

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Исполова Егора Михайловича «Разработка и исследование трехподвижных механизмов параллельной структуры с интегрированным схватом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение

Актуальность темы диссертации. Разработка и модернизация современных роботизированных механизмов является основой для развития производства, повышения качества продукции и сокращения сроков ее изготовления. Во многих технологических процессах могут применяться параллельные механизмы, позволяющие осуществлять манипулирование разнообразными объектами с высокой точностью и скоростью. Данная диссертация посвящена разработке принципиально новых плоского и пространственного поступательно-направляющего параллельных механизмов с интегрированным схватом, что позволяет избежать необходимости устанавливать на выходное звено манипулятора дополнительные захватные устройства. Это в свою очередь позволяет снизить массу подвижных частей механизма и тем самым улучшить его характеристики. В этой связи, представленная работа, является актуальной и обладает практической значимостью.

Содержание и оформление диссертации. Диссертационная работа изложена на 131 странице текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во введении демонстрируется актуальность работы, обозначаются основные идеи и цели работы, научная новизна, практическая значимость, информация об апробации.

В первой главе выполнен аналитический обзор исследований и практических применений механизмов параллельной структуры. В главе разобраны преимущества и недостатки параллельных механизмов, а также возможные способы устранения этих недостатков, в частности, способы увеличения рабочей зоны и обхода особых положений. Рассмотрены механизмы с приводной и кинематической избыточностью. Показана актуальность разработки механизмов параллельной структуры с интегрированным схватом.

Во второй главе предложена схема плоского механизма параллельной структуры с интегрированным схватом, для которого решена прямая и обратная задачи о положениях, разработаны математические модели кинематики и статики. С помощью разработанных математических моделей проанализирована рабочая зона механизма, включая анализ скоростей и сил, а

также определены особые положения. Предложен способ расчета максимального усилия на схвате механизма при известных развиваемых силах на приводах и внешней нагрузке.

В третьей главе предложены два варианта исполнения нового пространственного поступательно-направляющего механизма с интегрированным схватом. Для каждого из вариантов найдено решение прямой и обратной задачи о положениях, разработаны математические модели кинематики и статики, проанализированы рабочие зоны и особые положения. Также, как и для плоского механизма, проведен скоростной и силовой анализ механизма, включая решение задачи определения максимально развиваемой силы на схвате.

В четвертой главе разработаны компьютерные трехмерные модели предложенных механизмов, изготовлены детали и собраны натурные физические прототипы. С использованием прототипа плоского механизма проведен эксперимент по исследованию максимальной силы, развиваемой на схвате. Полученные данные сравнены с данными, полученными с помощью предложенной расчетной методики. Результаты эксперимента показали хорошую сходимость с результатами расчетов.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- предложены структурные схемы новых трехподвижных плоского и пространственного поступательно-направляющих механизмов параллельной структуры с кинематической избыточностью, которая может быть использована для реализации функции захвата объектов манипулирования непосредственно выходным звеном механизма;

- разработаны математические модели предложенных механизмов, основанные на аналитическом решении задачи о положениях в общем виде и дифференцировании уравнений связи, что позволяет проводить анализ кинематических и силовых характеристик этих механизмов, а также исследовать их особые положения;

- предложена расчетная методика вычисления максимального значения усилия, развиваемого на схвате механизма для заданной внешней нагрузки при известных значениях максимально допустимых усилий на приводах механизма.

Степень обоснованности и достоверности результатов обеспечена корректным использованием общепризнанных законов и положений теоретической механики и теории механизмов и машин. Все математические модели построены на основе классических научных подходов. Методологическая база исследования включает с себя современные подходы и методы вычислительной математики. Экспериментальная проверка предложенных методов проведена с помощью изготовленных натурных физических прототипов.

Теоретическая и практическая значимость. Предложен новый подход с внедрением механизма схвата в структурную схему параллельных механизмов. Разработаны программы для определения основных характеристик предложенных механизмов, определения рабочей зоны, особых положений и влияния внешней нагрузки на максимальное усилие на схвате. Созданы компьютерные и физические модели предложенных механизмов, показана возможность использования предложенного метода определения максимального усилия на схвате. Получены два акта внедрения результатов работы: от АО «Композит» и МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Публикации по теме работы. Полученные автором результаты опубликованы в 7 научных работах, из которых 2 статьи в периодических изданиях, включенных в Перечень ВАК РФ, 2 статьи в изданиях индексируемых в библиографической базе Scopus, 3 работы, индексируемых в РИНЦ.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Во второй главе не указано, что включают в себя вектор внешних нагрузок $\mathbf{P}$ и вектор приводных усилий $\mathbf{e}$ в выражении (2.15).

2. При расчете усилия развиваемого на схвате, как для плоского, так и для пространственного поступательно-направляющего механизма, значения сил, развиваемых приводами (100 Н), на два порядка больше внешней силы (1 Н). Из-за этого качественная картина распределения силы на схвате при наличии внешней нагрузки практически идентична картине без нагрузки. Для наглядности следовало бы либо уменьшить значение силы, развиваемой приводом, либо увеличить внешнюю силу.

3. На странице 111 указано, что сразу после начала пропуска шагов шаговые двигатели отключались, после чего с динамометра снимались показания и механизм возвращался в исходное положение для повторения опыта. Поскольку после остановки двигателей динамометр продолжает оказывать воздействие на упор, будет иметь место некоторое перемещение (разжимание) схвата и, как, следствие, уменьшение показаний динамометра. Поэтому для большей точности измерения следовало бы проводить при работающих двигателях.

4. Последний пункт Главы 4 называется «Результаты и выводы по главе», однако в нем представлены только результаты, и нет выводов.

5. В оформлении некоторых рисунков присутствует небрежность. Например, на Рис. 1.5 имеются подписи на английском языке, а на Рис. 2.2 практически неразличимы заделки.

Указанные замечания не снижают значимости полученных автором результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертации Е.М. Исполова.

Автореферат и список публикаций достаточно емко отражают содержание диссертации и в полной мере характеризуют результаты проведенных исследований.

Заключение

Содержание работы полностью соответствует пунктам 1, 2 и 3 паспорта научной специальности 2.5.2. Машиноведение. Основные положения диссертации достаточно полно отражены в изданиях, рекомендованных в «Перечне ...» ВАК РФ.

Диссертация Исполова Егора Михайловича на тему «Разработка и исследование трехподвижных механизмов параллельной структуры с интегрированным схватом» полностью соответствует требованиям п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения задач в области разработки трехподвижных механизмов параллельной структуры с интегрированным схватом и методов исследования их функциональных характеристик, что имеет существенное значение для развития страны, а сам автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. – Машиноведение.

Марковец Алексей Владимирович
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой машиноведения
e-mail: mash@sutd.ru
телефон / факс: +7 (812) 310-35-05


03.09.2026

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна»
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18

