

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе
Национального
исследовательского
университета «МЭИ»

Драгунов В.К.

29.09.1016 г.

ОТЗЫВ

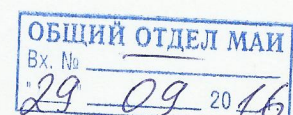
Ведущей организации на диссертационную работу Насонова Дмитрия Александровича «Методология расчета и динамический анализ турбозубчатых агрегатов главного привода судовых гребных винтов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

1. Актуальность темы диссертации

Динамическими характеристиками главных турбозубчатых агрегатов (ГТЗА) в значительной мере определяются виброшумовые параметры кораблей и подводных лодок, на которых они устанавливаются. Данный факт определяет важность представляемой работы.

Снижение уровня вибрации ГТЗА представляет собой серьезную проблему в связи со сложностью и неопределенностью ее решения. Лежащие на поверхности или кажущиеся очевидными технические и конструктивные решения, предназначенные для снижения уровня вибрации ГТЗА, либо уже использованы, либо не принесли желаемых результатов. Экспериментальные исследования и доводка опытных образцов с целью снижения их виброактивности тоже исчерпали свою эффективность.

Без серьезных научных исследований и численных экспериментов



дальнейшее снижение уровня вибрации столь сложных систем, как используемые в настоящее время планетарные редукторы, входящие в состав ГТЗА становится невозможным.

Поэтому разработка методологии исследований динамики ГТЗА и отечественного программного обеспечения для исследования динамических характеристик отдельных компонентов ГТЗА представляется достаточно актуальной задачей.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертации

Основные научные положения, выводы и рекомендации обоснованы результатами теоретических и численных исследований соискателя с использованием классических положений механики и математического аппарата.

Перед моделированием сложных объектов в работе проводится серия тестовых расчетов, подтверждающих корректность моделирования, корректность использования нестандартных граничных условий и принимаемых допущений на более простых примерах.

Полученные в результате теоретических и численных исследований выводы согласуются с известными из практического опыта фактами.

Разработанный программный комплекс проверен на большом числе тестовых задач. Расчеты амплитудно-частотных характеристик редуктора в составе испытательного стенда, проведенные в рамках работы средствами ANSYS, хорошо согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

3. Личный вклад автора в получении научных результатов, изложенных в диссертации

Основные научные результаты, приведенные в представленной диссертационной работе, получены лично автором.

Лично автору принадлежат постановка задач, разработка программного обеспечения и методологии исследований, разработка и построение математических моделей, обработка и обобщение результатов математического моделирования, разработка методик конечноэлементного моделирования ГТЗА и его компонентов. Автор принимал участие при внедрении разработанного программного обеспечения на промышленных предприятиях.

4. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития машиностроения при производстве турбозубчатых агрегатов.

4.1. Разработанные методология исследования и математические модели открывают новые возможности для исследования динамики турбозубчатых агрегатов. Предложенные решения позволяют исследовать влияние большинства конструктивных параметров на динамику системы и находить оптимальные варианты конструкций.

К основным результатам, имеющим научную значимость, следует отнести следующее:

На основе комбинированного подхода разработана нового поколения математическая модель планетарного редуктора, позволяющая оценить влияние большинства конструктивных параметров на его динамические свойства.

С помощью разработанных моделей и методик исследованы динамические процессы в типовой конструкции ГТЗА. Объяснена причина возникновения осевых колебаний водила при шевронном зацеплении.

4.3 Дано понятие связанности системы в контексте циклической симметрии. Сформулированы критерии корректности использования свойств циклической симметрии в расчетах форм резонансных колебаний, что позволяет оценивать достоверность расчетных форм колебаний. Предложено оценивать корректность использования указанных свойств по виду

частотных функций. Показано, что в некоторых случаях для слабосвязанных систем форма резонансных колебаний может существенно отличаться от расчетной формы собственных колебаний, причем независимо от того, учитывались в модели свойства циклической симметрии или нет.

