно-жесткостных свойств рабочей среды // Вестник ПНИПУ. Серия «Машиностроение, материаловедение». – 2019. – Т. 21. – № 2. – С. 40–46.

17. Найгерт К.В., Целищев В.А. Расчет и проектирование магнитореологических камер гидравлического оборудования / Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2019. – Т. 19, № 2. С. 55–65.

18. Найгерт К.В., Целищев В.А. Оценка температурных факторов, влияющих на рабочие процессы магнитореологических систем нового поколения // Вестник ПНИПУ. Серия. Машиностроение, материаловедение. – 2019. – Т. 2. – № 3. – С. 93–99.

19. Найгерт К.В., Целищев В.А. Параметрическая оптимизация рабочих процессов магнитореологических приводных систем // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2019. Т. – 19, № 4. С. 39–49.

Работы, опубликованные в журналах, включенных в международные цитатно-аналитические базы данных и системы цитирования (SCOPUS и Web of Sciences):

20. Naigert K.V., Tselishev V.A. (2019) Hardware Implementation of Automatic Control System for New Generation Magnetorheological Supports. Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp. 2219–2228

21. Naigert K.V., Tselishev V.A. (2019) New Generation Magnetorheological, Magnetodynamic, and Ferrofluid Control Devices with Nonstationary Electromagnetic Fields. Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp. 1375–1384

22. Naigert K.V., Tselishev V.A. (2019) Development of Control Units of Magnetorheological Drives. 2019 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). 19128572, pp. 1–6. DOI: 10.1109/URALCON.2019.8877635

23. Naigert K.V., Tselishev V.A. (2019) Modeling of Thermoelectric Elements in Cooling Circuits of Drive Systems. 2019 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). 19080092, pp. 1–6. DOI: 10.1109/URALCON.2019.8877671

24. Naigert K.V., Tselishev V.A. Design and calculation method of composite housings for new generation magnetorheological devices. Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Volume II. Springer, Cham, pp. 1295–1303.

25. Naigert K.V., Tselishev V.A. Methodology and constructive implementation of active vibration protection of large scale structures. Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Volume II. Springer, Cham, pp. 1305–1313.

Монографии:

26. С.Н. Редников, К.В. Найгерт и др. / Монография «Наука и технологии» // Глава 9. Реологические аномалии в магнитореологических системах высокого давления // Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий – Москва: РАН, 2014 г. – 236 с.

27. К.В. Найгерт, В.А. Целищев и др. / Монография «Итоги науки. Выпуск 35» // Глава 3. Физические основы проектирования магнитореологических систем нового поколения // Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий – Москва: РАН, 2018 г. – 90 с.

28. К.В. Найгерт, В.А. Целищев и др. / Монография «Итоги науки. Выпуск 37» // Глава 2. Термоэффекты и новые устройства охлаждения в магнитореологических приводных системах // Избранные труды Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки – Москва: РАН, 2018 г. – 151 с.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов, в том числе 3 отзыва от оппонентов, 1 отзыв от ведущей организации, 8 отзывов поступило на автореферат согласно списку рассылки. Все отзывы положительные.

Замечания, отмеченные в отзывах:

1) *Официальный оппонент Ломакин Владимир Олегович. Замечания:*

1. Следовало бы провести сравнительную оценку стоимости реализации предлагаемых автором конструкторско-схемных решений с имеющимися гидравлическими системами виброзащиты.

2. Автор не привел анализ, какой вклад в повышение надежности вносят конструкционные материалы, применяемые для разработанных магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа.

2) *Официальный оппонент Шайдаков Владимир Владимирович. Замечания:*

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.

3) *Официальный оппонент Сызранцев Владимир Николаевич. Замечания:*

1. Из текста диссертации не ясно как установлены предельные значения вязкости магнитореологической среды в рабочих камерах адаптивных систем вибрационной защиты, после достижения которых целесообразно переходить на комбинированный способ формирования регулирующего воздействия.

2. В тексте диссертации описание программной реализации алгоритмов управления магнитореологическими устройствами комбинированного типа, учитывая их практическую значимость, по нашему мнению, следовало изложить более подробно.

3. Критерии дальнейшей оптимизации рабочих процессов предлагаемых магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа следовало обосновать более подробно.

