

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Алюкова Сергея Викторовича «НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНЕРЦИОННЫХ БЕССТУПЕНЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ПОВЫШЕННОЙ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин

Актуальность темы диссертационного исследования

Инерционные бесступенчатые передачи являются автоматическими бесступенчатыми передачами механического типа и позволяют автоматически менять режимы работы привода в зависимости от нагрузки. Эти передачи имеют компактные конструкции, отличаются высоким коэффициентом полезного действия, широким диапазоном трансформации момента, поэтому не требуют дополнительных коробок передач. Инерционные передачи обладают внутренним автоматизмом. Общеизвестно, что нет ни одной рабочей машины, в которой бы автоматическое бесступенчатое регулирование вращающего момента не способствовало интенсификации выполняемых процессов.

Несмотря на отмеченные преимущества, инерционные передачи не находят широкого распространения в технике. Основная причина этого заключается в их недостаточной работоспособности, в первую очередь, из-за входящих в конструкцию таких передач механизмов свободного хода (МСХ). Высокая частота включений и выключений МСХ, импульсный характер передаваемого момента, высокие пиковые динамические нагрузки препятствуют созданию надежной конструкции инерционных передач. Поэтому проблема создания достаточно долговечных инерционных передач, несомненно, является актуальной, так как её решение будет способствовать их широкому применению в технике.

Начиная уже с первых конструкций инерционных передач, их основное применение предполагалось в трансмиссиях транспортных средств. Согласно с автором, что такой подход является не верным, по крайней мере, для данного этапа разработки таких передач, об этом свидетельствует многолетний опыт безуспешных попыток создания надежной инерционной бесступенчатой передачи для транспортных средств. Кроме того, в последнее время большое внимание уделяется плавности хода транспортных средств, а сам вибрационный принцип действия инерционных передач предполагает импульсную подачу момента на выходной вал, что входит в явное противоречие с указанным требованием. Вместе с тем, автор правильно отмечает, что вибрации в технике часто играют положительную роль.

В современной технике есть целые области, построенные на использовании различных колебательных процессов и вибраций: вибрационное перемещение насыпных грузов, виброреология, вибрационная обработка материалов, вибрационное уплотнение и др. Использование вибрационных процессов позволяет значительно повысить производительность и эффективность выполнения технологических операций, снизить необходимый расход энергии. Именно для таких систем инерционные передачи могут быть особенно полезными. Вибрационный характер подачи момента на рабочий орган при этом является положительной особенностью привода. Разрабатываемые в данной диссертации научные основы инерционных бесступенчатых передач касаются, в первую очередь, именно этого направления их применения, что также подтверждает актуальность диссертации.

Цель исследования – создание нового семейства механизмов – инерционных автоматических бесступенчатых передач повышенной нагрузочной способности разработка основ теории этих механизмов.

Для достижения цели в работе решались следующие **основные задачи**:

1. Проведение анализа существующих конструкций инерционных передач и поиск возможных путей повышения их нагрузочной способности.
2. Разработка нового семейства механизмов переменной структуры – инерционных бесступенчатых передач повышенной нагрузочной способности.
3. Создание основ теории данного семейства механизмов.
4. Проведение экспериментальных исследований и проверка достоверности полученных теоретических результатов и предложенных методик расчета.

Научная новизна исследования, обоснованность и достоверность результатов исследования

Новизна работы состоит как в разработке семейства инерционных бесступенчатых передач повышенной нагрузочной способности, так и в разработанной теории данного семейства. Разработанное семейство отличается многообразием и включает в себя: инерционные бесступенчатые передачи с одним выходным механизмом свободного хода; без механизмов свободного хода для привода рабочих органов, совершающих знакопеременное движение; для привода реверсивного режущего инструмента; с рычажным механизмом; с механизмами свободного хода релейного типа, нагрузочная способность которых на порядок выше по сравнению с существующими схемами. Разработанная теория базируется на новых методах моделирования и анализа механизмов переменной структуры посредством преобразования динамических систем переменной структуры в

динамические системы постоянной структуры.

