

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Филиппова Глеба Сергеевича

на тему: «Научное обоснование и разработка механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем»

по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин

на соискание ученой степени доктора технических наук

Актуальность темы исследования

В настоящее время происходит резкое расширение спектра применяемых технологий в различных областях человеческой деятельности. Например, в промышленности это развитие аддитивных технологий, в медицине – роботизированная хирургия и др.

Для реализации этих технологий целесообразно синтезировать новые механизмы, учитывающие специфику технологий и реализующие новые достижения в области теории механизмов и машин. Например, при проведении хирургических операций на брюшной полости входную точку инструмента необходимо располагать так, чтобы обеспечить её постоянство при смене ориентации инструмента в пространстве и пр.

Хорошие функциональные свойства для реализации различных технологических операций могут реализовываться с помощью механизмов параллельно-последовательной структуры.

Следовательно, диссертационная работа Филиппова Г.С., посвященная разработке нового семейства механизмов параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы для решения широкого круга

технических задач, связанных с многокоординатными манипуляционными системами, является актуальной.

Структура диссертации

Структура представленной к защите работы близка к классическому варианту диссертаций с их последовательным изложением материала. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 229 наименований. Объём диссертации составляет 324 страницы, включая 205 рисунков и 4 таблицы.

Во введении автором представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, поставлены цель и задачи диссертации, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Представлены сведения об апробации работы, публикациях.

В первой главе автором последовательно проведён анализ публикаций в области механизмов параллельной и параллельно-последовательной структур. Рассмотрены труды основных учёных в этой области. Изучены различные виды таких механизмов, их структурные схемы, задачи о положениях, задачи об особых положениях, задачи динамики и другие работы. Рассмотрены различные технические задачи, в которых целесообразно применение механизмов параллельно-последовательной структуры. Показано, что для ряда технологических, медицинских, исследовательских многокоординатных манипуляционных систем существует потребность в новых механизмах, обладающих сниженными массогабаритными характеристиками, высокой точностью, обширной рабочей зоной.

Вторая глава носит теоретический характер, в ней решается задача проведения структурного синтеза и классификации механизмов параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы. При этом предложено, что, в целом, механизм должен иметь некоторую часть, соответствующую параллельной структуре, и несколько кинематических пар,

расположенных последовательно (соответствующих последовательной структуре).

В этой же главе приведена классификация механизмов параллельно-последовательной структуры, включающей 26 вариантов таких механизмов, каждый из которых затем рассматривается отдельно. После этого любая из частей упомянутых кинематических цепей с последовательным расположением звеньев заменялась на частичный механизм параллельной структуры. Таким образом, получено 78 базовых схем механизмов параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы. Из упомянутых 78 базовых структурных схем были отобраны наиболее перспективные с точки зрения решения конкретных технических задач, для того чтобы удовлетворить специфические технические условия.

В третьей главе автором решены задачи о положениях, рассматривались вопросы кинематического и динамического анализа механизмов параллельно-последовательной структуры, имеющих перспективы приложения в аддитивных технологиях, в высокоточном оборудовании, применяемом для изготовления и обработки деталей сложной формы, а также в вертебральной хирургии. Приведены результаты моделирования.

Четвертая глава рассматривает механизм параллельно-последовательной структуры, часть которого представляет собой трипод, обеспечивающий доступ к изготавливаемому или обрабатываемому объекту с разных сторон под разными углами. Данный механизм может быть использован при разработке роботов для аддитивных технологий в изготовлении и обработке сложных деталей и элементов авиационной и космической отраслей. Рассматриваемый механизм был исследован с точки зрения решения обратной задачи о положениях, а также решены прямая и обратная задачи о скоростях, рассмотрена обратная задача динамики для частичного механизма параллельной структуры.

Глава 5 диссертации посвящена механизму параллельно-последовательной структуры, в котором имеется частичный сферический механизм,

обеспечивающий постоянство точки ввода рабочего органа. Данный механизм имеет преимущества для применения в составе РТК робото-ассистированной хирургии. В диссертации он рассматривается в качестве альтернативы известному хирургическому роботу daVinci, имеющему последовательную структуру. Рассматриваемый механизм был также исследован с точки зрения решения обратной задачи о положениях, задач о скоростях, рассмотрена задача об управлении этим механизмом.

