



Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ»
(ООО «НИИЭМИ»)

Почтовый адрес: Перовский проезд, д.2 стр.1, Москва, Россия, 111024
ИНН 5042079481 КПП 772201001
Тел. (495) 107-99-89, 600-07-76; Факс (495) 107-99-81. e-mail: mail@niiemi.com

№ 1-142

« 12 » 02 2029 г.

На № _____
от _____

В Диссертационный совет
Д 002.059.05

10100, г. Москва,
Малый харитоновский пер. д.4.
И.о. ученого секретаря совета
Д 002.059.05
Д.т.н., профессору
Столярову В.В.

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Саламандры Константина Борисовича на тему «Анализ и синтез механизмов робототехнических систем, автоматических линий и коробок передач на основе принципа многопоточности», выполненной на соискание ученой степени доктора технических наук.

Приложение: Отзыв в 2-х экз. на 7 листах каждый.

Генеральный директор ООО «НИИЭМИ»

Д.С. Резниченко

Исп. В.К. Гореленков
(495) 107-99-89

Отзыв

на автореферат диссертации Саламандры Константина Борисовича на тему «Анализ и синтез механизмов робототехнических систем, автоматических линий и коробок передач на основе принципа многопоточности», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 - теория механизмов и машин

Многопоточность существенно расширяет возможности механизмов, позволяет увеличить нагрузочную способность, повысить КПД и жесткость, снизить энергозатраты, распределить нагрузки и выполнить элементы механизма более компактными и простыми.

Ввиду того, что повышение энергоэффективности и ресурсосбережение согласно стратегии научно-технического развития нашей страны, утвержденной Указом Президента Российской Федерации, являются основными приоритетами современного машиностроения, работа в области анализа и синтеза многопоточных механизмов машин **представляется актуальной.**

Объектами исследования в работе являются коробки передач транспортных средств, манипуляционные робототехнические системы параллельной структуры и силовые станции автоматических линий. Совместное рассмотрение этих разных по своему функциональному назначению механизмов призвано показать общность принципа многопоточности в механике машин, его важность и основополагающее значение при синтезе и конструировании современных механизмов машин.

Автором четко сформулированы три **цели диссертационной работы**: развитие классификации многопоточных систем, разработка методов синтеза новых многопоточных энергоэффективных механизмов, отличающихся широкой функциональностью и использованием маломощных приводов, создание новых многопоточных механизмов и проведение их испытаний.

Для достижения указанных целей поставлены следующие основные задачи, разделенные также по объектам исследования.

Основные задачи по объектам исследования:

1. Коробки передач транспортных средств:
 - 1.1. Разработка методики и синтез новых кинематических схем многопоточных коробок передач с увеличенным диапазоном регулирования и сниженными нагрузками на звенья передач.
 - 1.2. Разработка методики параметрического синтеза многопоточных вально-планетарных коробок передач.
 - 1.3. Разработка методики синтеза вально-планетарных коробок передач, в которых переключение между соседними ступенями осуществляется только одной парой элементов управления.

2. Манипуляционные системы параллельной структуры:
 - 2.1. Синтез новых механизмов параллельной структуры на основе развития принципа многопоточности в каждой кинематической цепи.
 - 2.2. Построение рабочих зон созданного макета механизма параллельной структуры с учетом длин промежуточных звеньев и пределов изменения обобщенных координат.
 - 2.3. Динамический анализ механизма параллельной структуры с учетом масс промежуточных звеньев и закона управления.
3. Силовые станции автоматических линий:
 - 3.1. Исследование силовых станций с одним приводом, позволяющим за счет использования рычажного механизма с замкнутым контуром осуществлять движение выходного звена с различным усилием.
 - 3.2. Исследование механизмов силовых станций, содержащих несколько приводов, которые обеспечивают на одном выходном звене последовательно быстрый холостой ход и технологический силовой ход.
 - 3.3. Анализ энергоэффективности применения в силовых станциях многопоточных рычажных механизмов и пневмогидравлических устройств.

Выбор объектов исследования (направлений исследования) обусловлен тем, что, как показывает развитие современного машиностроения, эти механизмы совершенствуются в направлении увеличения числа потоков передачи энергии не только с целью разгрузки внутренних звеньев и повышения жесткости конструкции, но и получения новых свойств, увеличения скорости, расширения эксплуатационных возможностей, упрощения системы управления и пр. Развитие и совершенствование многопоточных механических систем обусловлено современными возможностями конструирования механизмов, позволяющих создавать сложные мехатронные структуры машин или агрегатов, содержащих несколько приводов, объединенных общей системой управления.

В автореферате диссертации отражены сведения о структуре работы, об общем объеме диссертации, количестве таблиц и рисунков, списке литературы.

Во введении представлены: общая характеристика работы, обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи исследования, отмечена новизна и положения, выносимые на защиту. Представлены сведения об апробации, теоретической и практической значимости работы.