Новым является разработанный метод основанный на специальных функциях и позволивший представить математические модели инерционных бесступенчатых передач не в виде совокупности систем дифференциальных уравнений по участкам, а в виде лишь одной системы дифференциальных уравнений, описывающей движение звеньев передачи в течение всего рабочего цикла.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации соответствует общепринятой в рамках специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин. Используемые в диссертационном исследовании методологии анализа и синтеза сложных технических систем, функционального моделирования, прикладные методы изучения исследования динамики существенно нелинейных систем подтверждают обоснованность и достоверность проведенных исследований.

Значение для науки и практики результатов исследования

Полученные в диссертации результаты обладают научной ценностью, поскольку они вносят существенный вклад в совершенствование подходов к созданию и исследованию прогрессивных и наукоемких технических систем - инерционных автоматических бесступенчатых передач. Ценность полученных в диссертации результатов определяется, прежде всего, запросами практики, послужившими исходной точкой при проведении исследований.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные методы, подходы и модели позволяют проводить полный расчет конструктивных параметров инерционных передач и механизмов свободного хода повышенной нагрузочной способности. Использование предложенных рекомендаций и методик позволяет проектировать инерционные передачи с использованием современных компьютерных программ и обеспечивает экономический эффект за счет сокращения сроков разработки инерционных бесступенчатых передач, повышения их нагрузочной способности, надежности и долговечности, снижения габаритных размеров и массовых параметров, сокращения производственных и эксплуатационных затрат. Несомненным достоинством работы является логическая завершенность и доведение результатов исследований до практических методик и алгоритмов. Важно подчеркнуть, что выполненная работа, наряду с разработкой на высоком научном уровне теоретических основ, доведена до конкретных инженерных методик расчета инерционных бесступенчатых передач и механизмов свободного хода.

В шестой главе ставятся основные задачи экспериментальных исследований, описывается экспериментальный стенд, методика и результаты проведения экспериментов. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических положений и выводов.

В приложениях приводятся описание компьютерных программ и акты внедрения.

Диссертация четко структурирована, характеризуется научной строгостью, четкостью и последовательностью изложения материала. Текст диссертации хорошо иллюстрирован таблицами, графиками, иными материалами в соответствии с современными требованиями.

Автореферат и опубликованные Алюковым С.В. работы (51 публикации) полностью отражают основное содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

В целом работа написана ясным и четким научным языком, на современном уровне, доказательно. Однако, как всегда, есть отдельные замечания.

1. Следует более четко определиться с термином “нагрузочная способность”. Что понимается под этим термином? Какие критерии оценки нагрузочной способности? Автор часто путает терминологию «передаточное число и передаточное отношение», «крутящий момент и вращающий момент», между тем это разные понятия.

2. Следует описать допущения, сделанные при исследовании динамики инерционных передач. Какие факторы при этом принимались во внимание, а учет каких факторов не проводился?

3. В работе при изучении динамики инерционных передач использовалась динамическая характеристика электродвигателя. Было бы полезно провести сравнение полученных при этом результатов с результатами при использовании статической характеристики. Как изменятся результаты при использовании других типов двигателей, например, двигателей внутреннего сгорания?

4. В математических моделях недостаточно учитываются случайные факторы, проявляющиеся на стадии эксплуатации сложной техники.

5. Утверждение, что в соосных передачах при трансформации вращающего момента необходимо иметь реактивный момент на корпусе (стр. 50) справедливо. Однако непонятно, почему это, известное со времён Ньютона утверждение приписывается А. И. Леонову.

6. Ссылки на источники приводятся в порядке их появления, а не в алфавитном порядке, что затрудняет анализ полноты охвата исследований,

Оценка качества оформления диссертации

Диссертационная работа объемом 369 страниц состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка литературы (199 наименований) и десяти приложений. Каждая из шести глав содержит принципиально важные результаты научных исследований Алюкова С.В.

