

ОТЗЫВ

на диссертацию П.А. Ларюшкина «Синтез и анализ механизмов параллельной структуры с использованием технически обоснованных условий близости к особым положениям», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2 Машиноведение.

Содержание работы и публикации по теме исследований

Диссертация изложена на 304 страницах и состоит из введения, восьми глав, заключения и списка литературы.

Во введении кратко обоснована актуальность и мотивация для проведения исследований, а также приведены основные сведения, в том числе, о научной новизне работы, ее практической значимости и использовании результатов.

Первая глава посвящена обзору использования механизмов параллельной структуры и современного состояния проблемы анализа особых положений. По итогам главы подтверждается актуальность работы и адекватность сформулированных во введении цели и задач.

Во второй главе описывается классификация особых положений, а также предлагаемые методы оценки близости к особым положениям и алгоритмы их применения к расчету механизмов различных типов. Данная глава подводит теоретическую основу под последующие главы.

Главы с третьей по шестую представляют собой примеры расчетов различных механизмов, на которых демонстрируются конкретные особенности применения предложенных методов.

В седьмой главе приводятся описание и результаты экспериментов, служащие подтверждением правильности предложенных расчетных методов.

Восьмая глава посвящена конструированию устройства на базе механизма параллельной структуры. В процессе синтеза, анализа и, собственно, конструирования предложенные методы используются для

определения конструктивных параметров механизма, подбора приводов и проверочных расчетов конструктивных элементов.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Список литературы включает 278 позиций.

По теме исследований опубликовано 47 научных трудов, включенных в общий список литературы диссертации. Из них 10 статей опубликовано в журналах из перечня ВАК по соответствующей научной специальности, 12 статей – в российских переводных изданиях и 13 статей – в зарубежных изданиях, индексируемых в базах WOS и SCOPUS.

Актуальность темы диссертации.

Существование различных типов особых положений у механизмов параллельной структуры является, во многом, их главным недостатком. Невозможность работы в таких положениях и вблизи них накладывает существенные ограничения на применимость указанных механизмов. При этом существующие методики оценки близости к особым положениям в подавляющем большинстве неприменимы к реальным машинам, т.к. имеют сугубо теоретический характер. В этой связи крайне остро стоит проблема разработки таких способов оценки близости к особым положениям, которые могли бы быть использованы непосредственно при проектировании механизмов в инженерных расчетах. Таким образом, тема диссертации, посвященной решению указанной проблемы, представляется актуальной.

Научная новизна и практическая значимость результатов.

По итогам исследований сформулировано 7 основных результатов, отражающих решение поставленных задач.

Первый результат заключается в создании новой классификации особых положений по типу изменения подвижности механизма, а также разработке математических условий их возникновения.

Второй и третий результаты заключаются в разработке критериев близости к особым положениям разных типов, использующих реальные физические величины (скорости и силы), а также методов и практических алгоритмов расчета численных значений указанных критериев двумя различными способами.

К четвертому и пятому пунктам отнесено создание математических моделей различных механизмов параллельной структуры (в том числе новых), а также результаты расчетов, выполненных с использованием данных моделей. При этом каждый из механизмов обладал какой-либо особенностью, позволяющей продемонстрировать гибкость предложенных методов и их применимость к широкому спектру механизмов подобного типа.

Шестой пункт отражает разработку экспериментального стенда и результаты проведенных на нем экспериментальных исследований, подтвердивших достаточную точность предлагаемых расчетных методов.

Седьмой результат заключается в разработке реального устройства с использованием предложенных в работе методов определения близости к особым положениям при непосредственном конструировании устройства, его проектных и проверочных расчетах.

Научную новизну составляют новая классификация особых положений с математическим описанием, новые методы оценки близости к особым положениям с использованием физических величин, теоретическое обоснование возможности использования аппарата линейной алгебры при проведении вычислений винтовым методом, математические модели различных механизмов параллельной структуры (включая ранее неизвестные). Практическая значимость обусловлена разработкой прикладных алгоритмов и программ, использующих предложенные методы и математические модели механизмов, созданием двух действующих моделей реальных устройств, использованных для экспериментальных исследований и отработки применения предложенных методов в непосредственном конструировании, а также методикой проведения эксперимента и новыми

экспериментальными данными в части исследования передачи нагрузки с выходного звена на приводы механизма.

