

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕХАНИКИ
им. А.Ю. ИШЛИНСКОГО
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМех РАН)**

пр. Вернадского, д.101, к.1, г. Москва, 119526
Тел. (495) 434-00-17 Факс 8-499-739-95-31
ОКПО 02699323, ОГРН 1037739426735
ИНН/КПП 7729138338/772901001

22.06.2023 № 11504/01-21431-346

На № _____

Председателю Диссертационного совета
24.2.327.08 на базе Московского
авиационного института (национального
исследовательского университета)
д.ф.-м.н., проф. Красильникову П.С.

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

Уважаемый Павел Сергеевич,

Высылаю отзыв нашей организации, утвержденной в качестве ведущей, по диссертации Юй Чжаокая на тему «Колебания жидкости в двухсвязных полостях в условиях микрогравитации», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.1.7. – Теоретическая механика, динамика машин и 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы.

Директор ИПМех РАН,
член-корреспондент РАН



С.Е. Якуш

Исп. Булатов В.В.
(495)4336423

Отдел документационного
обеспечения МАИ

28.06.2023

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕХАНИКИ
им. А.Ю. ИШЛИНСКОГО
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМех РАН)**

пр. Вернадского, д.101, к.1, г. Москва, 119526
Тел. (495) 434-00-17 Факс 8-499-739-95-31
ОКПО 02699323, ОГРН 1037739426735
ИНН/КПП 7729138338/772901001

02.06.2023 № 11504/04-2143.1-346

На № _____

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПМех РАН,
чл. корр. РАН



С.Е.Якуш

2023г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской Академии наук на диссертационную работу Юй Чжаокай «Колебания жидкости в двухсвязных полостях в условиях микрогравитации», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.1.7. – Теоретическая механика, динамика машин и 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы

Рассматриваемая диссертация посвящена проблеме статического и динамического поведения жидкости со свободной поверхностью в сосуде сложной геометрической формы в условиях микрогравитации. Основное внимание уделено изучению формы свободной поверхности жидкости в тороидальных сосудах при различных соотношениях между массовой силой и поверхностным натяжением, а также построению моделей движения линии трёхфазного контакта и численному анализу динамических характеристик колебаний жидкости. Выбранная тема является актуальной с точки зрения теории волновых движений жидкости, поскольку рассматривается малоизученная задача о колебаниях жидкости в двусвязной полости в условиях близких к невесомости. Кроме того, полученные новые научные результаты о поведении жидкости в условиях микрогравитации имеют не только теоретический интерес, но и практическую ценность для

Отдел документационного
обеспечения МАИ

28.06 2023

технических приложений, связанных с использованием тороидальных топливных баков в ракетостроении.

Работа состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой главе, заключения и списка литературы из 128 наименований; её объём – 134 страницы, в тексте имеются 64 рисунка и 16 таблиц.

Во введении дано резюме диссертации, отмечена актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, представлены положения, выносимые на защиту, указана научная новизна полученных результатов, а также их теоретическая и практическая ценность.

В главе 1 приведен обзор существующей литературы по поведению жидкости в условиях микрогравитации. Показано, что статика и динамика жидкости в двусвязных полостях относятся к малоизученным задачам, требующим разработки численных алгоритмов решения.

В главе 2 рассматривается задача о равновесии капиллярной жидкости в двусвязных полостях – коаксиальном цилиндре и тороидальном сосуде.

В главе 3 рассмотрены малые колебания капиллярной жидкости в двухсвязных полостях в условиях микрогравитации. Основное внимание уделено определению собственных частот и форм малых колебаний жидкости с учётом сил поверхностного натяжения и анализу результатов численных расчётов для коаксиально-цилиндрических и тороидальных сосудов.

В главе 4 разработан механический аналог малых колебаний жидкости в условиях микрогравитации и проведен анализ возможных механизмов диссипации малых волновых движений. Показано, что в условиях микрогравитации необходимо учитывать диссипацию энергии вблизи линии трёхфазного контакта.

В заключении сформулированы основные результаты проведенных исследований, приведены рекомендации по их использованию и дальнейшему развитию.