Первая глава посвящена обзору научной литературы по инерционным передачам, анализу подходов к решению задачи повышения нагрузочной способности этих передач, увеличения их надежности и долговечности. Весьма ценным является проведенный в этой главе критический анализ ошибочных конструкций инерционных передач без механизмов свободного хода.

Во второй главе описываются обобщенные физические и математические модели рассматриваемых инерционных передач. В этой главе описывается новый метод преобразования динамических систем переменной структуры в динамические системы постоянной структуры, математические модели которых можно записать в виде одной системы нелинейных дифференциальных уравнений, что значительно облегчает исследование динамики этих систем. Здесь же описываются новые методы аппроксимаций функций. Высокий математический уровень исследования подтверждается формулировкой и доказательством нескольких теорем.

Третья глава посвящена вопросам нелинейных колебаний инерционных бесступенчатых передач. Проведен сравнительный анализ приближенных методов решения дифференциальных уравнений движения. От обсуждения проблем решения дифференциальных уравнений диссертант переходит к описанию конструкций разработанных им механизмов свободного хода релейного типа. Интересным является вывод о возможности в несколько раз разгрузить заклинивающие звенья механизмов свободного хода. Рассмотрены нелинейные колебания передач без механизмов свободного хода и с одним выходным механизмом свободного хода. Рассмотрены резонансные режимы работы.

В четвертой главе рассмотрены вопросы динамики инерционных передач с рычажным механизмом, которые не имеют в своей кинематической цепи механизмов свободного хода. Такие передачи позволяют значительно расширить области возможного применения инерционных передач без механизмов свободного хода.

В пятой главе выделяются предпочтительные схемы инерционных передач по критерию повышенной нагрузочной способности. Рассматриваются вопросы построения внешних характеристик. Разрабатываются методики расчета и проектирования инерционных передач. Показано, что предложенные передачи имеют внешние характеристики близкие к идеальным и отличаются повышенной надежностью и безотказностью в работе.

Оценка качества оформления диссертации

Диссертационная работа объемом 369 страниц состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка литературы (199 наименований) и десяти приложений. Каждая из шести глав содержит принципиально важные результаты научных исследований Алюкова С.В.

Первая глава посвящена обзору научной литературы по инерционным передачам, анализу подходов к решению задачи повышения нагрузочной способности этих передач, увеличения их надежности и долговечности. Весьма ценным является проведенный в этой главе критический анализ ошибочных конструкций инерционных передач без механизмов свободного хода.

Во второй главе описываются обобщенные физические и математические модели рассматриваемых инерционных передач. В этой главе описывается новый метод преобразования динамических систем переменной структуры в динамические системы постоянной структуры, математические модели которых можно записать в виде одной системы нелинейных дифференциальных уравнений, что значительно облегчает исследование динамики этих систем. Здесь же описываются новые методы аппроксимаций функций. Высокий математический уровень исследования подтверждается формулировкой и доказательством нескольких теорем.

Третья глава посвящена вопросам нелинейных колебаний инерционных бесступенчатых передач. Проведен сравнительный анализ приближенных методов решения дифференциальных уравнений движения. От обсуждения проблем решения дифференциальных уравнений диссертант переходит к описанию конструкций разработанных им механизмов свободного хода релейного типа. Интересным является вывод о возможности в несколько раз разгрузить заклинивающие звенья механизмов свободного хода. Рассмотрены нелинейные колебания передач без механизмов свободного хода и с одним выходным механизмом свободного хода. Рассмотрены резонансные режимы работы.

В четвертой главе рассмотрены вопросы динамики инерционных передач с рычажным механизмом, которые не имеют в своей кинематической цепи механизмов свободного хода. Такие передачи позволяют значительно расширить области возможного применения инерционных передач без механизмов свободного хода.

