

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу
Рашояна Гагика Володяевича на тему: «Структурный
синтез и кинематический анализ новых 1-координатных
механизмов и информационно-измерительных систем»,
представленную на соискание ученой степени доктора
технических наук по специальности 05.02.18 – Теория
механизмов и машин.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения задач, поставленных перед современным машиностроением Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, следует отметить особую роль механизмов параллельной структуры, обладающих такими уникальными свойствами как высокие точность и жесткость и т. д. Среди этих механизмов особую роль играют 1 – координатные механизмы с линейными приводами, которые размещены между основанием и выходным звеном. Область применения подобного рода механизмов в последнее время значительно расширилась – это авиационные и автомобильные тренажеры, промышленные роботы и металлообрабатывающие станки, измерительные системы.

Автором разработана новая методика классификации, которая позволила, с одной стороны, систематизировать известные виды 1 – координатных механизмов, и - с другой стороны – расширить класс исследуемых механизмов. Речь идет о тех устройствах, в которых точки крепления приводов могут располагаться не только на основании либо на выходном звене, но и на промежуточных звеньях, а также вне рабочей зоны. Указанные устройства, расширяющие класс 1 – координатных механизмов, ранее не были систематизированы, хотя область их возможных применений весьма широка. Они могут быть применены не только в технологических, испытательных, обучающих системах, но и в медицине, в частности, в хирургии, или при реабилитации больных, перенесших операции на конечностях.

Исходя из изложенного, тема данной работы, связанная с расширением класса 1 – координатных механизмов, выявлением их общих свойств, определением их области технических приложений, определяет высокую актуальность темы диссертационной работы.

2. СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ ДИССЕРТАЦИИ

Обоснованность научных положений, результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждаются корректностью постановок задач диссертационного исследования, применением апробированных математических методов, результатами апробации на научных конференциях различного уровня, а также проверкой результатов на основе компьютерного моделирования и натуральных экспериментов.

Основные результаты диссертационной работы докладывались следующих всероссийских и международных научных конференциях:

- XII Международный симпозиум «Динамика виброударных сильно нелинейных систем». Москва – Звенигород, 1998;
- Десятый всемирный конгресс по ТММ, Оулу, Финляндия, 1999 (Tenth World Congress on TMM. Oulu, Finland, 1999);
- XIII Международный симпозиум «Динамика виброударных сильно нелинейных систем». Москва – Звенигород, 2001;
- Международная конференция по теории механизмов и механике машин. Краснодар, 2006;
- Научная конференция «Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий». Сочи, 2008;
- Всероссийский междисциплинарный семинар «Философско-методологические проблемы искусственного интеллекта». Пермь, 2008;
- V международная конференция «Проблемы механики современных машин». Улан-Уде, 2012;
- Международная конференция по методам аэрофизических исследований. Казань, 2012 (International Conference on the Methods of Aero-physical Research. Kazan, 2012);
- XVIII Международный Симпозиум «Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем» - DYVIS-2015, посвященный 100-летию со дня рождения д.т.н., проф. А.Е. Кобринского. Москва, 2015;

- Всероссийская конференция с приглашением международных участников «Менеджмент качества, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии». Нальчик, 2016 (IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&MQ&IS). Nalchik, 2016);
- Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы информатики, механики и робототехники. Цифровые технологии в машиностроении». Алматы, 2018;
- VI Международная научная конференция «Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении», Москва, 2019;
- Международная конференция по искусственному интеллекту, медицинской инженерии, образованию. Москва, 2019 (International Conference of Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education. Moscow, 2019);
- XII мультikonференция по проблемам управления. Геленджик, 2019;
- Четырнадцатая международная конференция по электромеханике и робототехнике «Завалишинские чтения». Курск, 2019 (14th International Conference on Electromechanics and Robotics «Zavalishin's Readings». Kursk, Russia, 2019);
- XV всемирный конгресс по теории механизмов и машин. Краков. Польша. 2019. (15th IFToMM World Congress on Mechanism and Machine Science. Krakow. Poland. 2019);
- Четвертая Международная конференция по искусственному интеллекту, медицинской инженерии, образованию «Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education». Москва, 2020.

По теме работы опубликовано 72 научных работы, из них 26 в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 10 в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Получены 15 патентов РФ на полезные модели и изобретения.

3. ДОСТОВЕРНОСТЬ И НОВИЗНА НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Достоверность научных положений подтверждаются корректностью постановок задач диссертационного исследования, применением известных математических методов. В работе применялись методы теории механизмов и машин, теоретической механики, методы оптимизации, аналитической геометрии, а также элементы винтового исчисления.

В работе решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение – получен расширенный класс I – координатных механизмов, эффективно решающий новые технические задачи в технологических, измерительных, манипулирующих системах.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- Предложена новая методика классификации, позволяющей систематизировать новый класс I – координатных механизмов, путем изменения положения точек крепления приводов, а также расположения точек крепления приводов вне рабочей зоны.
- Разработан новый метод синтеза структурных схем механизмов с параллельной структурой
- Изложены условия наличия аналитического решения задач о положениях применительно к традиционным I – координатным механизмам, а также к модифицированным механизмам, полученным перенесением точек крепления приводов.

- Изучены взаимосвязи между свойствами обычных 1 – координатных механизмов и модифицированных механизмов, полученных путем перенесения точек крепления приводов и расположения приводов вне рабочей зоны.
- Проведена модернизация существующих математических моделей, алгоритмов и численных методов, использовавшихся для синтеза и анализа 1 – координатных механизмов, применительно к решению задач о положениях и задач вывода из особых положений для расширенного класса данных механизмов.