В первой главе диссертации, судя по автореферату, сделан обзор многопоточных систем, применяемых в робототехнических системах, коробках передач транспортных средств и технологическом оборудовании.

Показано, что в коробках передач разделение движения на несколько параллельных ветвей позволяет уменьшить нагрузки на внутренние звенья и элементы управления, а также сократить число последних.

Целесообразным является синтез схем многопоточных коробок передач, содержащих комбинации вальных и планетарных передач. При этом регулирование скорости выходного звена коробки целесообразно осуществлять с помощью простых вальных передач, а суммирование и распределение движения – с помощью дифференциалов.

Многопоточность в каждой кинематической цепи позволяет реализовать новые свойства механизма. Например, шарнирные параллелограммы в каждой кинематической цепи манипулятора Дельта позволяют облегчить конструкцию при сохранении ее жесткости. В результате робот Дельта является одним из самых быстродействующих манипуляторов. В других манипуляторах специально добавленная дополнительная кинематическая цепь позволяет увеличить число энергетических потоков системы, увеличить рабочую зону, исключить особые положения механизма и повысить жесткость конструкции.

Целенаправленное введение дополнительной параллельной кинематической цепи с заранее рассчитанным диапазоном изменения передаточного отношения является основой синтеза многопоточных механизмов.

Вторая глава посвящена классификации и синтезу многопоточных вально-планетарных коробок передач.

В ней получены основные результаты:

- 1.1. На основе использования принципа многопоточности разработана методика и синтезирован ряд новых кинематических схем многопоточных вально-планетарных коробок передач, позволяющих увеличить нагрузочную способность и диапазон регулирования.
- 1.2. Разработана методика решения нелинейной задачи расчета передаточных чисел внутренних механизмов коробки передач для получения ряда выходных передаточных отношений коробки, наиболее близкого к заданному.
- 1.3. Предложен подход к синтезу коробок передач, в последовательности переключений ступеней которых задействована только одна пара элементов управления. С использованием подхода получены новые трехпоточные вально-планетарные коробки передач с более совершенными показателями по сравнению с известными коробками передач.

По первому объекту исследования сделаны следующие основные выводы:

- 1.4. Многопоточные системы могут иметь регулируемое передаточное отношение не только в одной из параллельных ветвей, но и в

нескольких. Таким образом расширена классификация многопоточных систем в части многопоточных передач с изменяемым передаточным отношением.

- 1.5. Многопоточность в коробках передач позволяет уменьшить число элементов управления и расширить функциональные возможности коробок: увеличить нагрузочную способность и диапазон регулирования.
- 1.6. Синтезированные трехпоточные вально-планетарные коробки передач с однопарными переключениями по сравнению с известными планетарными коробками передач при том же числе ступеней имеют на 1 элемент управления меньше и более широкий диапазон регулирования.
- 1.7. В многопоточной коробке передач по сравнению с известными аналогами может быть реализовано больше ступеней при меньшем числе элементов управления. Примеры синтезированных кинематических схем коробок передач показывают, что при пяти элементах управления в коробке передач может быть реализовано более 14 ступеней.

Третья глава посвящена разработке механизмов параллельной структуры, применение принципа многопоточности в которых позволяет осуществить кинематическую развязку движений.

В ней получены следующие основные результаты:

- 1.1. Синтезирован новый механизм параллельной структуры на основе развития принципа многопоточности в каждой кинематической цепи.
- 1.2. Выполнено построение рабочих зон для поступательной и сферической частей макета механизма параллельной структуры с учетом длин промежуточных звеньев и пределов изменения обобщенных координат.
- 1.3. Проведен динамический анализ механизма параллельных структур с учетом масс промежуточных звеньев и закона управления.

По второму объекту исследования сделаны следующие основные выводы:

- 1.4. Принцип многопоточности присущ всем механизмам параллельной структуры, а многопоточность в каждой кинематической цепи обеспечивает новые свойства и функции механизма (кинематическая развязка, увеличение рабочей зоны, быстроедействие и пр.).
- 1.5. Развитие принципа многопоточности в каждой кинематической цепи обеспечивает повышение нагрузочной способности, однако при этом необходимо учитывать массы промежуточных звеньев.

- 1.6. Применение принципа Даламбера-Лагранжа позволяет эффективно решить задачу динамики механизмов параллельной структуры с учетом масс промежуточных звеньев.

Четвертая глава посвящена механизмам силовых станций автоматической линии блистерной упаковки пастообразных продуктов на примере разработанной модели АЛБ 165, где показано влияние многопоточности передачи механической энергии на энергоэффективность механизмов.

