

В диссертационный совет Д 212.144.03  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
университет дизайна и технологии»

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА**

на диссертационную работу Хейло Сергей Валерьевича «Разработка научных основ создания манипуляционных механизмов параллельной структуры для робототехнических систем предприятий текстильной и легкой промышленности», представленную в диссертационный совет Д 212.144.03 при ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 — Машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность).

### **Актуальность избранной темы**

Разработка информационных систем, средств автоматизации и роботизации повышают экономический, организационный и информационный уровень производства, обеспечивая производительность оборудования и высокое качество выпускаемой продукции. Данная работа является актуальной, так как она посвящена разработке анализу и синтезу новых робототехнических и манипуляционных механизмов параллельной структуры. Указанные механизмы являются более работоспособными, производительными и точными, чем существующие механизмы традиционной последовательной структуры.

### **Новизна научных исследований и результатов и их достоверность**

Научную новизну составляют:

1. Выполненная автором классификация механизмов параллельной структуры, соответствующая трехчленным группам винтов.
2. Разработанные структурные схемы механизмов параллельной структуры для совершения плоского, поступательного и вращательного движений рабочего органа.
3. Сравнительный анализ задач кинематики и синтеза манипуляционных механизмов параллельной структуры, выполненные с использованием традиционных методов и винтовым исчислением.
4. Решенные задачи кинематического анализа и синтеза для разработанных автором манипуляционных механизмов поступательно направляющего и сферического типа.
5. Полученный критерий особых положений манипуляционных механизмов параллельной структуры.

6. Частотный анализ плоского, поступательно направляющего и сферического манипуляционных механизмов параллельной структуры.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью применения математических выкладок, использованием численных методов решения, математического и компьютерного моделирования. Выполнена частичная проверка теоретических расчетов натурным экспериментом.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Представленные в диссертации результаты научных исследований прошли всестороннюю апробацию на российских и международных научных конференциях, подтверждены патентами РФ на изобретение и на полезную модель; ряд результатов работы внедрен на предприятиях отрасли. В работе использовался аппарат теоретической механики, аналитической геометрии, винтового исчисления, математического моделирования, теории колебаний.

### **Оценка содержания и оформление диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, общих выводов, списка использованных источников и приложения. Работа имеет строгую последовательную структуру, целостный и законченный характер, написана грамотным научным языком.

Первая глава носит достаточно широкий и полный характер и посвящена анализу конструкций роботов и манипуляционных механизмов, применяемых на предприятиях текстильной и легкой промышленности. В главе представлен обзор литературных источников, посвященных структурному и кинематическому анализу плоских и пространственных манипуляционных механизмов. К сожалению, в данном разделе не указано, какие именно исследования были выполнены ранее теми или иными авторами, что несколько затрудняет дальнейшее чтение работы с точки зрения обоснования её задач. В этой же главе предложена классификация механизмов параллельной структуры для выполнения технологических и вспомогательных операций на предприятиях текстильной и легкой промышленности. Это представляет собой практический и научный интерес.

Вторая глава посвящена структурному и кинематическому анализу плоских манипуляционных механизмов параллельной структуры. Показано, что применение традиционных методов теории кинематического анализа механизмов и методов теории винтового исчисления приводит к аналогичным результатам. Причем, применение методов теории винтового исчисления позволяет сократить трудоемкость расчетов. Следует отметить, что из текста



диссертации не ясно, как при решении задачи о положении звеньев осуществляется выбор варианта компоновки (сборки) механизма. В ряде случаев в тексте отсутствуют единицы измерения длин звеньев исследуемого механизма. При использовании методов винтового исчисления в диссертации применяются такие термины, как «сила» и «момент». Так как понятия силы и момента в теории кинематики механизмов отсутствуют, в тексте работы следовало бы отметить, что указанные термины используются применительно к математическому аппарату теории винтового исчисления. Интересным является решение задачи об особых положениях механизма. Однако, в тексте диссертации необходимо было бы сказать, что автор не ставит цель определения всех особых положений, а получает их путем перебора на ЭВМ в процессе численного счета. При решении задачи определения рабочей зоны следовало бы указать границы изменения обобщенных координат согласно выбранной расчетной схеме.

В третьей главе рассмотрена задача кинематики и синтеза поступательно-направляющего механизма. Построение данной главы аналогично второй главе. Она содержит аналогичные достоинства и недостатки.

