

Отзыв

официального оппонента на диссертацию К. Б. Саламандра «Анализ и синтез механизмов робототехнических систем, автоматических линий и коробок передач на основе принципа многопоточности», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин

Рецензируемая диссертация посвящена методам анализа и синтеза механизмов машин различного применения, построенных на основе принципа многопоточности передачи механической энергии.

Актуальность работы определяется прежде всего необходимостью снижения энергетических затрат в машинах на участке передачи энергии от двигателя к рабочему органу. Образно можно сказать, что экологические проблемы будут решены тогда, когда энергетические затраты на оборудование за время его цикла жизни будут снижены, то есть производство (потребность) энергии для этого типа машин будет снижено. Естественно, это не исключает развитие альтернативных источников энергии.

Отметим также то, что снижение потерь от сил трения в кинематических парах при правильном проектировании достигло своих пределов, и снижение затрат энергии может быть обеспечено только при рациональном выборе структурных схем передаточных механизмов между двигателем и рабочим органом. Следующим существенным обстоятельством является снижение массогабаритных характеристик машин. Чем меньше значения этих характеристик, тем меньше затраты на их производство и в некоторой степени снижение эксплуатационных расходов. Одним из направлений для решения этих двух задач, можно считать принцип многопоточности механических систем. Анализ и синтезу механизмов на основе принципа многопоточности посвящена рецензируемая диссертация.

Прежде всего следует отметить удачный и правильный выбор

машинных объектов для исследования.

Обратим внимание на то, что это самые распространённые механические устройства:

- коробки передач автомобилей (их количество исчисляется сотнями миллионов единиц в мире, очень приближенная оценка),

- манипуляционные системы роботов различного назначения – их количество измеряется миллионами единиц в мире,

- упаковочные машины – их количество постоянно растёт и, видимо, тоже измеряется миллионами единиц.

Уверен, что в дальнейшем по результатам диссертационной работы многие исследователи и конструкторы расширят этот ряд, рассмотренный в диссертации.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы и 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 рассмотрены машинные устройства, в которых использованы принципы многопоточности. Отмечен вклад многих учёных в создание таких механизмов. Отметим, однако, что автор оставил без внимания мехатронные пружинные приводы с рекуперацией энергии, в которых реализован принцип многопоточности, что позволяет не только управлять законами движения выходного звена, но и значительно снизить энергетические затраты.

Во второй главе рассмотрены вопросы классификации и синтеза многопоточных вально-планетарных коробок передач. Разработаны алгоритмы параметрического синтеза и последовательного определения критерия минимума суммы квадратов относительных отклонений заданного ряда передаточных отношений, отнесённых к квадрату

передаточного отношения заданного ряда. По результатам оптимизации по каждому из возможных структур первичного ряда выделяется новый ряд, у которого наилучшие результаты по первому критерию. Значения этого ряда уточняются его оптимизацией по минимаксному критерию. Для трёхпоточных коробок передач разработана упрощённая методика параметрического синтеза, заключающаяся в итерационном поиске структуры ряда, который учитывает его основное свойство: величины его членов при увеличении ряда уменьшаются по модулю.

В третьей главе рассмотрены механизмы параллельной структуры, применяемые в манипуляционных системах промышленных роботов, испытательных машинах, для моделирования характерных воздействий, например, на автомобили и другие транспортные средства, и в симуляторах.