В пятой главе выделяются предпочтительные схемы инерционных передач по критерию повышенной нагрузочной способности. Рассматриваются вопросы построения внешних характеристик. Разрабатываются методики расчета и проектирования инерционных передач. Показано, что предложенные передачи имеют внешние характеристики близкие к идеальным и отличаются повышенной надежностью и безотказностью в работе.

В шестой главе ставятся основные задачи экспериментальных исследований, описывается экспериментальный стенд, методика и результаты проведения экспериментов. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических положений и выводов.

В приложениях приводятся описание компьютерных программ и акты внедрения.

Диссертация четко структурирована, характеризуется научной строгостью, четкостью и последовательностью изложения материала. Текст диссертации хорошо иллюстрирован таблицами, графиками, иными материалами в соответствии с современными требованиями.

Автореферат и опубликованные Алюковым С.В. работы (51 публикации) полностью отражают основное содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

В целом работа написана ясным и четким научным языком, на современном уровне, доказательно. Однако, как всегда, есть отдельные замечания.

1. Следует более четко определиться с термином “нагрузочная способность”. Что понимается под этим термином? Какие критерии оценки нагрузочной способности? Автор часто путает терминологию «передаточное число и передаточное отношение», «крутящий момент и вращающий момент», между тем это разные понятия.

2. Следует описать допущения, сделанные при исследовании динамики инерционных передач. Какие факторы при этом принимались во внимание, а учет каких факторов не проводился?

3. В работе при изучении динамики инерционных передач использовалась динамическая характеристика электродвигателя. Было бы полезно провести сравнение полученных при этом результатов с результатами при использовании статической характеристики. Как изменятся результаты при использовании других типов двигателей, например, двигателей внутреннего сгорания?

4. В математических моделях недостаточно учитываются случайные факторы, проявляющиеся на стадии эксплуатации сложной техники.

5. Утверждение, что в соосных передачах при трансформации вращающего момента необходимо иметь реактивный момент на корпусе (стр. 50) справедливо. Однако непонятно, почему это, известное со времён Ньютона утверждение приписывается А. И. Леонову.

6. Ссылки на источники приводятся в порядке их появления, а не в алфавитном порядке, что затрудняет анализ полноты охвата исследований,

проведенных другими учеными по выбранной тематике.

7. Выводы по работе (стр. 325 – 330) характеризуют большой объем (перечень) выполненных работ, но научных выводов не содержат.

8. Некоторые вопросы главы 2 (например 2.2, 2.3) вряд ли соответствуют заявленной специальности, хотя и характеризуют эрудицию автора.

Отмеченные выше недостатки являются либо редакционными, либо связаны с проблемами, по которым в научной литературе продолжаются дискуссии, и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

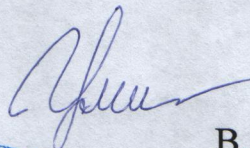
Несмотря на отдельные приведенные выше замечания, диссертация Алюкова С.В. является, серьезным и тщательно выполненным научным исследованием.

Основные положения диссертации в достаточной мере нашли отражение в 3 монографиях, опубликованы в 14 научных трудах, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК. Доложены на 25 международных, всесоюзных и всероссийских научных конференциях с 1980 по 2014 гг. Получено 9 патентов и авторских свидетельств на изобретения и полезные модели. Поэтому результаты диссертанта хорошо известны научной общественности.

Диссертация Алюкова С.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные разработки по созданию наукоемкой продукции - инерционных автоматических бесступенчатых передач, с целью обеспечения их эксплуатационной надежности, имеющие существенное значение для машиностроения в целом.

Изложенное является основанием считать, что представленная работа «Научные основы инерционных бесступенчатых передач повышенной нагрузочной способности» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин», а ее автор, Алюков Сергей Викторович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО
«ИжГТУ им. М. Т. Калашникова»



В. А. Умняшкин

Подпись В. А. Умняшкина удостоверяю

