

О Т З Ы В

**официального оппонента Сызранцева Владимира Николаевича,
доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ
на диссертацию Фадюшина Дениса Вячеславовича на тему
«ПОВЫШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
РОТОРНЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНЕТАРНОГО
МЕХАНИЗМА»**

**по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и
детали машин» представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук.**

Диссертационная работа Д.В.Фадюшина состоит из введения, пяти глав, общих выводов и приложений, содержащих акты о практическом применении результатов работы. Работа написана на русском языке. Общий объем работы составляет 139 страниц машинописного текста, включает 59 рисунков, 16 таблиц и библиографический список из 125 наименований, 35 из которых составляют работы зарубежных авторов.

В результате ознакомления с диссертационной работой, авторефератом и опубликованными в печати по теме проведенных исследований статьями соискателя мною установлено следующее.

Актуальность темы

В самых разных отраслях техники широко используются объемные пневматические машины: компрессоры, вакуумные насосы, пневмодвигатели различных типов. Каждый тип пневмомашин имеет свои достоинства и недостатки, а вопрос совершенствования пневматических машин, в том числе имеющих новый принцип действия, открыт и актуален. Исследования российских и зарубежных ученых, выполненные в последние годы, указывают на достоинства объемных машин, построенных на базе

планетарного роторного механизма (ПРМ) с плавающими сателлитами. Перспективным представляется использование преимуществ ПРМ и в машинах, работающих на сжимаемых средах. Однако для применения ПРМ в пневматических машинах необходимо модифицировать их геометро-кинematicкие схемы. При этом нужно, в первую очередь, уменьшить остаточные (вредные) объемы рабочих камер, т.е. повысить степень сжатия, а также обеспечить достаточно большое сечение подводящих каналов. Решению данной актуальной задачи посвящена работа Д.В. Фадюшина.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертационной работе, обусловлена тем, что при создании математических моделей профилирования некруглых зубчатых колес планетарных механизмов с плавающими сателлитами Д.В.Фадюшин корректно использовал основные положения теории зубчатых зацеплений, а также возможности лицензионных прикладных программных продуктов. Экспериментальные исследования разработанных ПРМ осуществлялось с использованием современных средств измерения.

Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные задачи, решение которых представляет новизну оппонируемой работы, следует разделить на две группы.

Первая касается всех планетарно-роторных машин, независимо от того, сжимаемая или несжимаемая рабочая среда в них используется. Здесь существенно новым результатом является уточнение метода геометрического расчета некруглых зубчатых колес ПРМ, достигаемое за счет перехода в единую систему отсчета, связанную с мнимым водилом.

Вторая группа задач непосредственно относится к ПРМ, предназначенным для работы с газами. Существенную новизну тут представляют предложенные автором приемы снижения остаточных объемов рабочих камер. В схемах ПРМ с разностью чисел волн $N-M=1$ – это сближение вершин некруглых центральных колес, срезанных концентрическими окружностями. В схемах с одинаковым числом волн $N=M$ уменьшение остаточных (вредных) объемов достигается за счет применения, так называемых, «выстоев» сателлитов. В этом случае, на соответствующих секторах центроиды зубчатых венцов имеют постоянные радиусы. Автором выявлен новый физический эффект, касающийся инерционных сил, действующих на сателлиты. В схемах с равным числом волн центральных колес $N=M$ угол зацепления в контакте сателлита с эпициклом, а соответственно и угол давления, значительно больше, чем в контакте сателлита с солнечной шестерней, что ухудшает условия работы механизма. При достижении ротором некоторой угловой скорости, сателлиты, за счет инерционных сил прижимаются к эпициклическому колесу и тем самым снижают углы давления в соответствующей кинематической паре.

Достоверность теоретических положений работы подтверждается успешными испытаниями ПРМ с плавающими сателлитами в режимах вакуумного насоса и компрессора. Уровень ряда предложенных конструктивных решений подтверждается экспертными заключениями по патентам на изобретение и полезные модели. Результаты диссертационного исследования соискателя приняты за основу при разработке конструкций компрессоров, предназначенных к производству предприятиями АО «Курганавторемонт» и ООО «Вездеходы «Бурлак».

Значимость для науки и практики полученных результатов

Значимость для науки полученных результатов состоит в развитии методов геометрического проектирования некруглых зубчатых колес ПРМ.

Практическую значимость имеют:

- разработанная методика геометрического расчета круглозвенных планетарных механизмов с одинаковым числом зубьев центральных колес внешнего и внутреннего зацепления;
- уточненная инженерная методика геометрического расчёта некруглых зубчатых звеньев ПРМ, не требующая промежуточных геометрических построений и корректировок;
- методика геометрического расчета ПРМ с «выстоями» сателлитов;
- предложенный автором критерий оценки эффективности подводящих каналов ПРМ;
- разработанные конструкции пневмомашин с каналами в цилиндрической зубчатой поверхности солнечной шестерни.

