

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский государственный университет»
Обособленное структурное подразделение
Научно-исследовательский институт
прикладной математики и механики
Томского государственного университета
(НИИ ПММ ТГУ)

Ленина пр., 36, стр. 27, г. Томск, 634050
Тел./факс (3822) 52-95-47
E-mail: niipmm@niipmm.tsu.ru

10.11.2016 № 448
на № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.125.05
Федотенкову Григорию Валерьевичу
125871, г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)

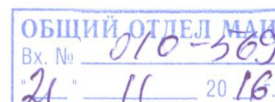
Уважаемый Григорий Валерьевич!

Настоящим высылаю отзыв ведущей организации на диссертацию Нгуен Зуй Хунг «Разработка математических моделей динамики твёрдого тела, имеющего полости с жидкостью и заборными устройствами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

- Приложение: 1. Отзыв ведущей организации 2 экз. на 6-х стр.
2. Сведения о ведущей организации 2 экз. на 2-х стр.
3. Согласие ведущей организации 2 экз.

Директор НИИ ПММ ТГУ

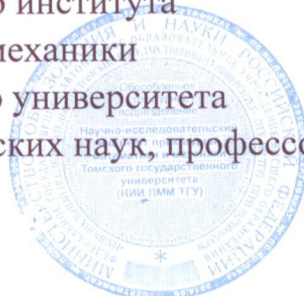
А.А. Глазунов



Ученому секретарю диссертационного совета
Д 212.125.05
при ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)»
Федотенкову Григорию Валерьевичу

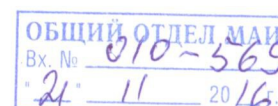
Подтверждаю согласие на назначение Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета ведущей организацией по диссертации Нгуен Зуй Хунг «Разработка математических моделей динамики твёрдого тела, имеющего полости с жидкостью и заборными устройствами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Директор
Научно-исследовательского института
прикладной математики и механики
Томского государственного университета
доктор физико-математических наук, профессор



Глазунов

А.А. Глазунов



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
Национального исследовательского
Томского государственного университета
доктор физико-математических наук



Ивонин Иван Варфоломеевич

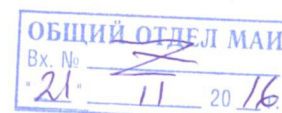
2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Научно–исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета на диссертацию Нгуен Зуй Хунг **«Разработка математических моделей динамики твёрдого тела, имеющего полости с жидкостью и заборными устройствами»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Целью диссертационной работы является создание математических моделей динамики твердого тела с полостью, частично наполненной жидкостью, взаимодействующей с заборными устройствами и внутрибаковыми элементами.

Актуальность темы. В диссертации Нгуен Зуй Хунг была разработана математическая модель колебаний жидкости, частично заполняющей отсек, с учетом влияния заборного устройства (ЗУ) и внутрибаковых элементов, а также динамические модели колебаний твердого тела, имеющего полость, частично заполненную жидкостью. Это несомненно делает тему диссертации актуальной, а результаты востребованными при исследовании управляемого движения объектов ракетно-космической техники.



Диссертация представлена в объеме 156-и страниц, в том числе библиографического списка из 93-х наименований, 75-и рисунков, 16-и таблиц. На рассмотрение представлен автореферат на 19-и страницах.

Во введении обсуждается актуальность проблемы, научная новизна, практическая ценность и достоверность полученных результатов, а также приведены данные о структуре и объеме диссертации.

В первой главе представлен литературный обзор современного состояния вопросов по проблеме динамики жидкого топлива и динамических характеристик твердого тела с жидкостью, обсуждены назначение и конструкции ЗУ и капиллярных систем отбора жидкости (КСОЖ). Приведены конструкции и описание работы локальной и тотальной КСОЖ в условиях микрогравитации и введены понятия поверхности слива, средней скорости на поверхности слива и упрощённые модели ЗУ и КСОЖ.

Во второй главе приведена постановка задачи о малых движениях идеальной несжимаемой жидкости, частично заполняющей неподвижную осесимметричную полость с ЗУ. В качестве примеров представлено решение задач о собственных движениях жидкости в сферических полостях, с граничными условиями на свободной поверхности, условиями непротекания на смачиваемых поверхностях и дополнительными динамическими условиями на поверхности с сопротивлением – поверхности слива. Особое внимание уделено нахождению собственных значений и частот уравнений колебаний возмущенного движения жидкости с учетом диссипации на поверхности слива. При анализе численного расчета установлено, что нормальные движения несжимаемой жидкости, протекающей через ЗУ, обладают двумя ветвями собственных значений: дискретным множеством вещественных чисел, и дискретным множеством комплексно-сопряженных чисел, расположенных вблизи мнимой оси. Случаю отрицательных вещественных корней отвечают апериодические движения жидкого топлива. Случаю комплексных корней с

отрицательной вещественной частью отвечают затухающие колебания жидкого топлива на свободной поверхности и поверхности слива. В конце второй главы приведены решения задач о собственных колебаниях жидкости в сферических полостях с внутрибаковыми элементами (ВБЭ).

