

## ОТЗЫВ

**официального оппонента, кандидата технических наук,  
Дмитриева Андрея Владимировича  
на диссертацию Крылова Николая Валерьевича на тему  
«Исследование жёсткости и прочности волновой передачи с  
телами качения электромеханического силового привода  
летательного аппарата», представленную на соискание учёной  
степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02  
- «Машиноведение, системы приводов и детали машин»**

В эпоху развития микромеханики и робототехники автором предложена и реализована работа по исследованию характеристик волновой передачи с телами качения. Результатом работы стала разработка волновых передач с телами качения, имеющих при тех же массогабаритных параметрах существенно более высокие прочность и передаваемый момент по сравнению с другими механическими передачами. Применение таких передач в современных системах электромеханических приводов является рациональным, так как позволяет увеличить их ресурс и снизить массу. Исследование динамики приводов с волновыми передачами с телами качения и расчёт их на прочность является *актуальной* задачей для данной отрасли.

В диссертационной работе предлагается новая методика силового расчёта волновых передач с телами качения, которая позволяет рассчитать передачу на контактные силы, деформации и напряжения, построить характеристику передаваемого момента и нагрузочную характеристику, определить КПД. Автором предложена волновая передача нового типа с эксцентриковыми роликами, обладающая преимуществами перед другими типами передач и имеющая перспективы развития и применения в приводах следующих поколений. Кроме того, в работе разрабатывается

следующих поколений. Кроме того, в работе разрабатывается математическая модель на основе волновой передачи с телами качения для исследования влияния параметров передачи на динамику электромеханического привода. Всё вышеуказанное свидетельствует, что данная диссертационная работа обладает *научной новизной* в полной мере.

Разработанная автором методика силового расчёта и рекомендации по выбору типа тел качения, числа рядов тел качения и исполнения сепаратора позволяют создавать электромеханические приводы, удовлетворяющие предъявляемым к ним требованиям, и достаточно компактные, чтобы их можно было встроить в шарнир рулевой поверхности или створки отсека летательного аппарата. Возможность создания таких приводов продемонстрирована на практике, что подтверждает *практическую значимость* работы.

### Содержание диссертации

В первой главе автором составлена физическая модель волновой передачи с телами качения, математически описаны нагрузочная характеристика и характеристика передаваемого момента. Описан силовой расчёт волновой передач с телами качения, содержащий расчёт на контактные напряжения и на потребную рабочую длину. Построены графики распределения контактных сил и напряжений в передаче, влияние зазоров на люфт и влияния геометрических параметров передачи на её прочность. Описана разработанная автором компьютерная программа силового расчёта. Приведено описание общего подхода к проектированию привода на основе волновой передачи с телами качения.

Во второй главе автором проводится анализ влияния вида тел качения, формы гнёзд сепаратора и количества рядов тел качения на прочность волновой передачи. Предлагается новый вид волновых передач с эксцентриковыми роликами.

В третьей главе описана математическая модель электромеханического привода, включающая ступени редуктора с волновыми передачами с телами

качения. Приводятся результаты моделирования и рекомендации по улучшению динамических характеристик привода.

В четвёртой главе представлено описание разработанных автором и изготовленных образцов авиационных электромеханических приводов, а также экспериментальные характеристики, полученные в результате их испытаний.

### **Достоверность полученных результатов**

Диссертационная работа выполнена с использованием современных средств математического моделирования и апробированных методов прочностного расчёта. Приведённые в работе характеристики соответствуют экспериментальным данным, поэтому достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

### **Замечания по диссертации**

1. В диссертационной работе автор показывает, что разработанная им методика силового расчёта волновой передачи с телами качения позволяет найти её КПД, однако в работе не представлено расчётных данных о значениях КПД и его зависимости от момента нагрузки.

2. В главе 2.2 автор приводит результаты анализа методом конечных элементов, но не указывает какие параметры сетки и методы решения системы линейных алгебраических уравнений были применены.

Приведённые замечания не снижают общего высокого научного уровня диссертации Крылова Н.В.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.02.02 - «Машиноведение, системы приводов и детали машин». Автореферат диссертации полностью отражает основные положения диссертации.

Диссертационная работа Крылова Николая Валерьевича «Исследование жёсткости и прочности волновой передачи с телами качения

электромеханического силового привода летательного аппарата» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, изложены научно-обоснованные технические решения и методические разработки, имеющие существенное значение для развития отрасли.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук. Автор диссертации Крылов Николай Валерьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 - «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Официальный оппонент –

Заместитель технического директора

ОАО «Мичуринский завод «ПРОГРЕСС»»,

кандидат технических наук

Дмитриев А.В.

« 13 » ноября 2014 г.

Подпись Дмитриева А.В. заверяю

*Зав. конструкторского отдела (О.В. Мухоморова)*



ОАО «Мичуринский завод «ПРОГРЕСС»

Адрес: Россия, 393773, Тамбовская область, г. Мичуринск, Липецкое шоссе, 113.

Тел.: +7(47545)2-12-49

e-mail: dmitriev.andrey68@yandex.ru

Сайт организации: www.mzp.ru