

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Мухина Кирилла Сергеевича

«Разработка и исследование механических систем относительного манипулирования с применением механизмов семейства «Дельта»»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
научной специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки)

Актуальность диссертационной работы Мухина К.С. обусловлена непрерывным развитием современных высокотехнологичных областей машиностроения, требующих создания высокоточного и высокоскоростного оборудования для многокоординатной обработки деталей сложной геометрии. Многоосевые манипуляторы последовательной структуры не всегда могут обеспечить требуемую жесткость и динамические характеристики. В связи с этим переход к системам относительного манипулирования, совмещающим преимущества механизмов параллельной и последовательной структуры, расширяет функциональные возможности и улучшает эксплуатационные характеристики оборудования для механической обработки. В настоящее время использование механических систем относительного манипулирования является одним из наиболее перспективных направлений развития машиностроения.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке оригинальных структурных и кинематических схем двухмодульных шестиподвижных механических систем относительного манипулирования, состоящих из четырехподвижного дельта-робота и двухподвижной поворотной платформы. Не менее ценным результатом диссертационной работы является разработка аналитических алгоритмов решения задач обратной кинематики, анализа скоростей, а также разработка итерационного алгоритма построения рабочей зоны, который в отличие от существующих подходов, строго учитывает взаимную интерференцию звеньев модулей и конструктивные ограничения в их шарнирах.

Практическая значимость работы состоит в разработке новых шестиподвижных механических систем относительного манипулирования, используемых для выполнения технологических задач, связанных с механической обработкой, аддитивным производством, сборкой и контрольно-измерительными операциями. Ценность полученных результатов подтверждается созданием полноценного физического прототипа, разработкой алгоритмов управления, а также разработкой конструкторской документации и САПР-моделей. Помимо этого, практическая значимость подтверждена внедрением в реальное производство (АО «НПО «Пульс»», ООО «ТОННЕЛИОН») и использованием полученных результатов в учебном процессе в ИМАШ РАН и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Достоверность основных положений и результатов диссертационного исследования базируется на корректном применении математического аппарата теории механизмов и машин, теоретической механики и аналитической геометрии. Корректность математических моделей и аналитических алгоритмов подтверждена с помощью численных примеров, смоделированных в пакетах программ MATLAB, Mathcad, а также с помощью моделирования в современных САПР программах (SolidWorks, КОМПАС-3D, AutoDesk Inventor).

Результаты теоретических исследований подтверждены экспериментами, проведенными на изготовленном физическом прототипе механической системы относительного манипулирования.

Вместе с тем, к автореферату имеются следующие замечания:

1. Есть некоторое дублирование результатов и выводов. В конце автореферата сначала приводится перечень основных результатов, а затем близкий по содержанию перечень выводов.

2. Формулировка об учете «всех механических ограничений» представляется несколько категоричной. Фактически учитываются ограничения перемещений, углов в шарнирах и столкновения звеньев, однако при эксплуатации существуют также ограничения на движения приводов, деформация звеньев, люфты в соединениях, допустимые нагрузки и другие факторы.

3. Недостаточно раскрыта метрологическая сторона эксперимента. Было бы информативно привести сведения о погрешности применяемого измерительного оборудования и процедуре его калибровки.

Приведенные замечания не влияют на общую **положительную оценку диссертационной работы.**

На основе материалов автореферата можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Мухина Кирилла Сергеевича «Разработка и исследование механических систем относительного манипулирования с применением механизмов семейства «Дельта»» является законченной научно-квалификационной работой, представляющей не только оригинальные конструкции многокоординатных механических систем относительного манипулирования, но и разработанные алгоритмы их расчета.

С учетом актуальности исследования, научной и практической новизны, объема решенных задач и полученных результатов диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Мухин Кирилл Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки).

Коноплин Александр Юрьевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Производство и ремонт автомобилей и дорожно-строительных машин», ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

«02» октября 2026 г.
дата



Подпись Коноплин А. Ю. удостоверяю
документовед о/к А. М. Власова