Научная новизна и практическая значимость в полной мере отражены в соответствующих пунктах введения и, вместе со сформулированными результатами, полностью соответствуют материалу, изложенному в основной части диссертации.

Обоснованность и достоверность результатов.

Достоверность полученных результатов и их обоснованность не вызывает сомнений. Задачи, сформулированные в работе, полностью соответствуют поставленной цели. Решение указанных задач проводилось в полном соответствии с принятыми в научной среде подходами и допущениями и с использованием известных и подтвержденных методов математики, механики и прикладных инженерных наук.

Замечания по содержанию работы.

1. Во введении при описании реализации результатов работы следовало бы указать в каких именно научно-исследовательских проектах автор был участником, а в каких – руководителем.

2. В заголовке таблицы 1 приведенный в пример робот назван механизмом SCARA с параллельной кинематической структурой, что не совсем корректно, т.к. робот, подразумеваемый под аббревиатурой SCARA, имеет вполне конкретную последовательную структуру.

3. Обратная матрица Якоби по тексту диссертации обозначена $J_{об}$, и автор отмечает, что в общем случае данная матрица не квадратная. Но при анализе механизмов рассматриваются только случаи с квадратной матрицей, поэтому автор мог бы использовать более привычное обозначение J^{-1} .

4. Неясно, почему при анализе механизмов винты приводятся к выходному звену, а не к началу неподвижной системы координат.

5. В качестве примеров представлены расчеты для механизмов с шестью, четырьмя, тремя и двумя степенями свободы. Пример механизма с пятью степенями свободы не рассмотрен.

6. Восьмая глава посвящена конструированию механизма для установки трехмерной печати, при этом сама установка в главе не показана.

Высказанные замечания не носят критического характера и не снижают общей ценности работы и полученных в ней результатов.

Общая характеристика работы и заключение.

Диссертация представляет собой выполненную на высоком уровне законченную научно-квалификационную работу, посвященную решению актуальной научной проблемы синтеза и анализа механизмов параллельной структуры с учетом риска потери работоспособности механизмом вблизи особых положений. Решение данной проблемы имеет важное практическое значение, поскольку позволяет усовершенствовать методы проектирования и конструирования машин, использующих механизмы параллельной структуры, повысить достоверность их инженерных расчетов и, в конечном итоге, создавать более совершенные и оптимизированные машины, что обуславливает хозяйственно-экономическую значимость представленной диссертации.

Диссертация хорошо и логично структурирована. Сначала приводятся исчерпывающие сведения о текущем состоянии исследований в выбранной области. Затем формулируется вся необходимая теоретическая база предлагаемого решения рассматриваемой проблемы, после чего приводятся примеры расчетов различных механизмов, наглядно демонстрирующие их многочисленные особенности и гибкость предлагаемых методов. После этого теоретические расчеты подтверждаются экспериментальными исследованиями и, наконец, приводится пример, собственно, проектирования реальной машины (устройства перемещения и позиционирования) по техническому заданию с использованием предложенных методов.

Достоверность и обоснованность полученных результатов, а также их научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

По теме работы опубликовано более 30 научных трудов в рецензируемых журналах, пройдена апробация на ведущих конференциях и симпозиумах в области теории механизмов и машин и механики роботов.

Диссертация «Синтез и анализ механизмов параллельной структуры с использованием технически обоснованных условий близости к особым положениям» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (п.п. 9-11, 13, 14), а ее автор П.А. Ларюшкин достоин присвоения ему ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.5.2. Машиноведение.

официальный оппонент

доктор технических наук, доцент

(специальность докторской диссертации

05.02.02 «Машиноведение, системы приводов

и детали машин»), и.о. ректора

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный

технологический университет»

П.А. Ларюшкин
12.09.23



Лагерев

350072, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2

+7(861)2745253, lagerev-bgu@yandex.ru