В ней получены следующие основные результаты:

- 1.1. Выявлены свойства механизмов, в которых многопоточность передачи механической энергии достигается как одним приводом за счет разделения движений в замкнутом контуре, так и двумя приводами, каждый из которых осуществляет движение по соответствующей степени подвижности механизма.
- 1.2. На конкретных примерах показано, что с увеличением числа потоков параллельной передачи механической энергии в механизме силовой станции увеличивается энергоэффективность и развиваемое технологическое усилие.
- 1.3. Для сравнительной оценки разработанных силовых станций предложено использовать критерий удельного усилия, показывающий величину развиваемого силовой станцией технологического усилия, приходящегося на единицу затрачиваемой энергии.

По третьему объекту исследования сделаны следующие основные выводы:

- 1.4. Наличие замкнутого контура позволяет разделить движение по двум степеням подвижности механизма и реализовать перемещение выходного звена с помощью одного привода с различным усилием.
- 1.5. В двухпоточных рычажных механизмах для выполнения последовательных движений с разным усилием механизм должен иметь особое положение, при выходе в которое исключается одна из двух степеней подвижности механизма.
- 1.6. Использование принципа многопоточности передачи механической энергии в силовых станциях позволяет увеличить технологическое усилие, что в свою очередь повышает производительность оборудования, в частности, автоматических линий блистерной упаковки за счет увеличения площади используемой полимерной ленты и количества контейнеров, изготавливаемых и обрабатываемых за один технологический цикл.

Научная новизна работы соответствует трем выбранным направлениям и заключается:

- в разработанных методах кинематического и параметрического синтеза многопоточных вально-планетарных коробок передач, отличающихся увеличенной нагрузочной способностью и диапазоном регулирования;
- в методологии синтеза механизмов параллельной структуры на основе развития принципа многопоточности в каждой кинематической цепи;
- в выявленной зависимости между числом параллельных потоков передачи механической энергии в механизме, энергоэффективностью и развиваемым технологическим усилием.

Практическая ценность работы заключается в разработке принципиально новых кинематических схем многопоточных механизмов, которые являются основой создания оригинальных конкурентоспособных машин, отличающихся широкой функциональностью и высокой энергоэффективностью. Исследованные в работе механизмы силовых станций для технологических операций внедрены в автоматических линиях блистерной упаковки АЛБ 165, серийно производимых ООО фирма «Рекупер».

Автором осуществлены публикации в 14 периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 12 других отечественных изданиях, 14 зарубежных изданиях, получены в соавторстве 14 патентов на изобретения.

Полученные результаты полностью соответствуют целям работы и сформулированным задачам исследования.

В качестве недостатка, судя по содержанию автореферата диссертации, можно отметить лишь отсутствие постановки задач исследования, которые должны были бы вытекать из анализа предшествовавших работ, и которыми должна завершаться первая глава. Кроме того, замечено несколько опечаток по тексту реферата.

Заключение.

Особо хотелось бы отметить часть работы диссертанта, посвященную механизмам автоматических линий упаковки. Технологический процесс, реализованный в линии, включает предварительный разогрев ленты полимерного материала, формообразование контейнеров, запайку контейнеров покровным материалом и вырубку готовых изделий из ленты. Очень важным в этом технологическом процессе является обеспечение усилия смыкания инструмента для фиксации полимерной пленки или вырубке изделий из нее. С участием автора разработан и внедрен ряд новых механизмов силовых станций, составляющих основу современных отечественных автоматических линиях блистерной упаковки АЛБ 165. Следует сказать, что в курсе лекций по дисциплине «Управление качеством в упаковочном производстве», читаемом мною студентам 4 курса Московского

политеха, технологический процесс фасовки и упаковки пищевых продуктов в термоформуемую тару демонстрируется на примере именно этих машин. Таким образом, результаты научной работы, представленные в диссертации, внедрены в учебном процессе.

В целом по актуальности проблемы, научной новизне, ценности теоретических исследований, а также практической значимости полученных результатов диссертация Саламандры Константина Борисовича представляет законченную научно-квалификационную работу, результаты которой имеют важное значение для машиностроения. Диссертация соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 - Теория механизмов и машин.

Ведущий научный сотрудник ООО «Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий», доктор химических наук (20.02.23 «Поражающее действие специальных видов оружия, средства и способы защиты»), профессор

Гореленков Валентин Константинович/

"11" 02 2021 г.

Адрес организации: 111024, г. Москва, Перовский проезд, д.35
тел. рабочий: +7(495)107-99-89; +7(495)600-07-60
e-mail: mail@niiemi.com

Подпись Гореленкова В.К. «удостоверяю»

Заместитель генерального директора ООО «НИИЭМИ»
по общим вопросам и кадрам



Л.Д. Помялова

Общество с ограниченной ответственностью
**"Научно-исследовательский институт
эластомерных материалов и изделий"**
(ООО "НИИЭМИ")

112024, г. Москва, Перовский проезд, д.2, стр.1
Телефон: (495) 600 0760, 600 07 76, 204 42 12
Факс: (495) 600 06 42
E-Mail: mail@niiemi.com

№ 8/н от 11. 02 2021 г.
на № _____ от _____ 20 ____ г.