



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВТОМАТИКИ И ГИДРАВЛИКИ»
(АО «ЦНИИАГ»)

Советской Армии ул., д. 5, Москва, 127018
Телефон: 8 (495) 631-71-91, факс: 8 (495) 681-95-34
E-mail: cniiag@cniiag.ru
ОКПО 07523540, ОГРН 1127746028410
ИНН/КПП 7715900066/774550001

И.о. проректора по научной работе
Московского авиационного
института (национальный
исследовательский университет),
доктору технических наук,
профессору
Ю.А. Равиковичу
Волоколамское ш., д. 4, Москва,
А-80, ГСП-3, 125993
(499) 158-29-77
mai@mai.ru

12 08. 2022

№ И 11342/1100-07

На № 010/1544-1 от 01.08.2022

**О направлении отзыва на
диссертацию**

Направляю Вам отзыв АО «ЦНИИАГ» как ведущей организации по диссертации Подшибнева В.А. на тему «Методика проектирования исполнительного механизма привода на основе волновой передачи с телами качения с заданным уровнем виброускорения», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Приложение: Отзыв на 6 л. в 2 экз.

С уважением,
Ученый секретарь диссертационного
совета ДС 407.002.01, д.т.н.

В.В. Щербинин

Исп. С.В. Волков
Тел. 8 (499) 244-07-52



Отдел документационного
обеспечения МАИ

«24 08 2022»

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «ЦНИИАГ»
доктор технических наук, доцент


Шапвалов А.Б.

ОТЗЫВ

Акционерного общества "Центральный научно-исследовательский институт
автоматики и гидравлики" (ЦНИИАГ)
ведущей организации по диссертации
Подшибнева Владимира Александровича
«Методика проектирования исполнительного механизма привода на основе
волновой передачи с телами качения с заданным уровнем виброускорения»,
предоставленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали
машин.

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа посвящена проектированию перспективных волновых передач с телами качения (ВПТК), и именно, разработке уточненной методики проектирования этой передачи. Рассматривается проблема влияния циклически изменяющихся параметров ВПТК, таких как пульсация радиальных сил, развеваемый момент и крутильная жесткость, на характеристики этой передачи. Диссертантом решается задача об учете этих параметров при проектировании механизмов на основе ВПТК с целью повышения точности и достоверности прочностных и геометрических расчетов. Кроме того, представленная в работе методика позволяет выбирать конструктивные параметры ВПТК, обеспечивающие минимальные значения пульсирующих радиальных сил, виброускорений корпусных деталей, а, следовательно, обеспечить наибольший ресурс механизмов на основе ВПТК.

На этом основании тема диссертационной работы Подшибнева В.А. является актуальной.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«24 08 2022»

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 59 наименований и двух приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определена решаемая научно-техническая проблема. Проведен обзор известных методик проектирования ВПТК, выявлены достоинства и недостатки этого механизма. На основе проведенного анализа сформулированы цель и задачи исследования, определена научная новизна и практическая значимость, полученных автором результатов, представлены положения, вносимые на защиту, также представлены сведения об апробации результатов работы и основных публикациях.

В первой главе обоснован принцип действия ВПТК в виде следящей системы, в которой малая ось симметрии условного гибкого колеса, проходящего через центры тел качения, отслеживает положение суммарного вектора усилия, создаваемого волнообразователями. Автор представил математическую модель ВПТК как следящей системы, аналитические зависимости, необходимые для решения задачи о распределении контактных сил между телами качения в одном ряду, аналитические зависимости, позволяющие определять амплитуду и частоту пульсаций суммарного радиального усилия и развиваемого момента от числа тел качения в одном ряду.

Во второй главе приведены результаты исследований крутильной жесткости ВПТК. Дано теоретическое определение функций крутильной жесткости ВПТК в режиме редуктора и мультипликатора, показывающее периодический характер этих функций. Представлены результаты экспериментальных исследований крутильной жесткости ВПТК, подтверждающие достоверность, предложенных автором аналитических зависимостей. Предложен способ линеаризации функции крутильной жесткости ВПТК. Представлены графики зависимости пульсации крутильной жесткости от числа тел качения в одном ряду при работе в режиме редуктора и мультипликатора.

В третьей главе автором рассматривается влияние неравномерности распределения нагрузки между рядами тел качения ВПТК на ее технические характеристики. Приведены результаты экспериментальных исследований, указывающих на наличие неравномерности распределения нагрузки между рядами тел качения в ВПТК. Приведены результаты решения задачи о распределении нагрузки между рядами тел качения, полученные

аналитическим методом и методом численного моделирования для различных кинематических схем ВПТК и проведено их сравнение. Показана важность учета неравномерности распределения нагрузки между телами качения в одном ряду и между рядами при выполнении прочностных и геометрических расчетов ВПТК. Рассмотрено влияние неравномерности распределения нагрузки между рядами тел качения на суммарное радиальное усилие, возникающее в передаче и определяющее ее виброактивность.

