

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 КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16.06.2021 № 13

О присуждении Ненашеву Павлу Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Снижение динамической нагруженности привода водометных движителей амфибийных машин на основе исключения резонансных режимов в механической системе» по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины» принята к защите 14.04.2021 г., протокол № 7, диссертационным советом Д 212.298.09, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, проспект В.И. Ленина, д. 76, приказ о создании диссертационного совета Д 212.298.09 № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Ненашев Павел Николаевич, 1981 года рождения, в 2007 г. окончил с отличием ГОУ ВПО «Курганский государственный университет» по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

В 2019 г. соискатель Ненашев Павел Николаевич окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет». С 07.05.2003 г. по настоящее время работает ведущим инженером-программистом в АО «Специальное конструкторское бюро машиностроения», г. Курган.

Диссертация выполнена на кафедре «Гусеничные машины и прикладная механика» ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Тараторкин Игорь Александрович, профессор кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика» ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет».

Официальные оппоненты:

1. Сарач Евгений Борисович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва;

2. Вязников Максим Валерьевич – кандидат технических наук, генеральный директор, генеральный конструктор ООО «Миконт», г. Чебоксары дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - АО «Всероссийский научно-исследовательский институт транспортного машиностроения», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном первым заместителем генерального директора, кандидатом технических наук, доцентом Куртцем Дмитрием Владимировичем и начальником лаборатории, доктором технических наук, старшим научным сотрудником Рождественским Сергеем Владимировичем, указала, что представленная к защите диссертация является завершенным научным исследованием, соответствующим требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 № 842, поскольку содержит новые научные подходы, позволяющие решить вопросы снижения динамической нагруженности приводов водометных движителей амфибийных машин и обеспечить требуемую работоспособность и долговечность. Автор диссертационной работы Ненашев П.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины».

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях – 2 работы, а также 3 в иностранных изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Ненашев П.Н.** Исследование динамической нагруженности привода водометных движителей амфибийных гусеничных машин / П.Н. Ненашев, С.В. Абдулов, В.Б. Держанский, И.А. Тараторкин, А.И. Тараторкин, А.А. Волков //

Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2020. Т. 20, № 4. С. 35-44. DOI: 10.14529/engin200404 (10с./3с.).

2. **Ненашев П.Н.** Экспериментальное исследование динамической нагруженности привода водометных движителей амфибийной гусеничной машины / П.Н. Ненашев, С.В. Абдулов, А.И. Тараторкин // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. – № (132). – С. 70-77. DOI: 10.46960/1810-210X_2021_1_70 (6с./2с.).

3. **Nenashev P.** Dynamic loading of a water jet propulsion drive of amphibious vehicles / Sergey Abdulov, Alexander Taratorkin and Pavel Nenashev // MATEC Web Conf., 224 (2018) 02042 DOI: 10.1051/mateconf/201822402042 (8с./3с.).

4. **Nenashev P.** Increase of durability of an amphibious vehicle water jet propulsion drive / P. Nenashev, S. Abdulov, A. Taratorkin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 709, Issue 2, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/709/3/033036> (8с./3с.).

5. **Nenashev P.** Estimation of adequacy of the simulation model of a water-jet propulsion drive of high-speed tracked amphibious vehicles. / P. Nenashev, S. Abdulov, A. Taratorkin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 971, Number 5, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/971/5/052077> (6с./2с.).

На диссертацию и автореферат **поступили 14 отзывов.**

Замечания, отмеченные в отзывах:

1) **Головной филиал «НПО «ВИНТ» АО «ЦС «Звездочка».** Отзыв подписан заместителем начальника расчетного отдела Демидовым Л.В., утвержден главным инженером Ионкиным А.С.:

1. Из текста автореферата не ясно, каким образом были получены и учтены структурные составляющие водометных движителей с учетом присоединенных масс воды.

2. Не приведен расчет и обоснование допускаемых напряжений в элементах ПВД.

3. Отсутствует информация по разработанной конечно-элементной модели системы «угловой редуктор - опора - корпус», а также не приведены результаты проведенного анализа напряженно-деформированного состояния.

2) **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН).** Отзыв подписан научным сотрудником лаборатории узлов трения для экстремальных условий, почетным строителем России, к.т.н.,

доцентом, Карцевым С.В., утвержден заместителем директора ИМАШ РАН по научной работе, д.т.н., профессором Ерофеевым М.Н.:

1. Из текста автореферата не ясно, каким образом в имитационной модели задается момент нагрузки, создаваемый водометным движителем?

2. По тексту автореферата есть опiski и неточности.

3) Акционерное общество «Брянский автомобильный завод». Отзыв подписан заместителем генерального директора—главным конструктором, к.т.н. Таричко В.И.:

1. Почему не было изменено передаточное число углового редуктора, приводящее к возникновению явления «биений»?

2. Каким образом учтены присоединенные массы воды при имитационном моделировании?

3. К сожалению, в тексте автореферата есть неточности и опечатки.

4) ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». Отзыв подписан к.т.н., доцентом кафедры тягачей и амфибийных машин Малаховым Д.Ю.:

1. Из текста автореферата не ясно, как учитывалась в математической модели кратность лопастной системы водомета (соотношение между числом лопастей рабочего колеса и спрямляющего аппарата) - одна из основных причин возникновения периодических колебаний в системе привода водометов, вызванная силами гидродинамической природы?

2. В тексте автореферата не указаны допущения, принятые при имитационном моделировании.

3. В блок-схеме методики проектного расчета или в комментариях к ней следовало привести полный перечень исходных данных.

5) ООО «Институт автомобильного транспорта и технических экспертиз». Отзыв подписан д.т.н., доцентом, профессором кафедры «Транспортные и технологические машины» Уральского государственного аграрного университета Баженовым Е.Е.:

1. В вводной части автореферата не определены предмет и объект исследования.

2. В автореферате не показано влияние качественных показателей среды в водометном движителе на возникновение резонансных явлений в приводе.

3. Из автореферата не ясна методология проведения исследований. Чем отличается методология от методов исследования?

6) ФГБУ 4 ЦНИИ Минобороны России. Отзыв подписан к.т.н., доцентом, начальником управления Пышным О.П., д.т.н., с.н.с. Майсаком Ю.В., с.н.с. Шигаревым З.П., к.т.н., с.н.с., секретарем Ученого совета 4 ЦНИИ МО РФ Боярским А.Г., утвержден к.т.н., с.н.с. заместителем начальника 4 ЦНИИ Минобороны России по научной работе Шкрабань В.В.:

1. В автореферате не приведены основные ограничения и допущения, принятые при разработке методического обеспечения.

2. Из материалов автореферата не ясны границы применения разработанного методического обеспечения, например, возможно ли использовать разработанное методическое обеспечение для других типов двигателей амфибийных машин и их приводов.

7) Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси. Отзыв подписан д.т.н., доцентом, начальником НТЦ «Карьерная техника» Ишиным Н.Н., к.т.н., начальником отдела динамического анализа и вибродиагностики машин НТЦ «Карьерная техника» Гоманом А.М.:

1. В автореферате не приведена кинематическая схема и значение общего передаточного числа ПВД, что затрудняет понимание работы.

2. В тексте автореферата содержатся повторяющиеся предложения, стр.11 и стр.14: «Боковые лепестки. возрастает до 1.9...3,0».

3. Из автореферата следует, что одной из основных причин выхода из строя водометных двигателей является ослабление опоры углового редуктора, вызывающей разрушительный колебательный процесс. В качестве критерия вибрационного ослабления силы затяжки используется неравенство (стр.12 автореферата) предложенного автором на основании работ И.И. Блехмана. На наш взгляд, решающую роль в объяснение этого явления играет не величина коэффициента трения в резьбе, а деформационные процессы в зоне крепления опоры.

8) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Чебоксарский институт (филиал). Отзыв подписан к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой транспортно-технологических машин Федоровым Д.И., к.т.н., доцентом кафедры транспортно-технологических машин Никулиным И.В.:

1. Величина передаточного числа угловых редукторов указана по-разному. Так на с. 11 - 17/19, а на с. 14 - 19/17.

2. Значения некоторых параметров, приведенных в пункте 3.1 выводов не отражены в тексте автореферата.

3. В пункте 3.2 сказано, что приведенный коэффициент трения в болтовом соединении увеличен в 2,5 раза. Однако в тексте автореферата нет объяснения этому «феномену».

9) ФГБОУ ВО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Строительные и дорожные машины» Макаровым В.С., д.т.н., заведующим кафедрой «Строительные и дорожные машины» Вахидовым У.Ш.:

1. Цель работы полностью повторяет название.

2. Практическая значимость сформулирована некорректно. В ней указаны чисто инженерные задачи. На наш взгляд практическая значимость могла быть такой: «Разработана методика ... позволяющая выбрать обоснованные технические решения ...» или «Разработанные методы и новые математические модели учитывающие ... позволили разработать новый привод водометных движителей ...».

3. Апробация работы проводилась только в Кургане и Севастополе. Считаю, что нужно было расширить географию представления материалов научному сообществу.

10) ФГБУ «21 НИИИ ВАТ» Минобороны России. Отзыв подписан к.т.н., с.н.с., в.н.с. Покутним В.В., утвержден к.т.н. заместителем начальника ФГБУ «21 НИИИ ВАТ» Минобороны России по научной работе Демик В.В.:

1. Повтор на страницах 5 и 6, касающегося количества опубликования научных статей.

11) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры «Транспортные машины и двигатели» Шеховцовым В.В. Замечаний нет.

12) ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Отзыв подписан к.т.н., доцентом кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» Ципилевым А.А.:

1. По содержанию автореферата неясно, учитывалось ли при моделировании возмущающее воздействие со стороны ДВС и какова степень его влияния на работу привода.

2. Текст автореферата содержит большое количество орфографических и пунктуационных ошибок, затрудняющих восприятие информации.

13) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет». Отзыв подписан заведующим кафедрой «Наземные транспортные средства» к.т.н., доцентом И.А. Смирновым:

1. Из содержания автореферата не ясно, рассматривались ли в процессе выполнения работы общепринятые методы фиксации резьбовых соединений – шплинты, отгибные шайбы и т.д.?

14) Омский филиал Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева. Отзыв подписан к.т.н., доцентом, доцентом кафедры боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей Серяковым О.А., утвержден зам. начальника филиала по учебной и научной работе, полковником П. Кобзарем:

1. Из содержания автореферата диссертации не ясна степень реализации предлагаемых технических решений по снижению динамической нагруженности ПВД (введение в конструкцию гасителей колебаний, шарниров равных угловых скоростей карданных передач, контроля взаимного расположения составных частей карданных передач в процессе монтажа). Непонятно, отличаются ли данные технические решения от подобных устройств, применяемых в настоящее время в карданных передачах существующих колесных и гусеничных машин. В чем новизна предлагаемых технических решений, защищено ли авторство патентами на изобретения или полезные модели, каков личный вклад автора диссертации в их разработку?

2. Из содержания автореферата диссертации не ясно, проводилась ли проверка адекватности разработанных моделей и методики на ПВД машин с механическими трансмиссиями, у которых в передаче мощности на ПВД не используется гидродинамическая передача (ГДП), сглаживающая динамические нагрузки в механической системе. Более целесообразным было бы проверить методику именно на машинах без ГДП, с большим количеством карданных валов и шарниров, задействованных в передаче мощности на водоходный движитель, например, на бронетранспортерах БТР-80(-82А,-82АМ).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации 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, что свидетельствует об актуальности и новизне выполненных научно-исследовательских работ, а также об их осведомленности в современных тенденциях развития в области динамической нагруженности приводов и трансмиссий транспортных машин.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований применительно к быстроходным гусеничным амфибийным машинам:**

разработана методика проектного расчета привода водометных движителей (ПВД) как нелинейной системы, учитывающая новые закономерности динамического нагружения, формируемого возникающими параметрическими резонансами;

предложены оригинальные суждения по заявленной тематике, заключающиеся в обосновании необходимости обеспечения устойчивости колебательного процесса на основе реализации современных САЕ методов;

доказана перспективность использования идеи исключения параметрических резонансных колебаний в конструкциях ПВД, содержащих пространственные карданные передачи, методом сокращения параметра глубины модуляции жесткости системы;

введены новые представления о причинах ограничения долговечности приводов водометных движителей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана правомерность новых математических и имитационных моделей формирования динамического нагружения привода водометных движителей при вынужденных колебаниях, в том числе параметрических;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы динамического анализа сложных механических систем, численные методы решения систем дифференциальных уравнений, методы математической статистики, методы конечных элементов, экспериментальные методы исследования динамической и вибрационной нагруженности приводов водометов амфибийных машин;

