

Диссертационный совет 212.298.09  
при ФГБОУ ВПО «Южно-  
Уральский государственный уни-  
верситет» (национальный исследо-  
вательский университет).  
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И.  
Ленина, 76.

## ОТЗЫВ

официального оппонента д-ра техн. наук Шаркова О.В. на диссертационную работу Алюкова Сергея Викторовича «Научные основы инерционных бесступенчатых передач повышенной нагрузочной способности», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин

**Актуальность темы.** Одним из актуальных направлений повышения технического уровня и конкурентоспособности отечественных машин и технологического оборудования является обеспечение возможности бесступенчатого регулирования режимов их работы. Среди передач, обеспечивающих такую возможность, следует выделить инерционные бесступенчатые передачи, обладающие важными преимуществами: постоянство настроенного передаточного отношения при широком диапазоне его регулирования; компактность и простота конструкции; возможность автоматического изменения режима работы в зависимости от нагрузки и др.

Однако их широкое применение в настоящее время ограничено вследствие двух основных причин.

Во-первых, эти передачи являются сложными динамическими системами переменной структуры, работа которых описывается системами существенно нелинейных дифференциальных уравнений. Несмотря на подобный физический принцип их работы, применение уже известных и опробованных подходов на новые типы передач без тщательной проверки может приводить к неточным, а в ряде случаев, и ошибочным результатам

Во-вторых, недостаточной работоспособностью механизмов свободного хода в инерционных передачах, вследствие их функционирования при высокой частоте включения в условиях пикового приложения нагрузки.

В этой связи тема диссертации, посвященная разработке научных основ создания нового семейства инерционных бесступенчатых передач с механизмами свободного хода релейного типа, обладающих повышенной нагрузочной способностью и долговечностью, *является актуальной.*

Дополнительным подтверждением актуальности выбранной темы исследования является то, что работа выполнялась в рамках Федеральных целевых программ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.», «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг. и 2014-2020 гг.», планов научно-исследовательских работ ФГБОУ ВПО ЮУрГУ и договоров с промышленными предприятиями.

**Анализ содержания работы.** Диссертация включает в себя введение, 6 глав, выводы, список использованных источников из 199 наименований. В приложении приведены примеры компьютерных программ и акты внедрения.

Во введении и первой главе выполняется анализ современного состояния вопроса по инерционным бесступенчатым передачам, аргументируется актуальность выбранной темы, обосновываются выбор объекта, предмета и основных направлений исследований.

Вторая, третья, четвертая и пятая главы составляют основной теоретический раздел диссертации. Они посвящены разработке физико-математических моделей инерционных бесступенчатых передач, применению их для исследования нелинейных колебаний звеньев и динамики таких передач, анализу их внешних рабочих характеристик, разработке методики проектирования инерционных передач и механизмов свободного хода релейного типа.

Шестая глава описывает экспериментальную часть работы и посвящена проверке достоверности полученных теоретических результатов и предложенной методики проектирования инерционных бесступенчатых передач, а также получению новых данных о характере изменения и величинах их эксплуатационных характе-

ристик. Для проведения экспериментальных исследований был разработан специальный стенд.

Диссертация оформлена согласно существующим требованиям и написана грамотным научным языком. Материал излагается в логической последовательности, содержит необходимые формулы и иллюстрации для его понимания.

На используемые в работе результаты других авторов приводятся ссылки согласно требованиям пункта 14 положения «О порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.).

Автореферат отражает основные положения диссертации.

**Научная новизна результатов** диссертации заключается в разработке физических и математических моделей, описывающих работу нового семейства инерционных бесступенчатых передач повышенной нагрузочной способности (с одним выходным механизмом свободного хода, без механизмов свободного хода и с механизмами свободного хода релейного типа). При этом:

- впервые на основе методов системного анализа и обобщения предложена общая методика исследования динамических характеристик нового семейства инерционных бесступенчатых передач;
- впервые разработаны специальные функции, позволяющие описывать математические модели движения инерционных бесступенчатых передач с помощью только одной системы дифференциальных уравнений;
- разработаны новые методы аппроксимации ступенчатых, кусочно-линейных и обобщенных функций, позволившие упростить методику и повысить достоверность определения динамических характеристик инерционных передач;
- впервые получены аналитические и численные решения систем существенно нелинейных дифференциальных уравнений движения инерционных бесступенчатых передач и механизмов свободного хода релейного типа;
- впервые созданы алгоритмы и программы для моделирования динамики инерционных бесступенчатых передач, ориентированные на современные программные средства.

Новизна технических решений подтверждается 9 патентами и авторскими свидетельствами.

ных, Всероссийских и Всесоюзных конференциях, что подтверждает их хорошую апробацию.

Публикации достаточно полно отражают сущность проведенных исследований и личный вклад автора, они соответствуют требованиям пунктов 11 и 13 положения «О порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.).

#### **Замечания по содержанию материала диссертации:**

1. Работа посвящена инерционным бесступенчатым передачам повышенной нагрузочной способности. Однако критерии, позволяющие оценить, какая передача обладает повышенной нагрузочной способностью, а какая нет, не приводятся и не оговариваются.

2. Исследование динамики инерционных бесступенчатых передач проводилось только на основе детерминированных моделей, которые не позволяют учесть вероятностный характер действия силовых и кинематических параметров при работе таких передач.

3. Объем основной части диссертации можно было сократить. Численные примеры расчета внешней характеристики инерционной передачи (с. 277-281) и механизма свободного хода релейного типа (с. 295-299) вынести в приложение, так они описывают не научные результаты диссертации, а их инженерное применение для решения конкретной задачи. Отдельные справочные данные (табл. 5.1-5.4) не приводить, а дать ссылку на источники, из которых их можно выбрать. В работе несколько раз приводятся идентичные по смыслу пояснения, что «...недостаточная надежность механизмов свободного хода лимитирует работоспособность инерционной передачи в целом.» (с. 11, 67, 69, 75, 181, 299).

