

В диссертационный совет 24.1.075.01 на
базе Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института машиноведения
им. А.А. Благонравова Российской
академии наук (ИМАШ РАН)

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу
Киселева Сергея Валерьевича
«Разработка и исследование складных механизмов параллельной структуры,
включающих круговую направляющую»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.2. Машиноведение

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа Киселева С.В. посвящена разработке методов синтеза и анализа нового семейства механизмов параллельной структуры с круговой направляющей. Механизмы параллельной структуры часто выступают объектом различных исследований и в последние несколько десятилетий вызывают нарастающий интерес со стороны российских и зарубежных ученых. Механизмы такого типа обеспечивают высокую точность позиционирования, значительные нагрузочные способности, а также позволяют получить высокие значения скоростей и ускорений исполнительных звеньев.

Ключевая важность работы Киселева С.В. (в том числе для машиноведения) состоит в предлагаемом методе синтеза складных механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, обладающих возможностью реализации неограниченного угла поворота исполнительного звена вокруг одной из осей базовых координат. В работе также представлены алгоритмы аналитического решения и компьютерного моделирования задач кинематики и динамики синтезированных механизмов.

Исследования соответствуют паспорту специальности, а именно, пунктам:

1. Синтез структурных и кинематических схем механизмов и обобщенных структурных схем машин, оптимизация параметров;
2. Теория и методы проектирования машин и механизмов, систем приводов, узлов и деталей машин;
3. Методы кинематического и динамического анализа, в том числе

математического моделирования, анимационного и экспериментального исследования механизмов.

Целью представленной работы является разработка новых механизмов параллельной структуры, имеющих возможность воспроизведения неограниченного угла поворота вокруг одной из осей базовых координат и обеспечивающих складную структуру, которая способствует увеличению габаритов рабочей зоны.

Научная новизна заключается в разработке метода синтеза и алгоритмов анализа кинематики и динамики нового семейства складных механизмов параллельной структуры с круговой направляющей. Также в работе предложен оригинальный геометрический подход для решения задачи по определению рабочей зоны данных механизмов и определению их сингулярных положений.

Практическая значимость заключается в том, что: результаты работы являются основой для использования в конкретных технологических применениях, связанных по большей части с промышленностью и медициной. В работе имеются подтверждающие практическую значимость производственные акты от АО «ЕВРАЗ ЗСМК» и ООО «Шахта Алардинская», а также справка и акт от МГТУ им. Н.Э. Баумана и ИМАШ РАН.

Обоснованность и достоверность полученных результатов диссертации обеспечена применением в работе классических методов анализа и синтеза механизмов, машин и роботов, а также базируется на использовании фундаментальных принципов теории механизмов и машин, теоретической механики и робототехники.

Апробация работы. Основные результаты работы представлены на отечественных и зарубежных научных конференциях и поддержаны финансированием ряда государственных фондов.

Публикации. На основании результатов диссертации опубликовано 14 научных работ, 4 из которых в изданиях, включенных в список ВАК РФ и РИНЦ, 6 в изданиях, входящих в наукометрические базы Scopus и Web of Science, 2 патента РФ на изобретение и 2 патента РФ на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 144 наименований и 8 приложений.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, научная новизна и практическая значимость, сведения об апробации, о личном вкладе автора,

методах исследования.

В первой главе приводятся анализ известных механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, отмечены их достоинства и недостатки, представлены методы исследования кинематики, особых положений, построения рабочих зон и динамики. Рассмотрены работы отечественных и зарубежных ученых. Обоснована актуальность проведения дальнейших исследований в данной области.

Вторая глава начинается с анализа подвижности механизмов, представленных в первой главе. Далее синтезируется кинематическая цепь, обеспечивающая складную структуру и неограниченный угол поворота вокруг одной из осей базовых координат. Представлено семейство новых механизмов с разным числом кинематических цепей, полученное на основе синтезированной цепи. Описана возможность реконфигурации механизма, состоящая в изменении радиуса сферы, по поверхности которой смещается выходное звено за счет блокировки приводов криволинейных штанг. С использованием реконфигурируемого механизма приведен ряд двухмодульных механизмов, имеющих расширенные габариты рабочей зоны.

