

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Филиппова Г.С.

«Научное обоснование и разработка механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 – «Теория механизмов и машин».

Диссертационная работа Филиппова Г.С. посвящена разработке, созданию и эффективному применению новых механизмов параллельно-последовательной структуры со многими степенями свободы, отличающихся повышенными показателями по грузоподъемности, точности, быстродействию. Такие механизмы, как указывает автор, являются перспективными при обработке материалов, а также в медицине, измерительных системах и других технологических процессах.

Поэтому тема данного научного исследования, связанная с разработкой, созданием алгоритмизацией, теоретическим и экспериментальным исследованием нового семейства механизмов параллельно-последовательной структуры, прежде всего с пятью степенями свободы, предназначенных для решения широкого круга технических задач, представляется перспективной и логичной.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

Содержание работы

Диссертация изложена на 324 страницах, имеет 205 рисунков и 4 таблицы, состоит из введения, шести глав, заключения и списка цитируемой литературы (229 наименований).

Анализ содержания работы

Во введении обосновывается необходимость и актуальность выполненной автором работы. Сформулированы цели работы. Показана теоретическая и практическая значимость работы. Приведены научная новизна работы, выносимые на защиту вопросы и использованные в работе методы исследования. Показан личный вклад автора в выполнение данной диссертации. Обосновывается достоверность полученных результатов и приводится список конференций и семинаров, на которых апробировались работы по теме диссертации. Приводится структура диссертации.

В первой главе диссертант проводит обзор механизмов параллельной и параллельно-последовательной структуры.

Начинает первую главу автор с утверждения, что количество публикаций по механизмам параллельной структуры весьма велико, а публикаций, касающихся механизмов параллельно-последовательной структуры, гораздо меньше. Поэтому он решает в своей работе уделить большее внимание механизмам последовательно-параллельной структуры со многими степенями свободы, поскольку они имеют простую конструкцию и находят широкое практическое применение.

Следует отметить, что такой вывод имеет право на существование, но научно и логически он не совсем обоснован.

В дальнейшем в первой главе приводится широкий список авторов, которые занимались как созданием, так и исследованием механизмов параллельной структуры, а также делается обзор конструкций этих механизмов различного конструктивного исполнения (направляющие, сферические, триподы и т.д.) и технологического назначения.

Также автором рассмотрены два механизма параллельно-последовательной структуры – это робот Трисепт и грузоподъемный механизм И.А. Несмиянова.

К сожалению, в приводимом автором обзоре механизмов параллельной структуры и результатов их исследования нет критического анализа результатов.

В дальнейшем автор рассмотрел перспективные области применения механизмов параллельно-последовательной структуры. Такие механизмы, по мнению диссертанта, целесообразно применять в металлообработке сложных деталей, медицине при проведении хирургических операций, зондовой диагностике плазменных потоков.

Завершается глава тем, что автор делает вывод о существовании большой круга технических задач, которые целесообразно решать с помощью механизмов параллельно-последовательной структуры.

Глава 2 диссертации посвящена классификации и структурному синтезу механизмов параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы.

Начинается глава с того, что диссертант ограничивает область своей деятельности, а именно он отмечает, что в дальнейшем при разработке новых механизмов параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы будет только использовать кинематические цепи, в состав которых будут входить одноподвижные кинематические пары. Почему именно автором были введены такие ограничения, разъяснений в работе нет. Для увеличения нагрузочной способности создаваемых устройств, автор решает

заменять часть основных кинематических цепей так называемыми им «частичными механизмами», которые имеют три степени свободы.

В дальнейшем диссертант разрабатывает таблицы 2.1 и 2.2 (синтезирует механизмы), в которых прописывает возможные кинематические цепи при последовательно-параллельном расположении кинематических пар. По его расчётам всего таких механизмов может быть создано 78 вариантов. Затем он последовательно для этих механизмов приводит структурные схемы, и определяют по структурным формулам их подвижности. Правда непонятно, зачем автор определяет подвижности синтезированных им механизмов, ведь они синтезировались из условия наличия у них пяти степеней свободы. Проведенный структурный анализ большинства исследуемых механизмов является не корректным и поэтому автор вынужден логически корректировать полученные результаты.

В конце второй главы автор рассматривает и анализирует наиболее перспективные с точки зрения выполнения специфических технологических задач механизмы параллельно-последовательной структуры.

Глава 3 посвящена вопросам исследования кинематики и динамики механизмов, имеющих параллельно-последовательную структуру.

Глава начинается с решения задачи о положениях механизма, в соответствии с классификацией автора типа пПВПв. Для исследования этого механизма автор выбирает две системы координат, одну из которых он связывает с рабочим инструментом, а вторую систему располагает в геометрическом центре направляющей рамы. Исследование положений звеньев механизма проводится с помощью матриц.

