

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Антонова Антона Вадимовича на тему «Разработка механизмов параллельной структуры с двигателями, установленными на основании вне рабочей зоны», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин

Актуальность избранной темы

В последнее время всё большее распространение получают механизмы параллельной структуры, это обусловлено тем, что они обладают рядом достоинств по сравнению с механизмами с разомкнутыми кинематическими цепями. Механизмы параллельно структуры имеют высокую точность позиционирования и жесткость конструкции и при этом могут иметь степень подвижности выходного звена от 3 до 6. Эти обстоятельства позволяют эффективно применять механизмы параллельной структуры в различных системах позиционирования. Для решения некоторых современных задач к механизмам параллельной структуры предъявляются особые требования, например, расположение приводов вне рабочей зоны необходимо в аэродинамических трубах, при использовании механизмов в агрессивных средах, на подводных аппаратах и др.

Актуальность данной работы заключается в решении задач структурного, кинематического и динамического исследований механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы выходного звена, двигатели которых вынесены за зону обслуживания и установлены на неподвижном основании.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Обоснованность и достоверность большинства полученных автором научных и практических результатов, сделанных по ним выводов, рекомендаций подтверждается широким использованием литературных

источников по теме диссертации, достаточным объемом результатов теоретических и экспериментальных данных, полученных с применением общепринятых методов теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, аналитической геометрии и современных методов исследований с использованием мощного математического пакета MATLAB.

Основные положения диссертационной работы являются обоснованными, базируются на концептуальном подходе к решению проблемы и имеют научную новизну. Научные результаты, выводы и рекомендации, сформулированные в заключении диссертации, являются логическим завершением разработанных теоретических положений, результатов комплекса теоретико-экспериментальных исследований автора, являются основой для дальнейших перспективных исследований в данном направлении, создания рекомендаций науке и производству.

Представленная в работе цель конкретна и соответствует теме представленной диссертации. Сформулированные задачи исследования реализуемы и позволяют достичь заявленную цель.

Полученные в работе результаты и выводы в целом достоверны и вытекают из поставленных задач. А именно: п.1. результатов получен в результате решения задачи 1; п.2 и п.3 результатов получены решением задачи 2; выводы п.3. и п.4 сформулированы по итогам решения задачи 2; результат по п.4 и вывод п.5 получены в процессе решения задачи 3; результат по п.5 получен на основе решения задачи 4.

Достоверность полученных результатов диссертации, выводов и рекомендаций обеспечивается обоснованным использованием общепринятых допущений, математическими выкладками, основанными на фундаментальных положениях механики. Соискателем использованы теоретические положения и апробированные методы исследования, наработанные научной школой ИМАШ РАН на протяжении нескольких десятилетий.

Предложенные технические решения реализуемы на практике, что подтверждаются экспериментальными исследованиями. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения.

Значимость для науки и практики результатов диссертации

Научная новизна результатов исследований, а также выводов и рекомендаций заключается в разработке новых схем механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы и расположением приводов на основании вне рабочей зоны. Новизна схмотехнических решений подтверждается патентом РФ на полезную модель. Соискателем разработаны методики решения прямой и обратной задач о положениях и анализа движения выходного звена механизма с учетом упругости звеньев, а также методики определения рабочих зон постоянной ориентации и постоянного положения выходного звена механизма.

Теоретическая значимость заключается в обосновании структуры механизма параллельной структуры с двигателями, установленными на основании вне рабочей зоны, алгоритмах решения задач о положениях и алгоритмах получения рабочих зон постоянного положения и постоянной ориентации выходного звена.

Практическая значимость заключается, на мой взгляд, в применимости предложенных механизмов параллельной структуры и алгоритмов решения прямой и обратной задач о положениях применительно к механизмам позиционирования объектов, исследуемых в аэродинамических трубах и системах физического моделирования. На основе полученных результатов соискателем разработана экспериментальная модель механизма позиционирования с шестью степенями подвижности выходного звена и с приводами, расположенными вне рабочей зоны.

Оценка содержания диссертации, её целостность и завершенность

Методологически работа выстроена верно. Работа написана грамотным научным языком, аккуратно оформлена в едином стиле, рисунки и формулы представлены в удобочитаемом виде.

Задачи, решаемые в работе, последовательно отражаются в главах: задача №1 решается в главе 2, задача №2 – в третьей, задача №3 в четвертой главе и четвертая задача - в пятой главе.

В первой главе автором выполнен достаточно подробный анализ механизмов параллельной структуры, научных трудов и задела, на которые основывается данная диссертационная работа. Проведенный анализ позволил соискателю сформулировать задачи исследования и сделать вывод о том, что положение приводов механизма вне рабочей зоны позволяет снизить воздействие среды на приводы механизма, так и воздействие приводов на среду.

Глава 2 посвящена структурному анализу и синтезу механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы. Рассмотрено несколько схем, анализ которых проведен классическими методами структурного исследования механизмов. Для рассматриваемых схем решены прямая и обратная задачи о положениях.

В главе 3 рассмотрено построение рабочих зон постоянной ориентации и постоянного положения для исследуемого механизма параллельной структуры. Для получения рабочих зон соискателем применен метод сканирования пространства вокруг выходного звена. В главе приведён анализ влияния длин звеньев механизма на размеры рабочей зоны постоянной ориентации, а также установлено влияние допустимых углов в сферических шарнирах механизма на размеры рабочей зоны постоянного положения.

В четвертой главе проведено исследование влияния упругости звеньев механизма на точность движения выходного звена. Для анализа движения выходного звена по заданной траектории с учетом возникающих упругих сил составлена математическая модель и рассмотрен случай движения с постоянной ориентацией по окружности. Моделирование движения проведено в пакете MATLAB.