Конкретные рекомендации по использованию результатов диссертации

Разработанные соискателем расчетные методики и конструкторские решения являются базой создания принципиально новых пневмомашин, в особенности компрессоров, которые могут быть более компактны и долговечны, чем поршневые и менее сложны в изготовлении, чем винтовые аналоги.

Публикации и доклады по теме исследования

Основные положения диссертации опубликованы в 15 работах, включая 7 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 2 статьи в изданиях, включенных в международные системы цитирования, получено 3 патента РФ. Публикации охватывают все разделы исследований, содержащиеся в работе. Результаты работы докладывались на научно-технических конференциях различного уровня (2017–2021 гг.).

Замечания по диссертационной работе

1. В названии диссертации присутствуют слова «Повышение характеристик пневмомашин...» Возможно более удачным было бы написать «Улучшение...» Так как не всегда повышение какой-либо характеристики – это хорошо, например, когда речь идет о габаритах изделия.

2. Автор предлагает модификацию, т.е. изменение геометрии зубчатых венцов ПРМ. При этом не сказано, как это изменение влияет на прочность зубьев.

3. В главе 4 (стр. 101), где речь идет о положительном влиянии инерционных сил, действующих на сателлит, недостаточно убедительно обосновано использование термина «структурная устойчивость». Применяя термин «надежность» следовало бы пояснить, о каком показателе надежности идет речь: безотказность, долговечность...

4. Параграф 1.2.3 «Вопросы технологии изготовления ПРМ» выбивается из названия главы 1 «Принципиальные конструкции и основные свойства объемных машин».

5. В диссертации имеется параграф 2.2.3 «Влияние динамики». Приведенный же анализ относится только к кинестатике, что является лишь одним аспектом динамики.

6. Предложен универсальный критерий оценки относительной площади сечения каналов. Действительно, с помощью этого критерия автору удастся сравнить каналы, расположенные в торцевой стенке эпицикла и в цилиндрической зубчатой поверхности солнечной шестерни. По-видимому, этот критерий можно было применить и к другим видам машин (шиберным, шестеренным...). Почему это не сделано в работе? Были бы очевиднее достоинства либо недостатки ПРМ.

7. На стр. 101, в примере, не совсем корректно приведено значение угловой скорости ротора $\omega_1 = 260 \text{ с}^{-1}$, которое должно обеспечить прижатие сателлита к эпициклу. Если речь идет о единственной ступени компрессора,

то, как мы видим далее (глава 5), давление 10 атм. в ней получить невозможно. По-видимому, следует говорить о перепаде давления в выходной ступени компрессора, тогда этот компрессор должен создавать давление, как минимум 20 атм.

8. В работе присутствуют отдельные опечатки и пунктуационные ошибки. Так во введении (стр. 7) в пункте «Методы исследований, достоверность и обоснованность результатов» по-видимому пропущено слово «выполнено» либо знак «—» (Экспериментальное изготовление ... колес – на лазерных комплексах...). На стр. 93, после формулы (4.18) отсутствует знак препинания. В автореферате на стр. 5 и в диссертации на стр. 7 в разделе «Практическая значимость...» в пункте 5 стоит лишняя запятая.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным
положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация Фадюшина Дениса Вячеславовича является научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, состоящие в создании методики геометрического расчета планетарного механизма с одинаковым числом зубьев центральных колес и с «выстоями» плавающих сателлитов, в уточнении метода геометрического расчета некруглых зубчатых звеньев ПРМ и соответствующей инженерной методики, в разработке методики расчета подводящих каналов в цилиндрической зубчатой поверхности солнечной шестерни ПРМ. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Высказанные выше замечания не являются определяющими при оценке научной и практической ценности диссертационной работы. Автореферат раскрывает основное содержание диссертации. Результаты работы соответствуют п.1, 2, 4 паспорта специальности 05.02.02 - «Машиноведение, системы приводов и детали

машин». В соответствии с вышеизложенным считаю, что диссертационная работа «Повышение характеристик пневматических роторных машин за счет модификации геометрических параметров планетарного механизма» Д.В.Фадюшина соответствует паспорту специальности 05.02.02 - «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Представленная диссертационная работа отвечает критериям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (редакция от 01.10.2018), а ее автор Фадюшин Денис Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 - «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Официальный оппонент

Доктор технических наук по специальностям 05.02.18 – «Теория механизмов и машин», 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин», профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Сызранцев Владимир Николаевич

«14» апреля 2022 г.

Контактная информация:

Почтовый адрес: Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 70

Сайт: <https://www.tyuiu.ru>

Телефон: 8(3452)28-30-13

E-mail: syzrantsevvn@tyuiu.ru

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

В.Н.Сызранцев