Полученные результаты имеют важное значение для науки и практики:

- разработана научная концепция существенного расширения класса 1 – координатных механизмов, основанная на перенесении точек крепления приводов к основанию и выходному звену;
- предложен новый подход к параметрическому синтезу 1 – координатных механизмов, обеспечивающий отсутствие особых положений;
- доказана возможность повышения точности 1 – координатных измерительных систем при приближении к особым положениям с использованием понятия взаимного кинематического винта;
- введены изменения трактовки известного понятия 1 – координатных механизмов, основанные на перенесении точек крепления приводов, а также на расположении приводов вне рабочей зоны.

Практическая значимость работы заключается в том, что в работе синтезированы многие структурные схемы 1 – механизмов и измерительных систем, эти устройства будут эффективно использоваться в различных областях техники, в частности, в технологических, медицинских, обучающих системах.

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Общий объем диссертации 255 страниц, в тексте имеется 11 таблиц и 101 рисунок. Список литературы из 201 наименования представлен на 24 страницах.

Во введении представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, отмечена научная новизна и положения, выносимые на защиту. Представлены сведения об апробации, теоретической и практической значимости работы.

В первой главе выполнен анализ применения I – координатных механизмов в промышленности, сельском хозяйстве, непроизводственных отраслях, а также анализ и классификация особых положений пространственных механизмов. Выделен класс I – координатных механизмов и показана необходимость развития теории структурного синтеза и оптимизации параметров таких механизмов.

Во второй главе рассматривается расширенная классификация I – координатных механизмов, которая по сравнению с известной классификацией отличается тем, что приводы могут располагаться не только между основанием и выходным звеном, но и между одним из этих звеньев и каким-либо промежуточным звеном. Такое увеличение количества структур позволяет в значительной степени расширить функциональные возможности данных механизмов, в частности, расположить приводы вне рабочей зоны и тем самым изменить и расширить область их применения. Это соответствует основным положениям теории синтеза и анализа механизмов параллельной структуры.

В третьей главе представлено дополнительное условие расширения рассматриваемого класса I – координатных механизмов: введение дополнительных стержней, расположенных между точками соединения I – координат между собой, с основанием и выходным звеном. При этом приводы

вновь установлены вне рабочей зоны, а упомянутые дополнительные стержни должны проходить «сквозь» основание либо выходное звено.

В четвертой главе рассмотрена новая методика решения прямой задачи о положениях пространственных 1 – координатных механизмов с шестью степенями свободы. Представленный подход к решению задачи позволяет получить аналитическое выражение для ряда 1 – координатных структур, ранее решаемых численно с использованием итерационных процедур. В результате количество 1 – координатных структур, для которых задача о положениях имеет аналитическое решение, можно увеличить. Эти структуры легко анализировать на предмет попадания в особые положения.

Рассматриваются геометрические и кинематические свойства особых положений 1 – координатных механизмов для структур, в которых задача о положениях имеет аналитическое решение. Приводятся алгоритмы определения особых положений и расчета областей 1 – координат, свободных от особых положений. Решен численный пример. Определен основной признак аналитической решаемости 1 – координатных структур: необходимо, чтобы в одной точке выходного звена сходились три линии 1 – координат, а во второй две. Исходя из этого, вводятся дополнительные 1 – координаты.

В пятой главе представлен алгоритм определения углов давления в кинематических парах выходного звена 1 – координатных механизмов. Кроме того, здесь рассматриваются другие факторы, влияющие на функциональные возможности механизмов и измерительных систем и алгоритм корректировки траектории движения 1 – координатных механизмов для обхода особых положений.

В заключении обобщаются результаты диссертационной работы, а также перечисляются её основные новые научные и практические результаты.

Диссертация написана грамотным и понятным языком, она хорошо структурирована и обладает внутренним единством. Текст диссертации не

содержит некорректных заимствований. Автореферат диссертации полностью отражает её содержание.

5. ЗАМЕЧАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Несмотря на высокий уровень проведённого диссертационного исследования, работа не лишена недостатков:

1. В диссертационной работе автор для решения поставленных научных проблем использует метод винтового исчисления, считая его эффективным математическим инструментарием структурного синтеза модифицированных 1-координатных механизмов (см. п.2 научной новизны диссертации). Однако в работе не приведен сравнительный анализ и критерии эффективности, которые позволили автору претендовать на научную новизну по данному вопросу по отношению к другим известным математическим методам применительно к его научной проблематике.
2. В автореферате диссертационной работы в разделе «Научная новизна» (см. п.4) не перечислены и не конкретизированы «новые проблемы, связанные с синтезом модифицированных 1-координатных механизмов ...», что не позволяет оценить эффективность подходов к их решению.
3. В диссертационной работе не приведена методика оценки точности измерительных систем, построенных на основе разработанных 1-координатных механизмов, что не позволяет оценить метрологические характеристики измерительных систем этого класса.

Указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления от работы и её научно-техническую значимость. Оформление диссертации соответствует установленным требованиям.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Рашояна Гагика Володяевича соответствует паспорту научной специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная

проблема, имеющая важное хозяйственное значение – получен расширенный класс I – координатных механизмов, эффективно решающий новые технические задачи в технологических, измерительных, манипулирующих системах.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (в редакции от 20.03.2021) «О порядке присуждения учёных степеней», а её автор — Рашоян Гагик Володяевич — заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой робототехники
и мехатроники ФГБОУ ВО «Московский
государственный технологический
университет «СТАНКИН»,
доктор технических наук, профессор



Ю.В. Подураев

Адрес: 127055, Российская Федерация,
г. Москва, Вадковский пер.,1,
кафедра робототехники и мехатроники
Телефон: 8-499-9729436
E-mail: yv.poduraev@stankin.ru