Третья глава посвящена кинематическому анализу синтезированного механизма с тремя кинематическими цепями, позволяющему установить взаимосвязи между координатами входных звеньев и координатами выходного звена. Представлена методика решения обратной задачи кинематики аналитическим методом. Приведен алгоритм решения прямой задачи кинематики. Предложенные аналитические алгоритмы подтверждены численными расчетами с использованием пакета программ Matlab.

Разработан оригинальный геометрический метод определения рабочей зоны механизма при горизонтальной и наклонной ориентациях выходного звена. При этом за счет использования инструментов САПР наиболее точно учтена геометрия всех звеньев механизма. Определены особые положения механизма с потерей одной или нескольких степеней свободы и с появлением неконтролируемых подвижностей выходного звена.

Четвертая глава посвящена разработке виртуального и физического прототипов исследуемого механизма, решению задачи динамики с применением пакетов САПР при учете массы отдельных звеньев, используемых материалов и трения между контактирующими поверхностями. На основе результатов динамического исследования произведен подбор приводов для ведущих звеньев механизма.

С применением технологий 3D печати изготовлены отдельные звенья механизма и собран прототип с системой аналогового управления. Проведены

лабораторные исследования прототипа, подтверждающие достоверность теоретических исследований.

В заключении представлены основные результаты и выводы по диссертации.

Анализ содержания диссертации позволяет отметить обоснованность, системность и четкость формулировок, цели исследования и поставленных задач. Диссертация написана грамотным научным языком, объективно и качественно проведен анализ литературных источников, имеет место четкая логика изложения материала, графический материал представлен в весьма качественном виде.

Вместе с тем по диссертации имеется ряд **замечаний**:

1. В главе 1 автор ссылается на одноподвижные механизмы с круговой направляющей, однако иллюстрации представлены только по механизмам, имеющим две и более степени свободы. Вместе с тем, структура одноподвижных механизмов могла бы быть также отражена графически.

2. В разделе 2.1 выполнен анализ подвижности механизмов с круговой направляющей и определено число степеней свободы каждой схемы, соответствующее числу приводов. Однако аналитически не доказано, какие именно звенья должны быть приводными.

3. При численном решении (компьютерном моделировании) задач кинематики и динамики использованы разные по виду (дизайну) параметрические модели механизмов. В соответствующих разделах диссертации не оговаривается целесообразность использования отличающихся моделей, а также не оговаривается соотношение размеров их звеньев.

4. При рассмотрении особых положений в разделе 3.6 дизайн механизмов на рис. 3.25-3.28 и рис. 3.29-3.31 отличается. При этом нет пояснения, почему дизайн механизмов разный.

5. При описании практического применения разработанного механизма в качестве обрабатывающего центра, не указана информация об учете нагрузок, действующих на платформу механизма.

Данные замечания не снижают значимости проведенного исследования и носят рекомендательный характер.

Заключение

Диссертационная работа Киселева Сергея Валерьевича «Разработка и исследование складных механизмов параллельной структуры, включающих круговую направляющую» является законченным научным исследованием, посвященным решению актуальной научно-технической проблемы в области

синтеза и анализа механизмов параллельной структуры. Выводы и заключения, сформулированные автором, обоснованы и представляются достоверными, обладают новизной и практической ценностью. Публикации автора и автореферат полностью соответствуют содержанию диссертации. Диссертационная работа аккуратно оформлена, написана технически грамотным языком, приведенный графический материал достаточно хорошо оформлен для восприятия изложенного материала.

По структуре, содержанию и объему диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (ред. от 18.03.2023) и паспорта научной специальности 2.5.2. Машиноведение, а ее автор – Киселев Сергей Валерьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Официальный оппонент:

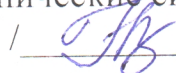
Заведующий кафедрой «Механика»

ФГБОУ ВО Волгоградского государственного

аграрного университета,

доктор технических наук (специальность 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы),

доцент



/ **Воробьева Наталья Сергеевна**

Дата «28» марта 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет"

Адрес: 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26

Телефон: +7 (8442) 41-18-49

E-mail: vgsga@mail.ru