В третьей главе исследовались малые движения капиллярной идеальной жидкости в условиях микрогравитации в неподвижной осесимметричной полости с ЗУ. В первом пункте представлена система уравнений свободной осесимметричной поверхности равновесия жидкости, частично заполняющей сферическую полость, в невозмущенном состоянии при действии слабой гравитационной силы и силы поверхностного натяжения жидкости. Рассмотрены задачи о собственных движениях капиллярной жидкости, вытекающей через ЗУ из сферической полости при наличии свободной поверхности. Поверхность слива представляет собой смачиваемую сферическую, имитирующую тотальную КСОЖ, и плоскую, имитирующую локальную КСОЖ. Выполненные численные расчеты показали, что значения коэффициентов демпфирования колебаний в условиях микрогравитации (малые числа Бонда) значительно превышает коэффициенты демпфирования в условиях больших чисел Бонда. Причем коэффициенты демпфирования колебаний тотальных КСОЖ имеют большие значения, чем коэффициенты демпфирования локальных.

В четвертой главе исследованы динамические характеристики твердого тела, имеющего осесимметричную полость с вытекающей жидкостью и ЗУ. Уравнения движения твердого тела, имеющего полость с ЗУ и ВБЭ кроме инерционных гидродинамических составляющих, присущих классическим задачам твердого тела с жидкостью, содержат дополнительные гидродинамические коэффициенты, характеризующие демпфирование колебаний. Анализ разработанной математической модели показал, что ЗУ и ВБЭ оказывают дополнительные демпфирующие воздействие на твердое тело и

меняют характер его движения, вызывая либо затухающие колебания, либо апериодические движения.

В основных выводах сформулированы полученные автором основные научные результаты.

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов заключается в следующем:

- Разработана математическая модель малых движений тяжелой идеальной несжимаемой жидкости, частично заполняющей неподвижную осесимметричную полость с заборным устройством.
- Разработаны методики вычисления собственных частот и форм волн тяжелой идеальной несжимаемой жидкости в сферических полостях при наличии внутрибаковых элементов.
- Разработана математическая модель малых движений жидкости, частично заполняющей неподвижную осесимметричную полость с заборным устройством, в условиях микрогравитации.
- Исследованы малые колебания жидкости, частично заполняющей подвижную осесимметричную полость с заборными устройствами, в условиях макро и микрогравитации.
- Исследованы динамические характеристики твердого тела с жидкостью и заборными устройствами в условиях макро и микрогравитации.

Практическая ценность. Результаты диссертации могут быть использованы при исследовании управляемого движения проектируемых разгонных блоков, КА и РН, а так же в учебных процессах студентов, обучающихся по направлениям ракетно-космической техники.

Достоверность полученных результатов исследования следует из сравнения с известными аналитическими и численными решениями, полученными для идеальной жидкости.

Содержимое диссертации полностью соответствует специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Автореферат в достаточной степени отражает содержание диссертации.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. В работе не объясняется выбор в качестве основной модели течения модели идеальной, т.е. невязкой, жидкости.
2. При использовании метода конечных элементов автор не описывает конкретные детали его реализации, такие как, например, метод решения системы линейных уравнений. В работе нет данных о количестве элементов, сеточной сходимости, порядке аппроксимации.
3. Аналогичное замечание по поводу сеточной сходимости относится и к использованию метода Рунге-Кутта.
4. В диссертации отсутствуют оценки коэффициентов затухания колебаний жидкостей, отвечающих жидким компонентам, используемым в ракетно-космической технике.
5. При постановке краевых задач и их решений не учитывается движение жидкости в объеме самого ЗУ, что может оказать влияние на полученные результаты.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Нгуен Зуй Хунг по своей актуальности, научной новизне, уровню глубины проработки и полученным результатам проведенных исследований является законченной научно – квалификационной работой, в которой исследованы динамика жидкого топлива и динамические характеристики твердого тела с жидкостью с учетом влияния заборных устройств и дополнительных внутрибаковых элементов, вносимых в конструкцию топливного бака.

Работа соответствует критериям Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Нгуен Зуй Хунг достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа Нгуен Зуй Хунг, автореферат диссертации, а также отзыв обсуждены в ведущей организации на совместном семинаре отдела механики деформируемого твердого тела НИИ прикладной математики и механики ТГУ, кафедры динамики полета физико-технического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета 3 ноября 2016 г., протокол №4.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». Обособленное структурное подразделение Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики Томского государственного университета; почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; web-сайт: www.tsu.ru, телефон: (3822)529-585, e-mail: niipmm@niipmm.tsu.ru

Зав. отделом механики деформируемого твердого тела

НИИ прикладной математики и механики ТГУ

доктор физико-математических наук, профессор

 Герасимов
Александр Владимирович

Зав. кафедрой динамики полета ТГУ

доктор физико-математических наук, доцент

 Биматов
Владимир Исмагилович

Директор НИИ прикладной математики и механики ТГУ

доктор физико-математических наук, профессор

 Глазунов
Анатолий Алексеевич