4. Проводя силовой анализ механизма свободного хода релейного типа автор указывает: «Величина момента, передаваемого через заклинивающие элементы механизма свободного хода, может быть меньше величины момента, передаваемого через фрикционные поверхности, более чем в сотни раз.» (с. 190). Такой результат получен на основании статической модели механизма, а в действительности при его работе вследствие динамичности действия нагрузки, например за счет наличия зазоров в винтовой паре, реальный характер её распределения может отличаться от полученного. По-видимому, при проектировании предлагаемых механизмов сво-

**Достоверность результатов** теоретического раздела диссертации обеспечивается: применением базовых положений машиноведения, теоретической механики, математики и математического моделирования; корректностью постановки задач и принятых допущений; применением современных программных средств MathCAD, а также совпадением теоретических и экспериментальных результатов. Достоверность экспериментальных результатов обеспечивается применением хорошо апробированной экспериментальной аппаратуры, статистических методов и современных компьютерных программ MathCAD и SPSS для обработки результатов измерений.

**Практическая ценность результатов** диссертационной работы заключается в разработке рекомендаций и методики проектирования, обеспечивающих создание инерционных бесступенчатых передач с повышенными эксплуатационными характеристиками. Полученные в работе результаты внедрены на ряде промышленных предприятий: ОАО «Специальное конструкторское бюро машиностроения» (г. Курган); ООО «Научно-технический центр ПИГМЕНТ» (г. Челябинск); ОАО «Завод имени В.А. Дегтярева (г. Ковров); ОАО «Курганмашзавод» (г. Курган) и др.

**Степень обоснованности** научных положений, выводов и рекомендаций диссертации высокая, она обеспечивается применением современных методов исследований, подтверждается результатами экспериментов, проведенных при различных режимах работы инерционных передач, и их производственной эксплуатацией в приводах технологического оборудования.

Научные положения работы, выводы и практические рекомендации, сформулированные автором, логичны, аргументированы и не противоречат мировым тенденциям развития методов исследования и проектирования инерционно-импульсных передач и механизмов свободного хода.

**Полнота изложения материалов диссертации в публикациях.** Основное содержание результатов диссертации опубликовано в 51 печатной работе, из которых: 14 статей в ведущих рецензируемых журналах по перечню ВАК, включая 3 статьи в зарубежных журналах, индексированных в системах Scopus и Springer; 9 патентов и авторских свидетельств; 3 монографии. В период с 1980 по 2013 год материалы диссертации многократно докладывались и обсуждались на Международ-

бодного хода целесообразно использовать принцип равнопоточности передачи нагрузки с учетом динамики её действия.

5. В работе проводится сравнение предлагаемых механизмов свободного хода релейного типа с другими типами механизмов (с. 299-300) только по нагрузочной способности, без учета таких показателей как долговечность, стоимость, время срабатывания, материалоемкость и др.

6. Автор не всегда четко аргументирует сравнительную оценку полученных результатов. Например, он пишет: «...имеет приемлемую сходимость...» (с. 177); «Метод последовательных приближений дает неплохие результаты...» (с. 179); «...показала приемлемость аналитического решения для инженерных расчетов» (с. 225); «...габариты механизмов свободного хода практически не отличаются от габаритов обгонных муфт» (с. 300); «Сравнение с экспериментальными данными (рис.6.4) показывает хорошую сходимость.....» (с. 319) не указывая критериев и конкретных величин сравнительной оценки.

7. Пункты «5.5 Методика расчета механизма свободного хода релейного типа» и «5.6 Методика расчета инерционной бесступенчатой передачи с одним выходным механизмом свободного хода» логично было объединить в одну главу и расположить после экспериментальной части работы, так как их содержание является прикладным обобщением ранее полученных научных результатов.

8. Автор реализовал в своей работе только пассивный эксперимент. Было бы полезно построить матрицу эксперимента и провести активный эксперимент. Тогда результаты, показанные на рис. 6.4, 6.5 и 6.7, можно было представить в виде поверхностей отклика, которые дают более наглядное представление об изменении исследуемых параметрах (момента двигателя  $M_d$ , момента  $M_c$  и силы  $P_c$  сопротивления), чем приведенные осциллограммы.

9. Список использованных источников составлен не в алфавитном порядке, а по порядку ссылки на них в тексте диссертации, что при большом объеме изложенного материала несколько затрудняет работу с ним. Например, источник «Гуля Н.В., Клоков В.Г., Юрков С.А. Детали машин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.» приводится в списке дважды под номерами 149 и 183.

**В заключение** следует отметить, что приведенные недостатки не являются принципиальными. Диссертационная работа в целом производит хорошее впечатление, в ней достигается поставленная соискателем цель исследования и выполняются поставленные задачи.

Диссертацию Алюкова С.В. можно характеризовать как научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, лежащие в основе научной базы по созданию и использованию семейства инерционных бесступенчатых передач и механизмов свободного хода релейного типа с новыми функциональными и преобразующими свойствами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Рецензируемая диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 положения «О порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Алюков Сергей Викторович достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин.

доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры «Технологии транспортных процессов и сервиса» ФГАОУ ВПО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,  
236041, г. Калининград, ул. А. Невского д.14,  
E-mail: o\_sharkov@mail.ru.  
тел. раб. 84012338284, тел. моб. 89114836730

 Шарков Олег Васильевич

Подпись О.В. Шаркова

**ЗАВЕРЯЮ**

Ученый секретарь  
ФГАОУ ВПО «БФУ им. И. Канта»  
03 февраля 2014 г.



 Зверев Ю.М.