

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (СПбГУИТД), д-р техн. наук, профессор

Макаров А.Г.

04 сентября 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

на диссертационную работу Гарина Олега Анатольевича «Разработка и исследование механизмов с шестью степенями свободы, имеющих ортогонально расположенные пары двигателей с попарно параллельными осями», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2 – Машинное проектирование (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена существенным расширением области применения робототехнических систем для выполнения технологических и транспортных операций в различных отраслях производства. Широко востребованы робототехнические системы с шестью степенями свободы. Применение в манипуляционных системах роботов механизмов параллельной структуры по сравнению с традиционной структурой позволяет получить большую грузоподъемность, жесткость и быстродействие. При этом конструкция механической части манипуляционной системы усложняется, возрастает сложность задач кинематики и динамики робота. Для упрощения синтеза таких механизмов, а также системы их управления необходимо использовать свойства развязки, изоморфности, при этом приводы должны быть расположены на неподвижном основании. Исходя из сказанного диссертационная работа на тему «Разработка и исследование механизмов с шестью степенями свободы, имеющих ортогонально расположенные пары двигателей с попарно параллельными осями», посвященная решению задач синтеза и анализа манипуляционных систем с механизмами параллельной структуры и шестью степенями свободы, является важной и актуальной.

Оценка структуры и содержания диссертации

Представленная диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 122 стра-

ницах и включает 1 таблицу, 64 рисунка и 2 приложения. Список использованной литературы включает 122 источника.

Во введении показана актуальность темы исследований, степень ее разработанности, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы цель и задачи исследований, положения, выносимые на защиту, приводится методология и методы исследований, степень достоверности результатов и их апробация.

В первой главе дан обзор применяемых в промышленности робототехнических систем на основе механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы. В главе приведены схемы механизмов параллельной структуры поступательных и сферических механизмов с тремя степенями свободы. В следующем параграфе приведены механизмы, в которых присутствуют свойства развязки движений, изоморфности.

Вторая глава посвящена синтезу структурной схемы манипуляционной системы реализованной в виде механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы. В качестве прототипа при синтезе структурной схемы выбран механизм И. Бонева. Предложенные структурные схемы обладают свойствами развязки, постоянным передаточным отношением при поступательных движениях. В этой же главе рассмотрена задача о положении звеньев механизма. Получены уравнения связи. Выполнен анализ рабочей зоны, определена геометрическая фигура рабочей зоны. Установлены зависимости формы рабочего пространства механизма от размеров длин промежуточных звеньев. Завершается глава анализом точности позиционирования рабочего органа манипуляционной системы.

В третьей главе Исследованы кинематические и динамические свойства механизма. Решена задача о скоростях методом дифференцирования уравнений связей. Исследованием свойств матриц Якоби определены особые положения предложенных механизмов. Также составлены шесть уравнений Ньютона-Эйлера, описывающих динамическую модель. С использованием аппарата винтового исчисления решена задача силового анализа.

Четвертая глава посвящена разработке экспериментального стенда для исследований возможностей предлагаемых новых манипуляционных систем параллельной структуры с шестью степенями свободы. В главе дано подробное описание конструкции узлов экспериментального стенда. С помощью физической модели подтверждена работоспособность механизма и определены его свойства. Также представлены возможные применения предложенных механизмов.

В заключение приводятся основные результаты и выводы, изложенные в десяти пунктах.

Текст диссертации завершается списком литературы и приложениями с описанием разработанной автором программы и справкой об использовании результатов диссертационной работы.

Научная новизна результатов исследований отражается в следующем:

- Синтезированы новые механизмы параллельной структуры с шестью степенями свободы, обладающие свойствами развязки и изоморфности.

- Предложены методики структурного синтеза, кинематического анализа и оценки точности позиционирования синтезированных механизмов.

- Предложен метод силового анализа синтезированных механизмов с шестью степенями свободы с применением аппарата винтового исчисления.