4. На рис. 1.14, 1.15, а также 4.14 следовало обозначить основные элементы конструкций. На рис. 2.11 отсутствует обозначение линий для различных значений вязкости рабочей среды.

5. На многих рисунках (рис.2.11, 2.13, 5.9, 6,16, 6.21, 6.22, 6.27) показаны экспериментальные точки, однако в тексте не описывается, каким образом эти данные получены.

4) *Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». Замечания:*

По оформлению работы имеются следующие замечания

1. На рисунках 1.14-1.16, а также 4.14 диссертации отсутствует обозначение основных элементов рассматриваемых конструкций магнитореологической и рессорно-реологической камеры, что затрудняет понимание принципов их работы и особенностей, происходящих в них процессов.

2. В диссертации на стр. 92 в первом абзаце пропущен номер ссылки на

источник.

3. Размерность единиц измерений многих рассматриваемых величин не указаны в системе СИ.
4. На графике рисунка 3.1 диссертации и рисунка 12 автореферата не указана единица измерения величины D , хотя как следует из текста, указанная величина имеет размерность энергии в единицу времени на единицу объема.
5. Единицы измерения на многих графиках (например, рис. 3.5 стр. 134 и рис. 4.16 стр. 172 диссертации) указаны латиницей, хотя уместнее было бы привести русское написание.
6. В названии рисунка 5.18, стр. 208 указано "Статическая характеристика", хотя приведён график зависимости от времени.
7. Автореферат напечатан объемом 2,4 п.л, однако в положении о присуждении учёных степеней п. 25: по диссертациям, принятым к защите, должен быть напечатан автореферат объемом до 2 авторских листов для диссертаций на соискание учёной степени доктора наук.
8. Диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть научно квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, либо решена научная проблема, имеющая важное политическое, социально экономическое, культурное или хозяйственное значение, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Однако в заключении в явном виде это не отмечено.

По существу, можно сделать следующие замечания

9. Величина времени срабатывания электромагнитов равная 0,05-0,15 с указана как приемлемая (стр. 188). Однако, в работе не представлен диапазон частот и амплитуд колебаний, на борьбу с которыми направлены разрабатываемые устройства, что не позволяет оценить приемлемость указанного времени срабатывания.
10. Не до конца ясна область возможного применения предлагаемых магнитореологических и феррожидкостных систем виброзащиты, кроме рассмотренного случая виброзащиты трубопроводной системы.
11. Не указано, каковы принципы задания граничных условий численной модели, описывающей процесс виброзащиты иных объектов (не трубопроводных систем).
12. Из работы не совсем ясно, почему упор сделан именно на виброзащиту трубопроводных систем, а не выбран более широкий круг объектов виброзащиты.
13. В работе не дан анализ функционально близких методов управления рабочими процессами магнитореологических систем, например, систем, работающих на электрореологических эффектах.

5) *Замечания на автореферат и диссертацию от профессора Высшей школы «Энергетическое машиностроение» института Энергетики Санкт-*

Петербургского политехнического университета, доктора технических наук, Жарковского Александра Аркадьевича. Замечания:

1. В тексте недостаточно полно даны пояснения к обобщенным методам проектирования и расчета, представленным на рисунках 14, 15, 18.

6) *Замечания на автореферат от профессора кафедры «Эксплуатация и сервис транспортнотехнологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» доктора технических наук Кузнецовой Виктории Николаевны.*

Замечания:

1. К сожалению, в автореферате не приведена схема обобщенного метода прогнозирования эффективности процесса диссипации механической энергии комбинированного типа, позволяющего осуществить оценку вклада отдельных составляющих в регулирование магнитореологических и феррожидкостных систем (стр. 18 - 20).

2. Осталось неясным, в чем заключается теоретическая значимость проведенных автором исследований?

7) *Замечания на автореферат от доктора технических наук, профессора, профессора кафедры реактивных двигателей и энергетических установок (РДиЭУ) Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ) Мингазова Билала Галавтдиновича и кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры (РДиЭУ) (КНИТУ-КАИ) Харчука Сергея Ивановича. Замечания:*

1. Из автореферата не ясно, какое минимальное смещение объекта демпфирования может обеспечить разработанная магнитореологическая система виброзащиты комбинированного типа.