Для проверки полученных результатов автор, используя методы геометрии, находит положения звеньев этого механизма. Отметим, что автор проверяет найденные системы уравнений на конкретном механизме и получает одни и те же результаты, что свидетельствует о достоверности найденных решений.

Аналогичную работу автор поводит и для механизма параллельно-последовательной структуры вида пПВПв.

Во втором параграфе главы 3 автор, используя метод Д. Анджелеса и К. Гослена, находит скорости интересующих его точек исследуемых механизмов. Как и в предыдущем случае, автор проверяет найденные формулы на конкретных механизмах.

В третьем разделе автор исследует динамику «частичного» плоского механизма. При этом на стр. 151 автор задаётся требуемым ему из условий управления законом движения выходного звена и определяет силы, которые его могут реализовать.

В четвертой главе проводится определение подвижности и исследуется кинематика и динамика механизмов с пятью степенями свободы, имеющих параллельно-последовательную структуру, в которые с целью упрощения управления вводится карданный шарнир.

Глава начинается с определения подвижности исследуемого механизма, а затем автор, применяя те же алгоритмы и методы, как и в третьей главе, решает следующие задачи:

- выбирает системы координат;
- определяет положения звеньев исследуемого механизма;
- на конкретном примере проверяет найденные решения;
- находит скорости исследуемого механизма;
- определяет положения «частичного» механизма параллельной структуры с тремя степенями свободы и карданным шарниром;
- на примерах исследует найденные решения;
- находит скорости механизма с тремя степенями свободы и карданным шарниром;
- решат первую задачу динамики (находит силы (моменты) в приводах, при которых исполнительный механизм перемещается по заданному закону) «частичного» механизма;
- варьируя параметрами устройства и начальными условиями, исследует найденные решения, для чего строит графики изменения координат, скоростей и фазовые траектории.

Глава 5 посвящена созданию и исследованию механизмов параллельно-последовательной структуры, которые имеют в своём составе круговые направляющие.

В главе рассматривается механизм параллельно-последовательной структуры, в котором имеется «частичный сферический механизм». Данный механизм, по мнению автора, может быть альтернативой известному роботу *daVinci*, который, как известно, имеет последовательную структуру.

Начинается пятая глава с определения подвижности манипулятора *daVinci*. Автор показывает, что манипулятор *daVinci* имеет две избыточные степени свободы, что усложняет его конструкцию и эксплуатацию. Поэтому в качестве объекта своего дальнейшего исследования он выбирает механизм параллельно-последовательной структуры с шестью степенями свободы.

В дальнейшем диссертант показывает, что выбранный им для исследования механизм обеспечивает сохранение центра ввода инструмента без наличия избыточных приводов, что выгодно отличает его от робота *daVinci*.

В завершении пятой главы автор решает аналогичные задачи по исследованию механизма, альтернативного роботу *daVinci*, которые он решал в четвёртой и пятой главах при исследовании других механизмов,

Шестая глава озаглавлена как «Экспериментальные исследования и возможные применения механизмов параллельно-последовательной структуры».

Однако глава, главным образом, посвящена рассмотрению конструкций и отдельных узлов и элементов, созданных в ИМАШе действующих образцов механизмов параллельно-последовательной структуры, и приводятся рекомендации по их перспективному применению.

В частности, приводятся конструкции и их отдельные узлы, содержащие карданный шарнир («частичный механизм» ВПВ), круговую направляющую («частичный механизм» ВВВ), а также плоский механизм («частичный механизм» ПВП).

Также в этой главе диссертант исследует особые положения механизмов параллельно-последовательной структуры, строит их рабочие зоны и изучает влияние на точность позиционирования рабочего органа неточностей изготовления звеньев.

В заключении шестой главы автор определяет перспективные области применения механизмов параллельно-последовательной структуры в различных сферах деятельности человечества. По мнению автора, такими перспективными областями применения механизмов параллельно-последовательной структуры являются авиастроение, медицина, зондовая диагностика плазменных потоков и так далее.

Заканчивается работа традиционным *заключением (выводами)*, в котором отмечаются основные результаты, полученные автором в результате выполнения диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Теоретические и экспериментальные результаты Филиппова Г.С. получены при использовании общепринятых положений и методов механики машин, теории машин и механизмов, теоретической механики и математики. Допущения, которые делались автором, являются общепринятыми, а использованный математический аппарат широко известен и хорошо проверен.

Работа достаточно хорошо апробирована на конференциях различного уровня и широко опубликована в печати.

Заемствованный материал оговорен ссылками на соответствующую литературу.

Расчётные данные не вызывают сомнений.

Основные результаты, полученные в работе, можно признать достоверными.

Значимость для науки и практики полученных результатов.

Диссертационная работа Филиппова Г.С. носит как теоретический, так и прикладной характер.

