

В диссертационный совет Д 002.059.05  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Института машиноведения им.  
А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)  
101000, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д. 4

## ОТЗЫВ

### Официального оппонента

на диссертацию Романова Андрея Александровича «Разработка механизма параллельной структуры с кинематической развязкой и постоянным передаточным отношением при осуществлении вращательных движений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

**Актуальность** заключается в разработке нового механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы, обладающего кинематической развязкой поступательных и вращательных движений, постоянными передаточными отношениями между приводами и выходным звеном относительно вращательных движений. При этом механизм не имеет особых положений при вращательных движениях.

Описанные свойства синтезируемого механизма повышают точность позиционирования и ориентирования рабочего инструмента в пространстве, а также упрощают систему управления данным механизмом.

Помимо всего прочего, описанные свойства значительно упрощают процесс кинематического и динамического анализа данного механизма, поскольку из-за отсутствия сложных кинематических связей между поступательными и вращательными движениями выходного звена открывается возможность проведения анализа относительно поступательных и вращательных движений независимо друг от друга.

Таким образом, тему, выбранную автором для исследования в рамках своей диссертационной работы, можно считать актуальной.

Во введении формируются цель и задачи, которые ставятся автором данной работы, приводятся основные сведения о научной новизне, теоретической и практической значимости и т.д.

В первой главе проводится обзор существующих технических решений по обеспечению механизма одним или несколькими из описанных ранее свойств синтезируемого механизма параллельной структуры, а также методов и алгоритмов их синтеза и анализа. Приводится список исследований, занимавшихся данными вопросами ранее и их основные достижения в этой области. Окончательно утверждается цель и задачи исследования.

Во второй главе проводится структурный синтез и анализ рассматриваемого в работе механизма параллельной структуры. Приведены два подхода определения числа степеней свободы. Особое внимание заслуживает второй подход с разделением механизма на три независимых составляющих. Определение числа степеней свободы первого механизма, отвечающего за линейные перемещения, проводилось с использованием формулы П.О. Сомова и А.П. Малышева. Определение числа степеней свободы второго механизма, отвечающего за передачу вращений, проводилось по формуле П.Л. Чебышева. Для третьей части механизма была применена формула И.И. Артоболевского.

Далее приводится описание данного механизма с соответствующими 3D моделями.

Третья глава посвящена описанию алгоритмов решения обратных задач о положениях относительно поступательных и вращательных движений, а также приводятся численные примеры таких решений. На основе полученного решения обратной задачи о положениях относительно поступательных перемещений определена рабочая зона механизма параллельной структуры. В ходе анализа рабочей зоны механизма определены параметры, влияющие на размеры рабочей зоны синтезируемого механизма.

В четвертой главе приводятся алгоритмы решения прямых и обратных задач о скоростях относительно поступательных и вращательных движений выходного звена, основанные на методе Д. Анджелеса и К. Гослена, а также численные

примеры решения обратной задачи о скоростях. В процессе решения задач о скоростях относительно вращательных движений выходного звена было выявлено, что из-за постоянных передаточных отношений относительно вращательных движений матрица Якоби является константной, что свидетельствует об отсутствии особых положений при осуществлении вращательных движений. Также в четвертой главе исследуется динамика механизма.

В пятой главе производится оценка влияния трения в кинематических парах механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы, обладающего кинематической развязкой, постоянным передаточным отношением при осуществлении вращательных движений. Приводятся сведения о физическом прототипе, разработанном в процессе работы над диссертационной работой.

В заключении представлены результаты и выводы.

По результатам диссертации опубликовано 6 научных статей, входящих в перечень ВАК, 1 статья, входящая в базу Scopus, 1 патент РФ на полезную модель, 4 доклада на конференциях.

#### **Обоснованность и достоверность научных положений.**

Достоверность научных положений и результатов диссертационного исследования Романова А.А. не вызывает сомнений, поскольку в работе автором были использованы общепринятые методы математического анализа, дифференциального и матричного исчисления, теоретической механики, теории механизмов и машин, компьютерного моделирования. Сформулированные автором выводы согласуются с представленными результатами исследований и расчетов.

**Научная новизна** заключается в создании нового механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы, обладающего кинематической развязкой поступательных и вращательных движений, постоянными передаточными отношениями между приводами и выходным звеном относительно вращательных движений, при этом не имеющего особых положений, а также в разработке

алгоритмов структурного, кинематического и динамического анализа разработанного механизма, а также влияния сил трения в зубчатых зацеплениях.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что синтезирована новая схема механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы, обладающего кинематической развязкой поступательных и вращательных движений, постоянными передаточными отношениями между приводами и выходным звеном относительно вращательных движений. Данный механизм может быть использован на предприятиях машиностроения, пищевой, легкой и других отраслях промышленности, при этом свойства полученного механизма позволяют использовать его при высокоточных операциях. Представленные методики анализа данного механизма могут быть применимы в других механизмах параллельной структуры.

#### **Основные замечания:**

1. Не проведен анализ точности позиционирования выходного звена механизма при выполнении ориентирующих движений. Это необходимо для полной оценки его функциональных возможностей.
2. При анализе матриц частных производных не исследован вопрос наличия особых положений при поступательном движении.
3. В работе была проведена оценка влияния сил трения в зубчатом зацеплении. Однако, при проведении динамического анализа, эти силы трения не были учтены.
4. В диссертации присутствуют числовые значения параметров без указания единиц измерения.

#### **Заключение о соответствии диссертации.**

Диссертация Романова Андрея Александровича «Разработка механизма параллельной структуры с кинематической развязкой и постоянным передаточным отношением при осуществлении вращательных движений»,

представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – «Теория механизмов и машин», является законченной научно-квалифицированной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения.

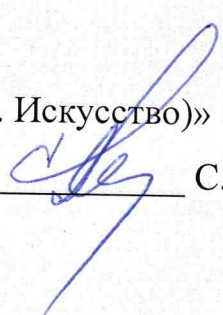
Диссертация соответствует паспорту специальности 05.02.18 – «Теория механизмов и машин» в п. 1 и 2, также соответствует требованиям, установленным п. 9-14 Положения «О присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 11.09.2021).

Принимая во внимание вышеизложенные достоинства и отмеченные недостатки, считаю, что представленная диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Романов Андрей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – «Теория механизмов и машин».

### Официальный оппонент

Заведующий кафедрой «Теоретической и прикладной механики»  
ФГБОУ ВО «Российский государственный  
университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

Д.т.н., доцент

  
С.В. Хейло

17.02.2022

Подлинность подписи удостоверяю  
Ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина»  
В.А.