8) *Замечания на автореферат от заведующего кафедрой «Мехатроника и гидроневмоавтоматика» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» доктора технических наук, профессора Шошиашвили Михаила Элгуджевича. Замечания:*

1. Из автореферата не ясно, насколько универсальны и адекватны разработанные методы при их адаптации к другим типам магнитореологических приводов систем виброзащиты.

9) *Замечания на автореферат от профессора кафедры Ракетно-космической техники и энергетических систем, заведующего научно-исследовательской лабораторией виброакустического контроля и диагностики ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» доктора технических наук, профессора Сальникова Алексея Федоровича. Замечания:*

1. На стр. 11, 12 приведены уравнения гидродинамики и магнитного поля МР/ФЖ в регулирующих аппаратах и результаты на рисунках 1, 2 и 3. Однако из текста автореферата абсолютно это не следует, поскольку нет ни начальных ни граничных условий, которые дают эти результаты. Есть утверждение, что что то улучшается, то тогда вопрос, а на сколько и за счет чего?

2. Когда рассматривается вопрос гашения ударной волны в трубопроводе на опорах, то возникает вопрос, на сколько он эффективней

самостабилизаторов давления, устанавливаемого непосредственно в трубопровод (разработка «Техпромарма», E-mail tra@tehpromarma.ru). Кроме того, из материалов автореферата не понятно, как решаются вопросы снижения уровня продольных вибраций, изгибных в двух плоскостях и крутильных вибраций трубы между опорами.

3. Автоколебательный процесс любого механизма, энергетической установки это баланс энергий устройства возбуждения колебаний и диссипации. А вот частотная характеристика данного процесса это симбиоз собственных и вынужденных частот вибрационного поля изделия. В этом случае для ВЗ должны быть определены эти диапазоны. Из материалов автореферата не ясно, как ведет себя активная ВЗ в этом диапазоне и уровень снижения вибраций по каждому частотному проявлению как частотах возбуждения колебаний, так и на собственных частотах элементной базы не только изделия, но и самой элементной базы ВЗ.
4. На рисунке 20 приведена схема МР/МЖ устройства, однако для каждого измерительного элемента, тракта имеются определенные диапазоны ошибки как в частотной области, так и температурном диапазоне измерения. В автореферате нет даже упоминания об этом. Поскольку фактическая частота и амплитуда элемента, полученные при измерении могут не совпадать и это может приводить к существенной ошибке адаптивного регулирования в элементной базе ВЗ.
5. В автореферате имеется применение сокращений, что затрудняет понимание излагаемого материала.
6. В автореферате не представлены результаты расчета надежности предлагаемых систем и их сопоставления с аналогами.

10) *Замечания на автореферат от профессора кафедры «Системы приводов», доктора технических наук, профессора ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» Сидоренко Валентина Сергеевича. Замечания:*

1. Не хватает результатов, полученных при промышленной эксплуатации разработанных конструкторско-схемных решений.
2. Научный интерес представляли бы результаты работы магнитореологических приводов систем виброзащиты комбинированного типа с рабочими жидкостями различного состава.

11) *Замечания на автореферат от начальника сектора разработки фильтров и агрегатов ОКБ АО «УАП «Гидравлика», кандидата технических наук Гарипова Артура Альбертовича и главного конструктора ОКБ АО «УАП «Гидравлика» Тука Дмитрия Евгеньевича. Замечания:*

1. Не приведено детальное сравнение динамики магнитореологических систем виброзащиты с их ближайшими аналогами.
2. Нет численного примера экономической эффективности внедрения предлагаемой магнитореологической системы виброзащиты.

12) *Замечания на автореферат от заведующего кафедрой Гидромеханики и гидравлических машин НИУ «МЭИ», д.т.н. Волкова Александра Викторовича. Замечания:*

1. В автореферате отсутствует сравнение магнитореологических систем

активной виброзащиты с аналогами.