К наиболее ценным результатам работы следует отнести:

- привлечение внимания специалистов к проблеме создания и механизмов параллельно-последовательной структуры и их экспериментального и теоретического исследования;
- создание кинематических и динамических математических моделей исследованных механизмов манипуляторов параллельно-последовательной структуры;
- разработку метода и алгоритма синтеза структурных схем механизмов параллельно-последовательной структуры;
- теоретические и динамические исследования созданных машин и механизмов;
- определение рациональных траекторий и конфигураций создаваемых устройств для реализации требуемого положения рабочего органа;
- проведен анализ влияния неточности изготовления звеньев на движение рабочего органа;
- результаты теоретических и расчётных исследований;

Рекомендации по использованию

Диссертационная работа Филиппова Г.С. «Научное обоснование и разработка механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем», представляет собой научное исследование, относящееся к основам теоретического исследования механизмов параллельно-последовательной структуры.

Результаты, полученные в работе, несомненно, важны как для практики, так и для теории. Разработанные как физические, так и математические модели, стенды и методики проведения расчетных работ, измерений и экспериментальных исследований целесообразно довести как до предприятий, разрабатывающих, изготавливающих и эксплуатирующих различные механические системы, так и до организаций занимающиеся их созданием и исследованием.

Разработанные стенды и методики, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований целесообразно передать машиностроительным предприятиям, а также в сервисные службы, которые занимаются обслуживанием и ремонтом машин.

Материалы диссертации представляют интерес для конструкторских и технологических коллективов, занимающихся созданием и исследованием машин и механизмов различного технологического назначения.

Замечания по работе.

1. В приведённом обзоре механизмов параллельной структуры и результатов их исследования отсутствует критический анализ результатов. Поэтому, первая глава не полностью выполнила свою функцию, так как из неё не вытекают цель работы и решаемые в диссертации задачи.

2. Нет конкретных обоснований тому, почему автор остановился на механизмах параллельно-последовательной структуры с пятью степенями свободы. Обоснование вида «Речь идет о том, что они должны обладать повышенными показателями по точности и грузоподъемности, а также о том, что они должны иметь достаточно большую рабочую зону» не убедительно.

3. Структурные схемы механизмов выполнены с отступлением от принятых в ТММ условных обозначений. Непонятна необходимость введения нового термина «частичные механизмы».

4. Некорректно определены подвижности большинства исследуемых механизмов и поэтому автор вынужден логически корректировать полученные результаты.

5. Структурный анализ исследуемых механизмов проведён только по структурным формулам, без учета работ А.Н. Дровникова, С.А. Кузнецова, В.И. Пожбелко, Э.Е. Пейсаха, А.И. Смелягина, Р.Д. Сухих, В.А. Терешина и др. Хотя известно, что любая структурная формула – это необходимое, но не достаточное условие для того, чтобы достоверно оценить структуру и правильно провести синтез и анализ машин и механизмов.

6. Изучение работы сильно затрудняют:

- применяемые в работе не общепринятые обозначения физических величин и применяемые термины, например: $\ddot{\alpha}$ - *угловое* ускорение центра масс; J – момент инерции выходного звена; $\delta x, \delta y, \delta \alpha$ - *элементарные перемещения* вдоль осей x, y и вокруг оси z соответственно; *частичный плоский* механизм; *частичный механизм* параллельной структуры;
- часто не строго записанные индексы, например, смотри стр.117;
- многочисленные описки, например, в третьем уравнении системы на стр. 150 вместо сил должны стоять моменты сил;

7. Синтез механизмов надо было вести не по структурным формулам, а по структурным математическим моделям.

8. Приведенные в работе графики приводятся без их анализа, что снижает их практическую ценность.

9. В диссертационной работе фактически отсутствует информация об экспериментальных стендах и методиках проведения и обработки эксперимента.

10. В работе говорится о передаче некоторых разработок промышленности, но нет документов, свидетельствующих о внедрении результатов работы.

Заключение

Диссертационная работа Филиппова Г.С. «Научное обоснование и разработка механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем представляет собой исследование в области теории машин и механизмов, относящееся, главным образом, к синтезу и анализу механизмов параллельно-последовательной структуры для многокоординатных манипуляционных систем. Результаты, полученные в работе, несомненно, важны как для практики, так и для теории.

По актуальности и результатам исследования рецензируемая работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Диссертационная работа соответствует специальности, по которой она защищается, и её можно считать законченной.

Работа достаточно полно освещена в печати.

Автореферат, в основном, отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа показывает, что Филиппов Г.С. владеет современными методами исследований механизмов и машин.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Филиппов Глеб Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Официальный оппонент,

доктор технических наук, профессор
кафедры «Наземного транспорта и механики»
ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»
ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Почтовый адрес организации:
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, корп. «А».

Телефон (факс):
8(861)2596592

E-mail:
adm@kgtu.kuban.ru