- Получена физическая модель нового механизма, на основе которой подтверждена его работоспособность и свойства.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием классических методов исследований и положений теоретической механики, теории механизмов и машин, математического моделирования, теории матричного исчисления, дифференциального исчисления, теории винтового исчисления, компьютерного моделирования. Научные положения, выносимые на защиту, прошли обсуждение на конференциях, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus.

Значимость для науки и производства результатов диссертационной работы заключается в том, что предложены методики структурного, кинематического и силового анализа разработанных манипуляционных систем. С использованием разработанных методик изготовлена конструкция экспериментального стенда для исследования рабочей зоны, особых положений. Даны рекомендации по использованию синтезированных механизмов в различных отраслях промышленности.

Замечания по работе.

1. Во второй главе диссертации дано описание подхода к решению задач структурного синтеза механизмов, основанного на применении замкнутых групп винтов. Из текста данной главы не совсем понятно как указанный подход был использован при синтезе предлагаемых в работе структурных схем манипуляционных систем с шестью степенями свободы на базе выбранного в качестве прототипа механизма И. Бонева.

2. При решении задачи о положениях звеньев, определении рабочей зоны разработанных новых схем механизмов желательно было бы дать более подробное описание кинематической схемы механизма и ее постоянных и переменных параметров. Не понятны единицы измерения параметров как в тексте второй главы, так и на графиках рабочих зон (рис. 2.8–2.14).

3. В третьей главе автор анализирует особые положения звеньев новых механизмов, которые как правило, являются границами способов сборки кинематических цепей. В тексте диссертации желательно было бы, описать как происходит выбор вариантов способов сборки при кинематическом анализе механизмов.

4. При решении задачи силового анализа предлагаемого нового механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы желательно бы-

ло бы дать более подробное описание расчетных схем, принятых допущений и обозначений.

5. В четвертой главе при описании результатов экспериментальных исследований с помощью разработанного стенда не приведены конкретные численные данные параметров об анализируемых границах рабочей зоны, диапазонах изменения параметров входного звена. Полезно было бы соотнести измеренные значения параметров на стенде с результатами численного моделирования по разработанным во второй и третьей главе математическим моделям.

Приведенные замечания и высказанные соображения не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и могут быть учтены при проведении дальнейших исследований.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.

Диссертация соответствует пунктам Паспорта научной специальности 2.5.2 – «Машиноведение» ВАК Минобрнауки России: 1. Синтез структурных и кинематических схем механизмов и обобщенных структурных схем машин, оптимизация параметров; 2. Теория и методы проектирования машин и механизмов, систем приводов, узлов и деталей машин; 3. Методы кинематического и динамического анализа, в том числе математического моделирования, анимационного и экспериментального исследования механизмов.

Заключение

Диссертация полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, выполнена автором самостоятельно, обладает научной новизной и практической значимостью. Автореферат диссертации составлен по установленной форме и полностью отражает основное содержание диссертации. Основные результаты диссертации опубликованы в 11 научных работах, в том числе 4 статьи в журналах из «Перечня ВАК ...», 1 статья из базы Scopus, 2 патента на полезную модель, 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ. Опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации и результаты проведенных исследований.

Диссертационная работа Гарина Олега Анатольевича на тему «Разработка и исследование механизмов с шестью степенями свободы, имеющих ортогонально расположенные пары двигателей с попарно параллельными осями» по актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям п. 9–11 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения в области анализа и синтеза механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы, обладающих свойствами изоморфности и кинематической развязки, что имеет существенное значение для совершенствования манипуляционных механизмов.

Автор диссертационной работы, Гарин Олег Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2 – Машиноведение (технические науки).

Отзыв утвержден на заседании кафедры машиноведения Института информационных технологий и автоматизации Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПбГУПТД), Протокол № 7 от 01 сентября 2023 г.

Заведующий кафедрой
машиноведения, СПбГУПТД,
д-р техн. наук, профессор



Марковец
Алексей Владимирович

Адрес: 191 186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18.
Телефон: +7 (812) 310-35-05, e-mail: mash@sutd.ru



Марковец А.В.
Алексей А.А.
государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна»