

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 09.06.2021 № 12

О присуждении Смирнову Владимиру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование выбора кинематических схем и совершенствование метода геометрического расчета механизмов планетарных роторных гидромашин с плавающими сателлитами» по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин» принята к защите 31.03.2021 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д 212.298.09, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», 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 Смирнов Владимир Викторович, 1985 года рождения, в 2008 г. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Курганский государственный университет» по специальности «Автомобиле- и тракторостроение».

В период подготовки диссертации соискатель Смирнов Владимир Викто-

рович обучался в очной аспирантуре на кафедре «Гусеничные машины и прикладная механика» ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет» с 15.10.2008 г. по 14.10.2011 г.

С 27.09.2012 г. и по настоящее время работает в опытно-конструкторском бюро изобретений АО «Курганавторемонт» ведущим инженером-конструктором. Диссертация выполнена на кафедре гусеничных машин и прикладной механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганский государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Волков Глеб Юрьевич, профессор кафедры «Технология машиностроения, металлоорежущие станки и инструменты» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганский государственный университет», г. Курган.

Официальные оппоненты:

1. Сызранцев Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень;

2. Трубачев Евгений Семенович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Пашковым Евгением Николаевичем, кандидатом технических наук, доцентом, исполняющим обязанности руководителя Отделе-

ния общетехнических дисциплин и Ан-И-Каном, доктором технических наук, профессором Отделения общетехнических дисциплин указала, что Смирнов Владимир Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 29 работ, из них 9 работ в рецензируемых научных изданиях опубликовано, 3 работы в зарубежных изданиях, индексируемых базой Scopus и Web of Science, 5 патентов на изобретения и полезные модели.

Основные результаты, достигнутые в ходе исследования по теме диссертации, изложены в следующих работах:

1. Горбунов М.В. Выявление оптимального числа волн планетарной роторной гидромашин по критерию производительности / М.В. Горбунов, **В.В. Смирнов** // Вестник Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. – Ижевск. – 2017. – № 2 (20). – С. 35-37. (3с./1с.).
2. Волков Г.Ю. Систематика механизмов объемных гидромашин, построенных на базе замкнутых центроидных контуров / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов** // Вестник машиностроения. – М.: – 2018. – № 1. – С. 44-50. (7с./3с.).
3. Волков Г.Ю. Синтез центроид планетарных роторных гидромашин по заданному углу «невываждения» сателлитов. / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов** // Справочник. Инженерный журнал. – М.: – 2018. – № 4. – С. 6-11. (6с./3с.).
4. **Смирнов В.В.** Расчет и сравнительная оценка сечений каналов в торцовых стенках планетарных роторных гидромашин / В.В. Смирнов // Справочник. Инженерный журнал. – М.: – 2018. – № 6 (255). – С. 15-20. (6с./6с.).
5. Волков Г.Ю. Повышение производительности планетарных роторных гидромашин путем последовательной сборки однотипных секций / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов** // Сборка в машиностроении, приборостроении. – М.: – 2018. – Т. 19. – № 5 (214). – С. 195-200. (6с./3с.).

6. Волков Г.Ю. Методика геометрического расчета и профилирования зубчатых венцов планетарной роторной гидромашины / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов**, М.В. Горбунов // Справочник. Инженерный журнал. – М.: – 2018. – № 9 (258). – С. 32-37. (6с./2с.).

7. Волков Г.Ю. Повышение надежности и снижение пульсации расхода планетарных роторных гидромашин с последовательно соединенными секциям. / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов** // Сборка в машиностроении, приборостроении. – М.: – 2018. – Т. 19. – № 9 (218). – С. 387–390. (4с./2с.).

8. Волков Г.Ю. Пути снижения остаточных объемов в планетарных роторных гидромашин с плавающими сателлитами. / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов**, Д.В. Фадюшин // Сборка в машиностроении, приборостроении. – М.: – 2020. – № 02 – С. 86–90. (5с./2с.).

9. Волков Г.Ю. Классификация схем объемных гидромашин по типам плоских кинематических цепей, ограничивающих их рабочие камеры. / Г.Ю. Волков, **В.В. Смирнов** // Научно-технический и производственный журнал «Вестник машиностроения». – М.: Изд-во «Инновационное машиностроение», 2021. – № 1 – С. 20-27. (8с./4с.).

10. Volkov G. Systematization and comparative scheme analysis of mechanisms of planetary rotary hydraulic machines. / G. Volkov, **Smirnov V.** // MATEC Web of Conferences. ICMTMTE 2018 – 2018. – vol. 224. – no. 02083. (5с./2с.).

11. **Smirnov V.V.** Computation and structural methods to expand feed channels in planetary hydraulic machines. / V.V. Smirnov, G.U. Volkov // Journal of Physics: Conference Series 1210, 2019. – 012131. (7с./4с.).