В главе 6 рассмотрены некоторые действующие экспериментальные образцы механизмов параллельно-последовательной структуры, показаны возможные применения данных механизмов для технологических, медицинских, исследовательских многокоординатных манипуляционных систем, а также рассмотрены некоторые условия, определяющие функциональные возможности данных устройств.

Научная новизна представленной диссертации заключается в следующем:

- впервые получено новое семейство механизмов параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы, включающих частичный механизм параллельной структуры и частичный механизм последовательной структуры;
- определены их кинематические и динамические свойства, связанные с конкретными техническими применениями.

Теоретическая значимость разработана методология синтеза и исследования нового семейства механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем с учётом специфики задач.

Работа может иметь дальнейшее эффективное развитие для механизмов и машин, выполняющих другие (от рассмотренных в диссертации) функциональные задачи.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что разработано семейство механизмов параллельно-последовательной структуры, которое может решать широкий круг технических задач для вертебральной и урологической хирургии, для исследования свойств плазмы, для изготовления элементов реактивных двигателей, для производственных систем, в частности аддитивной технологии. Кроме того, разработанные методики синтеза и анализа, созданные алгоритмы и программы могут найти широкое применение для многих других технических приложений.

Использование результатов диссертационной работы в различных исследовательских и производственных структурах подтверждается соответствующими документами.

Достоверность полученных результатов диссертации подтверждается использованием общепринятых допущений, апробированных методик структурных, кинематических и динамических исследований, а также частичной проверкой результатов на основе численных и натуральных экспериментов. Полученные результаты согласуются с опубликованными результатами научных исследований и экспериментов других авторов. Основные результаты прошли апробацию на научно-технических конференциях различного ранга.

Замечания по диссертации

По работе можно высказать ряд замечаний, носящих скорее рекомендательный характер:

1. В работе при синтезе механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем делается ссылка на области применения (раздел 1.2), однако не сформулирована отдельно специфика этих областей применения, влияющая на выбор той или иной предпочтительной схемы механизмов параллельно-последовательной структуры.

2. Методологию структурного синтеза механизмов параллельно-последовательной структуры (раздел 2.3), являющуюся одним из результатов работы, целесообразно было бы отдельно сформулировать и проиллюстрировать.

3. В работе делается утверждение о том, что для многих технических задач необходимо иметь пять степеней свободы рабочего органа (с. 5), однако это утверждение не подкреплено доказательствами, ссылками и т.п.

4. В работе на стр. 279 делается вывод о предпочтительной схеме механизма параллельно-последовательной структуры, однако этот вывод следовало бы сделать более развернутым.

5. В диссертации имеются пунктуационные и орфографические ошибки (например, сс. 111, 147, 169), опечатки (например, с. 120), используются малораспространенные обозначения переменных, имеются отклонения от правил оформления диссертаций (например, с. 15).

Общая оценка работы

Высказанные выше замечания не снижают общей высокой оценки представленной работы, которая соответствует по паспорту специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин следующим пунктам области исследования: п. 2 (Синтез (в том числе автоматизированное проектирование) структурных и кинематических схем механизмов и обобщенных структурных схем машин, оптимизация параметров.).

Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию работы и достаточно полно раскрывает её научную и практическую ценность.

Количество публикаций по теме диссертации, включая двадцать в изданиях из перечня ВАК, является достаточным.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертация Филиппова Г.С. по своему научному уровню, новизне и практической значимости представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную лично автором, имеет существенное значение для теории механизмов и машин, соответствует

критериям, изложенным в п. 9 положения ВАК РФ, которым должны отвечать диссертации, представленные на соискание учёной степени доктора технических наук, а её автор Филиппов Г.С. заслуживает присуждения ему учёной степени доктор технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Официальный оппонент:

Заместитель директора по научной работе
ФГБУН Институт проблем механики им. А.Ю.Ишлинского
Российской академии наук,
д.т.н., профессор РАН, доцент

 Ермолов Иван Леонидович

22.10.19

05.02.05 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы

119526, Москва,
пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1
тел. (495) 434-3547
e-mail: ermolov@ipmnet.ru

Подпись Ермолова И.Л. заверяю
Ученый секретарь
ИПМех РАН М.А. Котов