В четвертой главе рассмотрены задачи кинематики и синтеза сферических манипуляционных механизмов параллельной структуры. Аналогично, как и во второй главе, решены задачи традиционными методами и методами теории винтового исчисления. Как и во второй главе, здесь не указано какая из задач о положении звеньев механизма решается – прямая или обратная.

Пятая глава посвящена динамическому анализу манипуляционных механизмов параллельной структуры. При этом основное внимание уделено определению собственных частот колебаний. К сожалению, в главе отсутствует динамическая модель механизма, направления действия сил и определение обобщенных координат, что затрудняет чтение главы. Определены собственные частоты манипуляционных механизмов параллельной структуры. Предложен частотный критерий (стремление собственных частот к нулю) для определения особых положений. В тексте диссертации, по-видимому, допущена опечатка в формуле (5.14). К сожалению, представленные в главе результаты численного решения не достаточно глубоко описаны.

Шестая глава является последней теоретической главой диссертации и посвящена вопросам управления манипуляционными механизмами параллельной структуры. В главе дается описание управления плоскими, поступательно направляющими и сферическими манипуляционными механизмами параллельной структуры. Автор обращает внимание на возможность перехо-

да через особые положения посредством управления. Желательно было бы обратить внимание на математические модели двигателей, особенно это относится к асинхронным и шаговым двигателям.

Последняя седьмая глава посвящена разработке макетов для определения работоспособности исследуемых механизмов, исследуемых в диссертационной работе.

В заключение диссертации приведены выводы по работе. Так как эти выводы не имеют нумерации, то это затрудняет чтение. К сожалению, автор постеснялся указать свой вклад в систематизацию синтеза кинематических цепей для плоских, поступательных и сферических манипуляционных механизмов параллельной структуры, а также не указал, что исследуемые в работе сферические и поступательно направляющий механизмы предложены им и анализируются впервые.

В тексте диссертации и автореферате говорится о трех патентах РФ на изобретение, и трех патентах РФ на полезную модель. Следовало бы указать это в выводах.

Следует отметить, что в тексте работы содержится ряд опечаток и неточностей, например, в рисунках 7.22, 7.23.

### **Практическая значимость**

В диссертации предложены новые структурные схемы механизмов параллельной структуры для плоских, поступательных и вращательных движений, необходимые для выполнения технологических операций предприятий текстильной и легкой промышленности. Выполнен анализ функциональных возможностей разработанных манипуляционных механизмов параллельной структуры с учетом особых положений и точности. Разработаны конструкции физических моделей, а также приведены рекомендации по проектированию указанных механизмов на основе комплекса алгоритмов для решения задач их кинематического анализа и синтеза. На основе выполненных исследований автором получены 6 патентов РФ. Ряд результатов работы внедрены на предприятиях отрасли.

### **Заключение**

Диссертационная работа Хейло Сергея Валерьевича на тему «Разработка научных основ создания манипуляционных механизмов параллельной структуры для робототехнических систем предприятий текстильной и легкой промышленности» является научно квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований изложены новые научно обоснованные техни-



ческие решения задач в области создания современных робототехнических устройств для предприятий текстильной и легкой промышленности.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит научную новизну и практическую ценность. Научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствуют о серьезном вкладе автора диссертации в науку.


Основные результаты диссертации опубликованы в 42 печатных работах, в том числе 17 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, в 6 иностранных журналах и 6 патентов РФ.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают достоинства основных результатов и выводов.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Хейло Сергей Валерьевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность).

Заведующий кафедрой машиноведения  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский  
государственный университет технологии и дизайна»  
доктор технических наук, доцент



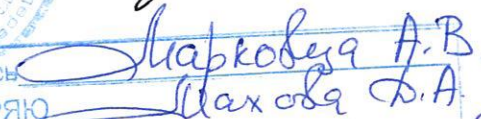
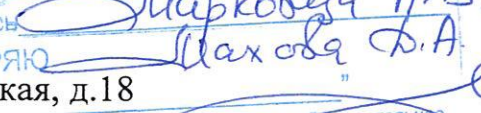
 Марковец А.В.

Подпись заверяю

Адрес: 191186, г. С-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

Тел. (812) 310-35-05

E-mail: mash@sutd.ru

Подпись  Марковец А.В.  
ЗАВЕРЯЮ  Шахова Д.А.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
университет технологии и дизайна»