Пятая глава диссертации посвящена экспериментальным исследованиям. В главе описана экспериментальная установка, в основу

которой взята действующая модель разработанного механизма параллельной структуры с двигателями, расположенными вне рабочей зоны на неподвижном основании. Описан принцип действия системы управления, методика экспериментального исследования и представлены результаты исследований по экспериментальному определению габаритов рабочих зон постоянной ориентации и постоянного положения.

Основные результаты и выводы представлены в заключении.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

В рукописи диссертации представлены материалы, опубликованные автором в печатных работах, о чем имеются ссылки на источники литературы.

Основные положения диссертации опубликованы в печати в 14 научных работах, из них четыре статьи в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, получен один патент РФ на полезную модель, одна работа опубликована в издании, индексируемом в международной базе данных Scopus.

Научные положения диссертации, выводы и рекомендации прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях и выставках различного уровня.

Диссертация представляет собой законченный научный труд, хорошо структурирована, материалы изложены в логической последовательности, грамотно и компетентно. По структуре, содержанию и стилю изложения, глубине научных исследований работа соответствует уровню кандидатской диссертации.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Замечания по диссертации

1. В научном положении под №1 (стр.5), выносимом на защиту, автор заявляет обоснование расположения приводов механизма параллельной структуры, способствующих повышению его быстродействия. Причем декларация этого достигнутого эффекта происходит в выводе 1 на стр. 103 заключения. Однако доказательств этого в тексте диссертации в явном виде обнаружить не удалось.

2. В разделе 2.1 «Структурный синтез и анализ механизма параллельной структуры с шестью степенями свободы» все же больше представлен анализ, нежели синтез, т.к. первоначально есть механизм с заранее обозначенными звеньями и кинематическими парами заданной подвижности, и уже по факту определяется степень свободы выходного звена. Может бы стоило первоначально задаться упрощенной кинематической схемой механизма, и уже потом определять в процессе синтеза подвижности кинематических пар?

3. Из работы (раздел 2.1) не ясно, какие критерии, условия и ограничения задавались в процессе синтеза вышеназванных механизмов с целью получения кинематических схем с приводами, расположенными вне рабочей зоны. Т.е. открытым остается вопрос: «Как пришли к схемам по рис.2.1 и 2.2. исходя из структурного синтеза?».

4. Утверждение о местных подвижностях на стр. 33 и 35 диссертации желательно было бы подтвердить дополнительными расчетами, иначе можно усомниться в обоснованности выбора подвижностей кинематических пар. Ведь если изначально взять упрощенную кинематическую схему по рисунку 2.5 и в узле A_1 вместо совокупности одноподвижных кинематических пар и звеньев принять кинематические пары 4-го класса, то подвижность выходного звена механизма будет равно 6, без всяких местных подвижностей ($n=4 \cdot 6+1=25$; $p_1=0$; $p_2=6$; $p_3=6$; $p_4=6$; $p_5=3 \cdot 6=18$, тогда $W=6 \cdot 25-5 \cdot 18-4 \cdot 6-3 \cdot 6-2 \cdot 6-0=6$).

5. На стр. 51 автор прямо отмечает, что «...возможно существование большого числа решений для всей системы уравнений, а определение конкретного решения значительно зависит от выбора начального приближения для численного решения.», но пояснений или обоснований принятых начальных приближений на стр. 52 (выражение 2.41) не представлено. Вследствие этого возникает сомнение об адекватном полученном решении, например, представленном графически на рис. 2.11. Имея такое утверждение как на стр. 51, следовало бы представить несколько примеров расчетов для разных исходных данных и начальных приближений.

6. В главе 3 «Определение рабочих зон механизма» получены рабочие зоны (постоянной ориентации, постоянного положения) методом сканирования пространства с задаваемым шагом дискретизации. При этом автор отмечает еще и время построения зон, однако не ясен алгоритм сканирования пространств, или это простой перебор значений координат в рамках заданных ограничений, или же это какой-то математический метод оптимизации. Также не понятно из каких соображений и на основе каких расчетов или гипотез принимались границы диапазонов сканирования рабочей зоны (стр.57 и стр.63). Например, на стр.64 приведены результаты рассчитанного диапазона углов $(-13 \leq \Theta \leq 7)^0$, значения которых на 57...77% отличаются от заданных пределов $(\pm 30^0)$. Складывается впечатление, что границы диапазонов сканирования не обосновывались и принимались интуитивно.

7. На стр. 55 в качестве ограничения фигурирует угол β_i – угол между звеньями A_iB_i и A_iS_i . По сути, этот угол находится в прямой зависимости от угла давления в шарнирном узле A_i , но в работе больше нигде не отмечается его влияние на какие-либо геометрические параметры механизма.

Заключение

Диссертационная работа Антонова Антона Вадимовича на тему «Разработка механизмов параллельной структуры с двигателями,

установленными на основании вне рабочей зоны» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические решения по разработке и анализу механизмов параллельной структуры с шестью степенями свободы с двигателями, установленными вне рабочей зоны на основании, создание которых является важной народно-хозяйственной задачей.

Диссертационная работа Антонова Антона Вадимовича по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Антонов Антон Вадимович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Официальный оппонент - декан инженерно-технологического факультета, доктор технических наук, доцент

Несмиянов Иван Алексеевич

«26» февраля 2019 г.

Специальность по которой защищалась диссертация: 05.02.18 - Теория механизмов и машин (2017 г.)

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Адрес: 400002 г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26

Телефон/факс: (8442) 41-17-18

E-mail: ivan_nesmiyanov@mail.ru