12. Volkov G.Yu. Estimation and ways of mechanical efficiency upgrading of planetary rotary hydraulic machines. / G.Yu. Volkov, **V.V. Smirnov** and M.A. Mirchuk // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 709 (2020) 022055 doi:10.1088/1757-899X/709/2/022055.(6с./2с.).

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов.

Замечания, отмеченные в отзывах:

1) **ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет»:**

Губарь Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»:

1. Учитывая, что предельное давление, которое обеспечивают планетарные роторные гидромашины, лимитируется контактной выносливостью материалов зубчатых колес, есть ли предложения по возможности использования для изготовления звеньев стале-литовых сплавов с более высокими прочностными характеристиками.

2. В реферате не нашли отражения вопросы профилирования зубьев некруглых колес, тогда как, форма рабочих поверхностей зубьев во многом определяет их контактную прочность.

3. Если зубчатое колесо выполняется в форме пакета дисков, то как обеспечивается точность их относительного углового расположения, позволяющая получить сплошную рабочую поверхность зубьев.

4. Из каких соображений принято значение коэффициента трения  $f_{тр}=0,1$  при сравнительной оценке механического КПД исследуемых гидромашин.

2) **ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения»:** Лагутин Сергей Абрамович, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., ведущий конструктор по редукторостроению ОАО «ЭЗТМ»:

1. На рисунке 7 показано распределение контактных напряжений, полученное по МКЭ, но отсутствует шкала напряжений, что существенно снижает информативность рисунка;

2. При перечислении списка статей в рецензируемых журналах не указано, какие из них опубликованы в журналах ВАК по специальности 05.02.02;

3. В автореферате имеются пунктуационные ошибки.

3) **Химикотехнологический и металлургический университет, г. София, Болгария:** Димитър Пектов Караиванов, д-р инж., доцент Металлургического факультета:

В качестве *замечания* по тексту автореферата хочу обратить внимание автора на то, что, говоря «Качество ряда конструктивных решений подтвержда-

ется экспертными заключениями по патентам», неплохо иметь в виду, что заключение по патенту скорее показывает, что этого никто пока не делал, но не всегда гарантия технической пригодности решения. Это конечно сказано в принципе, а не в отношении вышеупомянутых патентов.

4) **ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»:** Анферов Валерий Николаевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины» (ППСДМ); Воронцов Денис Сергеевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ППСДМ:

1. Соискатель Смирнов В. В. Ограничился проверкой работоспособности гидромашин за короткий промежуток времени, а такой важный показатель, как ресурс в часах в работе отсутствует.

2. Конструкции исследуемых гидромашин являются сложными, многозвенными и поэтому трудоемкими в изготовлении. Необходима экономическая оценка предлагаемых гидромашин в сравнении с традиционными гидромашинами, как по стоимости, так и по долговечности.

5) **ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»:** Горгоц Константин Георгиевич, канд. техн. наук, доцент института Нефти и газа:

1. На стр. 5, в качестве задачи исследования (пункт 4) указана конструктивная реализация схем ПРГМ (планетарных роторных гидромашин), обладающих наиболее высокими техническими характеристиками. Судя по автореферату конструктивной реализации подверглись схемы 2х2 и 4х6. Однако из таблицы 4 следует, что схема 2х2 не относится к лучшим?

2. На стр. 6 написано, что научную новизну работы представляет расчетный метод нахождения размеров сечений подводящих каналов ПРГМ, применимый как к односекционным, так и многосекционным гидромашинам. Про многосекционные ПРГМ в тексте автореферата ничего не сказано. Что подразумевается под многосекционными машинами?

3. Несколько затрудняет чтение автореферата отсутствие единства используемой терминологии. Так, например, на стр. 14 (рис. 5) написано «сол-

нечное колесо», хотя выше использовался термин «солнечная шестерня».

4. В автореферате присутствуют опечатки, например, на стр. 3 неправильно обозначены единицы давления «Мпа».

6) **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»:** Евграфов Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Теория машин и механизмов»:

Замечаний нет.

7) **ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Баумана»:** Тимофеев Геннадий Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Теория механизмов и машин»; Черная Людмила Александровна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Теория механизмов и машин»:

Замечаний нет.

8) **Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»:** Сафаров Дамир Тамасович, канд. техн. наук, доцент кафедры материалов и технологий и качества; Кондрашов Алексей Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств:

К недостаткам работы следует отнести отсутствие данных о достаточной степени точности зубчатых колес, изготавливаемых для ПРГМ.

9) **ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»:** Смелягин Анатолий Игоревич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Наземного транспорта и механики»; Приходько Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Наземного транспорта и механики»:

1. На рисунке 1 не расшифрована классификация известных схем ПРГМ, обозначенная буквами а-е.

