

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

**ОТЗЫВ**  
**ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**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 научной специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность).

**Актуальность избранной темы**

В современных условиях решение задач комплексной механизации и автоматизации производств существенно возрастает во всех отраслях промышленности, в том числе в текстильной и легкой промышленности. Внедрение средств автоматизации и роботизации позволяет решить не только экономические и организационно-технические задачи, но и обеспечить более высокое качество продукции, эффективность производства, улучшение условий труда.

Представленная диссертационная работа Хейло Сергея Валерьевича посвящена разработке научных и методологических основ создания манипуляционных механизмов нового класса, а именно манипуляционных механизмов параллельной структуры, для робототехнических систем предприятий текстильной и легкой промышленности. Класс манипуляционных механизмов параллельной структуры обладает отличительными свойствами по сравнению с механизмами традиционной последовательной структуры, в частности, более высокой грузоподъемностью, жесткостью, скоростью, точностью. Данные механизмы достаточно широко применяются в различных отраслях промышленности, однако на предприятиях текстильной и легкой промышленности они не используются. Таким образом, тема диссертационной работы, направленной на разработку комплексного подхода к созданию манипуляционных механизмов параллельной структуры для робототехнических систем предприятий текстильной и легкой промышленности является актуальной.

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

Основные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, обоснованы и достоверны, так как подтверждаются применением современных методов решения инженерных задач, корректным применением теории машин и механизмов, аналитической и численной геометрии, теории автоматического управления, теории колебаний, а также путем математических доказательств и математического моделирования, экспериментальных исследований. Результаты исследований обсуждались и докладывались на российских и международных научных конференциях, апробированы и внедрены в практическую деятельность предприятий.

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

В качестве научных результатов, полученных автором и отличающихся научной новизной можно отметить:

1. Предложены научные и методологические основы проектирования механизмов параллельной структуры применительно к предприятиям текстильной и легкой промышленности, базирующиеся на структурно-параметрическом синтезе механизмов.
2. Разработаны ряды механизмов, на основе проведенного кинематического и динамического анализов, исследования вопросов точности.
3. Исследованы процессы динамики механизмов, связанные с взаимным влиянием между степенями свободы.
4. Сформированы алгоритмы управления механизмами параллельной структуры, являющиеся основой повышения производительности механизмов данного класса.
5. Предложен новый динамический критерий особых положений, основанный на изучении собственных частот. Результаты расчетов сопоставлены с кинематическими критериями.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Она обеспечивается общепринятыми допущениями, применением численных методов решения, математического и компьютерного моделирования. Расчеты ряда задач кинематики и динамики проведены различными методами и результаты совпадают. Также проведена частичная проверка теоретических расчетов и натурных экспериментов.

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

Диссертационная работа состоит из семи глав с выводами, выводов по работе, библиографического списка и приложений. Объем диссертации составляет 292 страницы, включая 141 рисунок и 8 таблиц.

Оформление диссертации показывает высокий уровень технической культуры автора. Составление текста, оформление таблиц, рисунков и расчетов соответствует требованиям, предъявляемым государственными стандартами ЕСКД. Выдержаны правила оформления библиографических записей и ссылок на них - в соответствии с требованиями,

регламентированными в системе стандартов по информации, библиотечному делу.

Тема и содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.02.13 – машины, агрегаты и процессы (легкая промышленность).

### **Практическая значимость**

Синтезированы механизмы параллельной структуры для конкретных задач, выполняемых на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

Разработан комплекс алгоритмов для решения задач кинематики, динамики, на основе которых получены алгоритмы управления этими механизмами

Приведены рекомендации по проектированию механизмов.

Проведен анализ функциональных возможностей манипуляционных механизмов с учетом особых положений, точности позиционирования.

### **Замечания по работе**

1. В первой главе приведен анализ операций и применяемого робототехнического оборудования. На предприятиях текстильной и легкой промышленности применяются манипуляционные механизмы с различным числом степеней свободы. Автор рассматривает манипуляционные механизмы параллельной структуры механизмы с тремя степенями. При этом указывает, что при необходимости дополнительных движений, можно добавить еще одну степень свободы. Желательно в диссертации привести схемы таких механизмов с большим числом степеней свободы.
2. При проведении синтеза механизмов применялся структурно-параметрический подход. Желательно также применить многокритериальный подход к оптимизации механизмов.



3. При исследовании нелинейных колебаний приведены графики изменения координат и скоростей. Предпочтительнее показать законы изменения всех координат на одном графике, в тексте диссертации они представлены на отдельных графиках (рис.5.7 а, б, в) (5.9 а, б, в).
4. В тексте диссертации не указаны программные продукты, с помощью которых были осуществлены численные расчеты.
5. Автором сформулирован алгоритм управления, базирующийся на минимизации ошибки положения, скорости и ускорения. Для сопоставления эффективности управления желательно показать и другие подходы к управлению механизмами данного класса.
6. При проведении экспериментальной части не достаточно полно показаны характеристики сферического механизма.

### **Заключение**

Основные результаты диссертации опубликованы в 42 печатных работах, в том числе докладывались на 4 международных конференциях. Автореферат соответствует тексту диссертации. Работа актуальна, имеет научную новизну, практическую ценность, основные положения и выводы обоснованы и достоверны.

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

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 технические решения, внедрения которых вносят существенное значение в развитие робототехники и решения проблем автоматизации отечественных предприятий текстильной и легкой промышленности.

Диссертационная работа отвечает полностью требованиям п. 9, 10, 11, 13, 14 «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).

Проректор - директор текстильного института  
ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный  
политехнический университет»  
доктор технических наук,  
профессор



Чистобородов Г.И.



Подпись Чистобородова Г.И. заверяю



Адрес: 153037, Иваново, Шереметевский проспект, д.21

Тел. (4932) 32-85-45

ti@ivgpu.com