2. Не совсем понятны критерии оптимизации динамики дифференциальных электромагнитных блоков управления.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований по теме диссертационной работы и соответствует требованиям постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 30.07.2014) «О порядке присуждения ученых степеней». Выбранные оппоненты и ведущая организация являются признанными специалистами и компетентны в области исследования, выполненного соискателем, а также имеют публикации в соответствующем направлении. Работы оппонентов и ведущей организации, представленные в информационной справке, опубликованы в рецензируемых изданиях за последние 5 лет с 2015 по 2020 гг., что свидетельствует об актуальности и новизне выполненных научно-исследовательских работ, а также об их осведомленности в современных тенденциях развития в области исследования магнитореологических приводов и систем виброзащиты.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- математическая модель, описывающая рабочие процессы магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа, на основе которой созданы инженерные научно-обоснованные методы проектирования и расчета;

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

- реализованные в программном коде методы проектирования и расчета магнитореологических и феррожидкостных систем активной виброзащиты, учитывающие особенности рабочего процесса при совместном применении феррожидкостного осциллятора, вязкоупругого демпфирования и регулирующих магнитореологических и магнитодинамических аппаратов комбинированного типа;

- методы проектирования и расчета адаптивных магнитореологических систем виброзащиты, учитывающие особенности рабочего процесса магнитореологических камер с неоднородно распределенными диссипативными свойствами, реализованные в программном коде.

- алгоритм управления феррожидкостных регулирующих элементов гибридных гидравлических аппаратов, учитывающий особенности рационализации динамических характеристик устройств, обладающих комбинацией феррожидкостных камер и феррожидкостных регулирующих элементов;

предложены:

- новый подход в области совершенствования процессов виброзащиты и виброизоляции в магнитореологических и феррожидкостных аппаратах и рабочих процессах, отличающийся применением комбинации различных гидродинамических (линейных и вихревых), акустических и реологических эффектов;

– методологические основы повышения эффективности и надежности приводных систем виброзащиты, в основе которых лежат комбинированные способы виброизоляции;

– методы проектирования и расчета магнитореологических и феррожидкостных систем активной виброзащиты и регулируемой виброизоляции, учитывающие особенности рабочего процесса при совместном применении феррожидкостного осциллятора, вязкоупругого демпфирования и регулирующих магнитореологических и магнитодинамических аппаратов комбинированного типа;

– методы проектирования и расчета адаптивных магнитореологических систем виброзащиты с учетом особенностей рабочего процесса магнитореологических камер с неоднородно распределенными диссипативно-жесткостными свойствами;

– методика расчета и настройки жидкостного охладительного контура, позволяющая оптимизировать процесс термостатирования с позиций стабильности рабочих процессов и способствовать повышению надежности магнитореологических систем виброзащиты за счет рационализации значений градиента магнитной восприимчивости рабочей среды и комплексной магнитной проницаемости рабочей среды;

доказаны и научно-обоснованы:

преимущества применения дифференциальных блоков электромагнитного управления в конструкциях аппаратов магнитореологических систем виброзащиты;

введены новые термины, характеризующие рабочие процессы магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана целесообразность учета неоднородности распределения профиля вязкости по объему магнитореологической среды для оптимизации диссипативных свойств в рабочей камере по градиенту вязкости и рационализации значений гидравлических потерь давления в системе спиральных каналов;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы:

– комплексный подход к оценке особенностей рабочего процесса, характеризующегося синергией различных физических эффектов в жидких средах;

– алгоритм формирования многокритериальных сигналов управления;

изложены методы проектирования рабочих процессов систем виброзащиты комбинированного типа с учетом рационализации соотношения управляющих воздействий;

раскрыты способы обеспечения стабильности рабочих характеристик магнитореологических систем виброзащиты;

проведена модернизация и адаптация фундаментальных магнитоакустических и магнитогидродинамических моделей применительно к рабочим процессам магнитореологических системах виброзащиты для оценки влияния управляющих воздействий комбинированного типа на процессы диссипации механической энергии;

получили развитие магнитогидродинамическая и магнитоакустическая теории намагниченных сред, учитывающие не-newтоновских свойств, совокупности воздействия силовых полей различной природы и оценки тепловых эффектов

рабочего процесса;

выявлены закономерности влияния на рабочие процессы вязкостной диссипации, импульсного изменения электромагнитной составляющей давления и колебательных движений частиц магнетика в вихревых электромагнитных полях, их вклад в реализацию осцилляций в феррожидкостной опоре и критерии рационализации их соотношения;

установлены закономерности повышения эффективности отклика магнитореологической рабочей среды на процесс регулирования дифференциальным блоком электромагнитного управления;

установлены закономерности повышения эффективности работы феррожидкостной камеры при совместной ее эксплуатации с феррожидкостными регулируемыми элементами немагнитного управляющего контура;

изучены рабочие процессы магнитореологических приводов систем виброзащиты комбинированного типа.