5. Рекомендации по использованию диссертационной работы

Результаты диссертационной работы Насонова Дмитрия Александровича «Методология расчета и динамический анализ турбозубчатых агрегатов главного привода судовых гребных винтов» рекомендуется использовать при проектировании малошумных судовых редукторов.

5.1 В результате проведенных исследований типового ГТЗА даны рекомендации по изменению данной конструкции, обеспечивающие снижение уровня вибрации.

5.2 Проведенный анализ напряженно-деформированного состояния сателлитных узлов редуктора выявил наличие жесткостной диссиметрии, приводящей к перекосам в зубчатых зацеплениях. Предложенная коррекция геометрии осей сателлитов данных узлов способна восстановить жесткостную симметрию и снизить уровень максимальных контактных напряжений в зацеплениях на 6-8%.

5.3 Разработанный программный комплекс для расчета собственных колебаний циклически симметричных систем рекомендуется использовать в соответствующих высших заведениях в качестве учебного пособия.

5.4 При соответствующей адаптации математическую модель планетарного редуктора следует использовать для исследований и в других технических областях, например, авиационной или транспортной энергетике.

6. Замечания по работе

К недостаткам диссертационной работы необходимо отнести следующее:

6.1 Слишком упрощенная модель зубчатого зацепления, выполненная в виде набора упругих элементов, не позволяет учитывать распространение упругих волн в материале конструкции.

6.2 Моделирование дисковой муфты пятью элементами с инерционными и жесткостными свойствами исключает из рассмотрения их высшие формы собственных колебаний и, соответственно, влияние этих форм на динамику системы.

6.3 При введенных упрощениях, в конечно-элементную модель можно было бы ввести и конструкцию самого стенда, рассматриваемого во второй главе диссертации.

6.4 Из представленной работы без пояснения автора не ясно как учитывались диссипативные характеристики материала и конструкционное трение, а это важные параметры, влияющие динамику системы.

Несмотря на указанные замечания, работа заслуживает положительной оценки.

7. Заключение по работе

Диссертационная работа Насонова Дмитрия Александровича «Методология расчета и динамический анализ турбозубчатых агрегатов главного привода судовых гребных винтов», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» является научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для военно-промышленного комплекса. В работе решается важная научная проблема – снижение уровня вибрации главных турбозубчатых агрегатов.

Автором систематизированы подходы к исследованию динамических свойств ГТЗА. В результате теоретических и численных исследований разработана методология моделирования и исследования динамики систем, подобных ГТЗА с применением конечноэлементных моделей. Практическая реализация предложенных методов исследований позволяет значительно

снизить количество дорогостоящих экспериментов при одновременном повышении качества и достоверности анализа влияния различных конструктивных решений на динамику системы на этапе проектирования.

Кроме того, в работе затронут вопрос разработки отечественного импортозамещающего программного обеспечения. Разработанный программный комплекс позволяет решать большинство вопросов прочности, связанных с лопаточным аппаратом и рабочими колесами турбоагрегатов.

Основные положения и результаты работы представлены более чем в 40 публикациях, из них 18 научных статей в изданиях, рекомендуемых ВАК, и одна монография.

Представленная диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», а ее автор, Насонов Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Работа рассмотрена на заседании кафедры Робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин, протокол № 3 от 25 сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой РМДиПМ

д.т.н., профессор

111250, Москва, ул. Красноказарменная, д. 13, С-208,
тел. 7 495 362-77-19, MerkuryevIV@mpei.ru, НИУ «МЭИ»

Меркурьев И. В.

Профессор кафедры РМДиПМ

д.т.н., доцент

111250, Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, Б-111
тел. +7 495 362-77-19, MunitsynAI@mpei.ru, НИУ «МЭИ»

Муницын А.И.

Подписи Меркурьева И. В. и Муницына А.И. заверяю

Заместитель начальника

Управления по работе с персоналом

Е.Ю. Баранова