В четвертой главе представлены результаты исследований влияния периодически меняющейся крутильной жесткости ВПТК на возможность возникновения неустойчивых параметрических колебаний выходного звена исполнительного механизма на основе ВПТК. Предложена аналитическая зависимость, связывающая конструктивные параметры ВПТК в различных режимах ее работы, выполнение которой может позволить обеспечить отсутствие неустойчивых параметрических колебаний выходного звена во всем диапазоне рабочих скоростей механизма. Разработана методика проектирования ВПТК с заданным уровнем виброускорения, исключающая возможность возникновения неустойчивых параметрических колебаний. Представлены механизмы на основе ВПТК, спроектированные по разработанной автором методике.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационного исследования Подшибнева В.А. заключается в следующем:

- обоснован принцип действия ВПТК в виде позиционной следящей системы, который позволяет объяснить физические особенности работы передачи;
- выявлены зависимости для определения неравномерности распределения нагрузки между рядами тел качения многорядных ВПТК для различных кинематических схем;
- уточнены формулы прочностного и геометрического расчета ВПТК в части учета неравномерности распределения нагрузки в одном ряду и между рядами;
- выявлены параметры ВПТК, вызывающие вибрации в механизме, и предложены зависимости, позволяющие оценивать вибрационное воздействие ВПТК на конструкцию исполнительного механизма привода;
- получены аналитические зависимости, подтвержденные экспериментально, которые определяют величину пульсации крутильной жесткости многорядной

ВПТК, влияющей на ее динамические характеристики;

- разработана методика проектирования ИМ на основе ВПТК с обеспечением требуемого уровня виброускорения.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием теоретической и технической механики при аналитическом решении рассматриваемых в работе задач, обоснованной методикой проведения экспериментальных исследований, внедрением полученных разработок в научно-исследовательскую работу АО МНПК «Авионика» и в учебный процесс кафедры 702 «Системы приводов авиационно-космической техники» Института №7 «Робототехнические и интеллектуальные системы» МАИ, о чем свидетельствуют соответствующие акты.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационного исследования Подшибнева В.А. заключается в следующем:

-предложенный принцип действия ВПТК в виде следящей системы расширяет знания о ВПТК и позволяет расширить область применения этих передач;

-результаты исследования влияния неравномерности распределения нагрузки позволяют проводить прочностной расчет ВПТК более точно;

-результаты исследования пульсаций развиваемого момента и крутильной жесткости позволяют более точно определять статические и динамические характеристики ИМ ЭМП на основе ВПТК;

-разработанная методика расчета ВПТК позволяет выбирать конструктивные параметры передачи с учетом величины требуемого виброускорения.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе рассматривается ВПТК только с дисковым волнообразователем, что не позволяет произвести анализ влияния типа волнообразователя на рассматриваемые в работе периодически меняющиеся параметры ВПТК.
2. В первой главе при решении задачи об распределении нагрузки между телами качения в одном ряду сделано допущение о том, что все тела качения одновременно контактируют с волнообразователем, сепаратором и жестким колесом, и не оговорено как этого достигать на практике.
3. В третьей главе при определении коэффициентов неравномерности распределения нагрузки между рядами тел качения не указано сделанное

автором допущение о равной прочности всех элементов конструкции ВПТК.

4. На рисунке 2.11 введено обозначение $C_{\text{вых}}$ не расшифрованное в тексте работы.
5. В оглавлении в главе 3 указано «...волновой передачи с промежуточными телами качения», в тексте диссертации указано «...волновой передачи с телами качения».

Данные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Подшибнева В.А.

Заключение по диссертационной работе

Опубликованные автором по теме диссертации работы, полученные патенты РФ на изобретения и акты внедрения подтверждают актуальность, научную новизну и практическую значимость диссертационной работы Подшибнева В.А.

Область исследований и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин.

Автореферат в полном объеме отражает содержание диссертации.

Диссертация Подшибнева Владимира Александровича «Методика проектирования исполнительного механизма привода на основе волновой передачи с телами качения с заданным уровнем виброускорения» является законченной научно квалификационной работой и соответствует всем требованиям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин.

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на секции №1 НТС АО «ЦНИИАГ», протокол № 1110/6 от 10.08.2022

Начальник НТО-1, председатель
секции №1 НТС, к.т.н.

С.В.Волков

Начальник отдела АО «ЦНИИАГ»

В.Ф.Николаев

Подписи заверяю

Ученый секретарь Диссертационного совета д.т.н.



В.В.Щербинин

Контактные данные организации

адрес: 127018 г. Москва ул. Советской Армии, д.5

телефон: 8(495) 631-71-91

электронная почта: sniiag@sniiag.ru

С отзывом ознакомлен Ю 24.08.2022