

В диссертационный совет Д 212.125.05
на базе Московского авиационного института
(национального исследовательского университета)

125993, Российская Федерация, г. Москва, А-80,
ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Нгуен Зуй Хунг

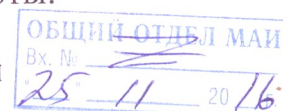
«Разработка математических моделей динамики твёрдого тела, имеющего
полости с жидкостью и заборными устройствами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности

01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Актуальность темы

Диссертационная работа Нгуен Зуй Хунг посвящена разработке методов расчета динамических характеристик твердого тела с жидкостью с учетом влияния заборных устройств и различных внутрибаковых элементов, предназначенных для обеспечения надежного отбора жидкости. Такая модель может использоваться для исследования динамических свойств ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов. Баки современных жидкостных ракет и космических аппаратов содержат различные внутрибаковые устройства: шар-баллоны с газом наддува, различные демпфирующие и измерительные устройства, и другие элементы, которые оказывают значительное влияние на волновое движение жидкого топлива и создают дополнительные динамические нагрузки на подвижный объект. Этим обосновывается актуальность темы диссертационной работы.

Научная новизна диссертационной работы



К новым научным результатам диссертационной работы можно отнести:

- Математическую модель малых движений тяжелой идеальной несжимаемой жидкости, частично заполняющей неподвижную осесимметричную полость с заборным устройством.
- Исследование собственных частот и форм колебаний тяжелой идеальной несжимаемой жидкости в сферических полостях при наличии внутрибаковых элементов и оценка затухания, вносимого заборным устройством в систему.
- Математическую модель малых движений жидкости, частично заполняющей неподвижную осесимметричную полость с заборным устройством, в условиях микрогравитации.
- Исследование динамических характеристик твердого тела с жидкостью и заборными устройствами в условиях макро и микрогравитации на примере физического маятника со сферической полостью и оценка вносимого заборным устройством в систему затухания.

Содержание и оформление диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы на 93 наименования, содержит 156 машинописных страниц.

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

В первой главе представлен литературный обзор по теме диссертации, обсуждены назначение и конструкции заборных устройств и капиллярных систем отбора жидкости (КСОЖ). Приведены примеры конструкций и описана работа локальной и тотальной КСОЖ в условиях микрогравитации. Введены понятия поверхности слива, средней скорости на поверхности слива и упрощенные модели заборных устройств и КСОЖ.

Вторая глава посвящена исследованию малых колебаний идеальной несжимаемой жидкости, частично заполняющей неподвижную осесимметричную полость, в условиях вытекания жидкости через заборное устройство.

Приведена постановка задачи о малых колебаниях жидкости при вытекании ее через заборное устройство. Для сферической полости и полости между двумя концентрическими сферами получены оценочные формулы и выполнен анализ расположения собственных чисел. Величины коэффициента демпфирования колебаний жидкости вследствие наличия заборного

устройства сопоставлены с соответствующими коэффициентами демпфирования колебаний вязкой жидкости в гладком баке.

С использованием метода конечных элементов исследованы задачи об определении собственных частот колебаний жидкости со свободной поверхностью в неподвижном сферическом баке, содержащем внутренние твёрдые шаровые баллоны.

В третьей главе диссертации исследованы малые колебания капиллярной идеальной жидкости в условиях микрогравитации в неподвижной осесимметричной полости с заборным устройством.

Форма свободной осесимметричной поверхности жидкости, частично заполняющей сферическую полость, в невозмущенном состоянии при действии слабой гравитационной силы и силы поверхностного натяжения жидкости определяется как решение задачи Коши для системы дифференциальных уравнений, получаемое численным методом Рунге-Кутты четвертого порядка.

Сформулирована задача о малых колебаниях капиллярной жидкости в осесимметричной полости с заборным устройством в условиях микрогравитации.

Выполнен численный расчет собственных колебаний капиллярной жидкости, вытекающей через заборное устройство из сферической полости в условиях микрогравитации. Рассмотрены варианты поверхности слива: полная смачиваемая сферическая поверхность, имитирующая тотальную КСОЖ, и плоская поверхность, имитирующая локальную КСОЖ.

В четвертой главе исследованы динамические характеристики твердого тела, имеющего осесимметричную полость с жидкостью и заборными устройствами.

Сформулирована задача о малых движениях жидкости, частично заполняющей подвижную осесимметричную полость и вытекающей через заборное устройство. Получена система уравнений движения твердого тела с полостью, содержащей жидкость и заборное устройство.

Рассмотрена задача о движениях твердого тела, находящегося в условиях микрогравитации, с полостью осесимметричной конфигурации, имеющей заборное устройство и частично заполненной капиллярной жидкостью. В качестве примера приведены численные расчеты собственных колебаний физического маятника со сферической полостью, вращающегося

вокруг неподвижной оси. Рассмотрены два случая, когда поверхность слива плоская, имитирующая локальную КСОЖ, и когда поверхность слива сферическая, имитирующая тотальную КСОЖ.

Содержание диссертационной работы в целом адекватно отражено в автореферате и в достаточной мере отражено в основных публикациях.

Достоверность результатов

Для обоснования достоверности полученных результатов проведено сравнение с известными аналитическими и численными решениями, полученными для идеальной жидкости без учета заборных устройств и внутрибаковых элементов.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы можно сделать следующие замечания.

Представляется слишком категоричным сделанный в первой главе вывод об отсутствии исследований по влиянию систем отбора жидкости из топливного бака на динамику ракетных систем. Приведенный список работ зарубежных авторов очень короткий и, возможно, более тщательный поиск мог бы дать положительный результат.

Во второй главе сформулирован оригинальный вариант треугольного конечного элемента, основанный на эрмитовой интерполяции. Такие элементы, как правило, являются несогласованными и требуют дополнительных исследований сходимости и точности решений. В представленной работе не приведены результаты тестирования предложенных конечных элементов. Результаты же выполненных расчетов не сопровождаются какими-либо данными о числе элементов, размерности решаемых систем и конфигурациях конечно-элементной сетки.

Заключение

Диссертационная работа Нгуен Зуй Хунг является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой обобщена и решена важная прикладная научно-техническая проблема и получены решения ряда задач, связанных с оценкой влияния заборного устройства и внутрибаковых элементов на динамику жидкого топлива и динамические характеристики топливного бака, как твердого тела с жидкостью. Диссертация отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нгуен Зуй Хунг, заслуживает присуждения ему

ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент



Григорьев Валерий Георгиевич

Доктор технических наук, старший научный сотрудник
профессор кафедры «Прочность авиационных и ракетно-космических
конструкций»

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(Национальный Исследовательский Университет)»

125993, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

Тел.: (499) 158-29-77, Email: valgrigg@rambler.ru

Подпись д.т.н., проф. **Григорьева В. Г.** заверяю

И.о. декана факультета «Аэрокосмический»



Тушавина О.В.