получены закономерности, определяющие допустимый градиент распределения диссипативно-жесткостных характеристик в неоднородных магнитореологических камерах.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны методические пособия по проектированию и расчету магнитореологических приводов систем виброзащиты комбинированного типа;

разработана и научно обоснована методология повышения эффективности виброзащиты и виброизоляции путем совершенствования процессов трансформации (диссипации) механической энергии в рабочих объемах магнитореологических и феррожидкостных сред для систем комбинированного типа;

разработаны и запатентованы конструкции магнитореологических устройств комбинированного типа, **созданы и прошли** государственную регистрацию программы для ЭВМ;

разработаны конструктивно-схемные решения систем виброзащиты комбинированного типа, использующие дифференциальные блоки электромагнитного управления, которые обеспечивают создание нестационарных электромагнитных полей с требуемыми структурами и высокими динамическими характеристиками;

созданы и промышленно внедрены рекомендации по магнитореологическим системам виброзащиты и виброизоляции комбинированного типа, включающие в себя: разработку магнитореологических систем виброзащиты и виброизоляции, оценку динамики и степени диссипации механической энергии, позволяющие провести сравнительный анализ эффективности компоновок магнитореологических систем виброзащиты и виброизоляции еще на стадии проектирования;

промышленно внедрены разработанные методы проектирования и расчета созданных устройств, предложенные методы управления расходными и диссипативно-жесткостными характеристиками магнитореологических сред **и применены на предприятиях** ООО «НПП Авионика и Мехатроника» г. Челябинск, АО «УАП Гидравлика» г. Уфа и ООО «Контакт» г. Челябинск;

результаты исследования используются в учебном процессе при чтении курсов лекций для студентов технических специальностей ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» на кафедре Прикладной гидромеханики, г. Уфа и НЧОУ ВО «Технический университет УГМК» г. Верхняя Пышма на кафедре Механики и автоматизации технологических процессов и производств, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск на кафедре «Гидравлика и гидропневмосистемы»;

материалы диссертации являются составной частью проекта, выполненного в рамках научно-технических программ ЮУрГУ (НИУ), № 9.7881.2017/БЧ «Развитие теории решения нестационарных задач нелинейной динамики связанных систем упругоподатливых гидродинамических трибосопряжений».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность результатов работы подтверждается использованием поверенных и аттестованных современных средств измерения; проведением натуральных экспериментальных исследований опытных образцов разработанных устройств; **теория** построена на основе обобщения полученных ранее знаний в области гидро- и электродинамики, реологии, математической статистики и теории вероятности, экспериментальных и расчетных исследований и согласуется с опубликованными расчетными и экспериментальными данными;

идея базируется на анализе теоретических и экспериментальных исследований разных лет и обобщении опыта в исследованиях процессов, протекающих в магнитореологических рабочих жидкостях, обладающих неньютоновскими свойствами;

достоверность научных положений работы подтверждена сравнением результатов численного моделирования и экспериментальных исследований, а также верификацией по модели других авторов;

использованы современные методики обработки полученных результатов экспериментального исследования в программном пакете Matlab.

Личный вклад соискателя состоит в: формулировке нового подхода совершенствования рабочих процессов магнитореологических систем виброзащиты; **создании** методологии проектирования и расчета магнитореологических систем виброзащиты комбинированного типа; **проведении** экспериментальных и теоретических исследований; **разработке** математических моделей, алгоритмов и реализации их в программном коде; **разработке** технических и конструкторских решений. Все результаты, приведенные в диссертации, получены самим автором.

Диссертация отвечает требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020) "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней") пункта 9, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения в области систем вибрационной защиты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, и решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, изложены новые научно обоснованные технические, решения, внедрение которых внесит значительный вклад в развитие страны.