изложены новые этапы методики проектного расчета приводов водометных движителей, заключающиеся в прогнозировании вероятности

возникновения резонансов и оценки условий ослабления резьбовых соединений вследствие нелинейности характеристик соединений опор редукторов в условиях вибронагруженности и при вынужденных колебаниях;

раскрыты особенности формирования резонансов в ПВД вследствие возникновения неисследованного ранее явления параметрических колебаний;

изучена связь амплитудно-частотных характеристик колебательного процесса с условием проявления эффекта ослабления резьбовых соединений, описанного Блехманом И.И., с последующим разрушением опор редукторов и элементов конструкции привода;

проведена модернизация алгоритмов оценки устойчивости периодических решений при моделировании динамики системы ПВД с использованием современных пакетов САЕ.

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

разработанные и внедренные результаты исследования позволили пройти государственные испытания изделиями БМД-4М и БТР-МДМ с положительным результатом, а так же обеспечить требуемый ресурс привода водометных движителей серийно выпускаемых быстроходных гусеничных амфибийных машин (Акт о внедрении результатов НИР №9 от 27.02.2020 г.);

определены перспективы практического использования полученных результатов в практике проектирования приводов водометных движителей амфибийных машин;

создана методика проектного расчета приводов водометных движителей амфибийных машин, учитывающая кинематические, силовые, периодически изменяемые свойства пространственно расположенных карданных передач, возбуждающих колебания, а также нелинейные характеристики соединений опор углового редуктора привода водометных движителей;

представлены методические рекомендации и технические решения, обеспечивающие требуемый уровень долговечности ПВД, учитывающие установленные закономерности формирования динамической нагруженности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность подтверждена высокой воспроизводимостью результатов исследования в различных условиях; стационарные и ходовые испытания выполнены с использованием сертифицированного оборудования по разработанным и согласованным с

заказчиком методикам, в том числе на базе типовых отраслевых;

для теоретического исследования достоверность подтверждается сопоставлением результатов имитационного моделирования и экспериментальных данных, полученных при испытаниях; по частоте и амплитуде динамического момента сходимость с требуемой точностью достигается при доверительной вероятности не менее 95 %;

идея базируется на анализе потока отказов, характерных повреждений деталей привода водометных движителей, а также на обобщении передового опыта отечественных и зарубежных специалистов;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее в практике создания водоходных движителей амфибийных машин, а также приводов в судостроении;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами исследования причин возбуждения и методов гашения параметрических резонансных колебаний в смежных отраслях машиностроения;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, применяемые в научно-исследовательских лабораториях заводов, отраслевых и академических институтах.

Личный вклад соискателя состоит в участии во всех этапах исследования; непосредственном участии в получении исходных данных и проведении научных экспериментов; личном участии в апробации результатов исследования; разработке экспериментальных стендов и установок; обработке и интерпретации экспериментальных данных, полученных при участии автора; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Автором обоснована необходимость разработки усовершенствованной методики проектного расчета привода водометных движителей амфибийных машин. Предлагаемая методика, отличается тем, что привод водометных движителей рассматривается как система «двигатель - трансмиссия - водометный движитель - машина», учитывающая кинематические и силовые, периодически изменяемые, свойства пространственно расположенных карданных передач, возбуждающих колебания, а также учитывающая нелинейные характеристики соединений опор углового редуктора привода водометных движителей с корпусом машины, приводящие к ослаблению резьбовых соединений крепления опор.

Разработана математическая модель динамической системы «двигатель –

трансмиссия – водометный движитель – машина», имитирующая работу привода водометных движителей при движении амфибийной машины на плаву, и позволяющая определять характеристики динамической нагруженности элементов привода водометных движителей, используемых при оценке их долговечности и формировании спектров нагруженности соответствующих элементов, а также процессы изменения во времени частот вращения и ускорений отдельных звеньев трансмиссии, используемые для оценки качества переходных режимов работы.

Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии.

На заседании 16.06.2021 года диссертационный совет принял решение присудить Ненашеву Павлу Николаевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту- 0 человек, проголосовали:

за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

16 июня 2021 года



Ю.В. Рождественский

А.А. Абызов