В манипуляционных системах с открытыми кинематическими цепями, с использованием вращательных пар затраты энергии в некоторых случаях, как было показано в работах А.Е. Кобринского и Ю.А. Степаненко, может более чем в 1,5 раза превышать затраты энергии при подъёме на заданную высоту, даже если примем что потери в кинематических парах равны нулю. Использование манипуляционных систем с механизмами параллельной структуры ликвидируют этот недостаток, к тому же все двигатели располагаются на основании, что уменьшает инерционные нагрузки. В системе приводов, практически, имеем дело с идентичными передаточными функциями, что уменьшает погрешности отработки управляющих программ. Отметим, что направленность исследования в этом разделе диссертации связана с возможностью применения полученных результатов в промышленной робототехнике и отказаться от антропоморфных структур, когда в рабочем пространстве робот занимает то место, в котором ранее находился рабочий. Теперь робот может иметь основание, расположенное над

обслуживаемым объёмом, что ведёт к сокращению или разрежённости пространства над полом, которое может быть использовано для роботизированных транспортных систем. Основными результатами этого раздела являются:

- Разработка новой манипуляционной системы с использованием принципа многопоточности в каждой кинематической цепи, что обеспечивает не только кинематическую развязку, но и увеличение рабочей зоны и быстродействие.
- Решена также задача динамики разработанного механизма с учётом масс промежуточных звеньев.

Четвёртая глава посвящена разработке технической идеологии конструирования силовых станций в машинах по производству разовых упаковок и в фасовочно-упаковочных автоматах. Рабочие операции в этих станциях отличаются тем, что большая часть рабочего хода происходит в режиме холостого хода и только на последнем участке развивается большое технологическое усилие. Возвращение рабочего органа происходит в режиме холостого хода на всём его протяжении. В случаях фасования и упаковывания малых доз в тонкий упаковочный материал используются пневматические цилиндры с возвратными пружинами. Они являются двухпоточными двигателями – технологическое усилие обеспечивает пневмоцилиндр, возвратное усилие – пружина. Максимальный ход равен 40 мм, максимальный диаметр поршня 50 мм. Эти характеристики недостаточны для их использования в автоматах с блистерной упаковкой. В этой главе подробно рассмотрены возможные схемы двухпоточных механизмов силовых станций, обеспечивающих существенное снижение энергетических затрат. Однако, на мой взгляд, больше преимуществ имеет пневмогидравлический привод, разработанный ИМАШ РАН и ООО «Камоцци Пневматика»

Все основные результаты диссертации опубликованы в

периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ – 14 работ; в изданиях, индексируемых Scopus и WoS опубликовано 14 работ, кроме этого получено 14 патентов на изобретения, из них 11 патентов получено в США. Материалы диссертации прошли апробацию в течение нескольких лет в виде докладов на ряде национальных и международных конференций

Автореферат диссертации достаточно полно отражает её содержание.

Тема и содержание полностью соответствуют профилю специальности 05.02.18-Теория механизмов и машин.

Целью работы являлось создание механизмов и машинных агрегатов, в которых за счёт применения принципа многопоточности передачи энергии достигается снижение энергетических затрат и повышения эффективности. Эти цели достигнуты, и результаты работы вносят значительный вклад в решение научной проблемы повышения эффективности и расширение функциональности механических систем машин, имеющей важное хозяйственное значение – снижения энергетических затрат и ресурсосбережения, согласно стратегии научно-технического развития страны.

Оценивая работу в целом следует отметить впечатляющий объём выполненной работы, особенно это касается материалов второй главы, связанных с многоступенчатыми коробками передач. К недостаткам можно было бы отнести отсутствие конкретных рекомендаций, но это было бы неправильно. Профессор Петроградского Политехнического института Императора Петра Великого Л.В. Ассур писал в своей докторской диссертации «...дело науки – указать всё возможное, дело практики – выбрать из возможного практичное». Важно и то, что ряд разработок, полученных в результате диссертационных исследований, получили широкое применение в промышленности.

Считаю, что рецензируемая диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, а её автор Константин Борисович Саламандра, несомненно, заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Официальный оппонент
Почётный работник высшего образования РФ
Доктор технических наук, профессор
Высшей школы робототехники и автоматизации
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого



Жавнер
Виктор
Леонидович

09 февраля 2021 г.

Специальность, по которой защищалась диссертация: 05.02.05 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Тел.: +7 (812) 552-96-86

Эл. почта: vjavner@outlook.com