Таким образом, диссертация состоит из трех логических частей, связанных проблемой статического и динамического поведения капиллярной жидкости со свободной поверхностью в двусвязных полостях в условиях микрогравитации.

Диссертационная работа представляет собой цельное и завершенное исследование, выполненное на высоком научном уровне.

В качестве наиболее важных результатов диссертации можно отметить следующие положения:

- Показано, что в условиях микрогравитации равновесная свободная поверхность жидкости искривлена и при полной невесомости вся жидкость сосредоточена около внешней стенки тороидального сосуда.
- Показано, что при увеличении массовых сил значения собственных частот, описывающих малые колебания, возрастают.
- Проведен анализ механизма диссипации волновой энергии вблизи линии трехфазного контакта, потери энергии связываются с отличием динамического угла смачивания от статического.
- На основе метода конечных элементов предложен универсальный алгоритм оценки динамических характеристик волновых движений жидкости в любых осесимметричных сосудах.

Все декларированные в диссертации результаты являются новыми. Их достоверность обеспечивается использованием при решении задач гидродинамики известных вариационных принципов механики и энергетического подхода. Где возможно, в диссертации проведено сравнение полученных результатов с известными ранее результатами других авторов, как аналитическими, численными, так и экспериментальными. Работа прошла апробацию на международных и всероссийских конференциях, а также на профильных научных семинарах. Основные результаты диссертации в полной мере отражены в 4 рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, причем 1 работа из Перечня международных научных изданий, включенных в базу данных Web of Science, Scopus.

Содержание работы соответствует заявленным специальностям 1.1.7. – Теоретическая механика, динамика машин и 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы. Автореферат отражает все ключевые результаты диссертационной работы, написан доступным языком.

В целом работа написана аккуратно. Тем не менее, по работе имеются некоторые вопросы и замечания.

1. В работе имеется только одна ссылка [107] на экспериментальную работу (Symons P. Zero-gravity equilibrium configuration of liquid-vapor interface in toroidal tanks. NASA TN D-6076, 1970) с жидкостью в тороидальном сосуде, причем микрогравитация моделировалась в башне невесомости. Имеются ли более современные экспериментальные работы, проведенные на борту самолета или орбитальной станции?
2. Полученная в главе 2 форма равновесной свободной поверхности капиллярной жидкости в тороидальном сосуде сравнивается с экспериментом [107], в котором максимальные размеры не превышали 8 см. Сохранится ли качественное совпадение при переходе к метровым масштабам? И каково влияние размеров сосуда на равновесную форму поверхности?
3. Не совсем понятно использование в главе 4 механического аналога малых колебаний жидкости в условиях микрогравитации. Если в 60-70-гг. прошлого века использование механических аналогов при анализе колебаний жидкости в сосудах простой формы было обосновано отсутствием мощных вычислительных средств и существенно упрощало гидродинамическую задачу, то как следует из текста диссертации формулировка эквивалентно механической задачи не является простой. Как механический аналог способствует решению гидродинамической задачи?
4. Как замечание к изложению материалов диссертации необходимо констатировать наличие орфографических и грамматических ошибок, а также стилистических неточностей.

Приведенные замечания не снижают значимость полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку работы.

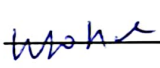
Диссертационная работа Юй Чжаокая на тему «Колебания жидкости в двухсвязных полостях в условиях микрогравитации» является законченной научной

работой и соответствует требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. Автор диссертации, Юй Чжаокай, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.1.7. – Теоретическая механика, динамика машин и 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы.

Результаты диссертации были доложены соискателем 06 апреля 2023 г. на научно-исследовательском семинаре "Прикладная механика сплошных сред" лаборатории механики сложных жидкостей ИПМех РАН и получили положительные отзывы специалистов.

Ведущий научный сотрудник лаборатории
механики сложных жидкостей ИПМех РАН
д.ф.-м.н., д.э.н., проф.


Булатов Виталий Васильевич

«А»  2023г.

Наименование: Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН

Адрес: 119526, Россия, Москва, проспект Вернадского, д. 101, корпус 1

Сайт: <https://ipmnet.ru>

Тел. (городской): +74954340017

E-mail: ipm@ipmnet.ru

С отзывом ознакомлен 27.06.2023г. 