2. В автореферате приводятся фотографии экспериментальной и стендовой установок, однако не раскрывается принцип их работы, конструкция и измерительное оборудование.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований по теме диссертационной работы, уровень которых подтвержден публикациями в рецензируемых изданиях, и соответствует требованиям постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**предложены** классификация объемных гидромашин, которая позволяет определить место ПРГМ среди прочих гидромашин, а также классификация кинематических схем ПРГМ, включающая новые признаки: «характер движения ведущего звена», «остановленное звено», «расположение каналов», которая распространяется на неизвестные ранее схемы;

**разработан** инженерный метод геометрического проектирования ПРГМ, при котором определяют параметры круглозвенного планетарного механизма – аналога ПРГМ; выбирают параметры траектории движения центров сателлитов, рассчитав коэффициент «некруглости» траектории через углы давления в зацеплениях; вычисляют коэффициенты изменения длин центровых траекторий сателлитов; строят профили венцов некруглых центральных звеньев;

экспериментально **доказана** возможность использования в ПРГМ пакетной конструкции некруглых зубчатых звеньев в сочетании с лазерной технологией их профилирования. Указанная конструкция и технология обеспечивают необходимую герметичность рабочих камер гидромашин;

**введены понятия**, обеспечивающие описание особенностей рассматриваемого объекта: замкнутый центроидный контур (ЗЦК), угол удержания сателлита ( $\lambda$ ).

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**изложена** структурная классификация объемных гидромашин с позиций кинематических цепей, ограничивающих рабочие камеры. Согласно этой классификации машины различаются по числу тел (звеньев), образующих

замкнутый контур, который соответствует рабочей камере, а также по виду кинематических пар, образуемых этими звеньями;

**изучена** зависимость коэффициента некруглости траектории центра сателлита от угла удержания сателлита; получены аналитическое решение и аппроксимирующая формула;

**раскрыта** зависимость коэффициентов изменения длин центровых траекторий сателлитов от параметров ПРГМ; получено аналитическое решение;

**предложен** расчетный метод нахождения размеров сечений подводящих каналов ПРГМ, применимый как к односекционным, так и многосекционным гидромашинам с расположением каналов в солнечном колесе или эпицикле. Этот метод в отличие от существовавшего ранее не требует графических построений.

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

**разработана** классификация кинематических схем ПРГМ, на основании которой были получены схемы ПРГМ, запатентованные с участием автора;

**создана** инженерная методика геометрического расчёта некруглых зубчатых звеньев ПРГМ, не требующая промежуточных геометрических построений и корректировок. Эта методика используется на предприятии АО «Курганавторемонт» при решении инженерных задач по созданию вакуумного насоса ПРГМ;

**представлен** сравнительный анализ различных схем ПРГМ по критериям: производительность; пульсация потока; остаточные объемы; сечения каналов; симметрия приложения сил; механический КПД; давление, обеспечиваемое прочностью зубьев. Это позволило выбрать наиболее предпочтительные схемы для сжимаемых и несжимаемых рабочих сред;

**предложена** конструкция ПРГМ, в которой некруглые центральные звенья выполнены в виде пакета зубчатых дисков;

**определены** перспективы практического использования, дальнейшего развития и модификации кинематических схем и конструкций ПРГМ в направ-

лении минимизации остаточных объемов рабочих камер для использования в пневмомашинах – вакуумных насосах и компрессорах.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**идея** структурной классификации объемных гидромашин **базируется** на глубоком анализе существующих конструкций с **использованием** классических представлений **теории** механизмов и машин;

при разработке методики геометрического синтеза ПРГМ **использованы** современные представления теории зубчатых зацеплений, а также проверенные алгоритм выбора коэффициентов смещения по блокирующим контурам и инструментарий CAD-систем;

**экспериментальные результаты работы** получены на современном оборудовании с **использованием** поверенных средств измерения;

**достоверность** научных положений работы подтверждена успешным испытанием работоспособных моделей ПРГМ, сравнением результатов численного моделирования и экспериментальных исследований.

**Личный вклад соискателя состоит в следующем:**

1) разработана классификация кинематических схем ПРГМ, включающая новый признак «характер движения ведущего звена» и распространяющаяся на неизвестные ранее схемы;

2) разработан метод геометрического проектирования ПРГМ, при котором параметры траектории движения сателлитов рассчитывают через углы давления в зацеплениях, а коэффициенты изменения длин центровых траекторий сателлитов вычисляются аналитически;

3) получены аппроксимирующие зависимости для расчета производительности различных схем ПРГМ, а также площадей сечений каналов в односекционных и многосекционных ПРГМ;

4) разработана система критериев качества ПРГМ, проведен сравнительный анализ всех схем, содержащихся в классификации, и выявлены ПРГМ, наиболее подходящие для использования в различных отраслях промышленности в качестве насосов и двигателей;

5) обоснована применимость пакетной технологии изготовления некруглых зубчатых колес ПРГМ;

6) определены перспективы практического использования, дальнейшего развития ПРГМ в направлении минимизации остаточных объемов рабочих камер для использования в пневмомашинах – вакуумных насосах и компрессорах.

На заседании 09.06.2021 диссертационный совет принял решение присудить Смирнову В.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ю.В. Рождественский

Ученый секретарь

диссертационного совета

А.А. Абызов

9 июня 2021 года

