

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Юй Чжаокай

"Колебания жидкости в двухсвязных полостях в условиях микрогравитации",  
представленной 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»

Работа посвящена исследованию поведению жидкости с учётом поверхностного натяжения. Подобные задачи часто встречаются в капиллярах, каплях и тонких слоях, также тесно связаны с ракетно-космической техникой.

**Актуальность** темы диссертации обусловлена необходимостью определения динамических характеристик колебаний жидкого топлива в двухсвязных сосудах в условиях, близких к невесомости, и стандартизацией алгоритма решения задач.

**Задача исследования** влияния поверхностного натяжения на форму жидкости впервые была поставлена бельгийским физиком Плато, и Юнг приступил к созданию математической теории капиллярности исходя из аналогии между упругой плёнкой и свободной поверхностью капиллярной жидкости. Одновременно Лаплас дал физически естественный подход к теории капиллярности, основанный на учёте взаимодействия близкорасположенных частиц жидкости. Данный подход в дальнейшем был завершён Гауссом на основе принципа возможных перемещений и связанного с ним принципа минимума потенциальной энергии.

В начале 60-х годов прошлого века первые исследования о поведении жидкости в слабых гравитационных полях, стимулированные потребностями космической техники, провели Н.Н. Моисеев, В.В. Румянцев, А.А. Петров, Ф.Л. Черноусько, В.А. Самсонов и др. Одновременно в Юго-западном исследовательском институте под руководством Абрамсона (Abramson H.N.) занимались подобными задачами гидромеханики.

В данной работе систематически исследованы математические модели равновесия и малых колебаний жидкости в условиях микрогравитации. Подробно выведена потенциальная энергия с учётом поверхностного взаимодействия механической системы жидкость-газ-стенка сосуда и на основе принципа минимума энергии получены условия равновесия данной системы. С применением вариационного принципа Гамильтона-Остроградского получены динамическое условие на свободной поверхности и граничное условие на линии трёхфазного контакта, в которых проявляется капиллярная специфика задачи.

После чтения автореферата имеются несколько замечаний:

1. При решении задачи статики не указан диапазон константы  $C$ , которая зависит от параметров задач, например, числа Бонда, угла смачивания и объёма жидкости.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«28» 06 2023

2. В выражении потенциальной энергии, связанной с влиянием поверхностного натяжения на линии трёхфазного контакта, есть параметр  $\chi$ , физический смысл которого не обоснован в работе.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Судя по автореферату, диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям по специальностям 1.1.7. – «Теоретическая механика, динамика машин» и 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы». Соискатель, Юй Чжаокай, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Кандидат технических наук, доцент,  
заместитель начальника  
Научно-образовательного центра  
«Безопасность интеллектуальных  
киберфизических систем» института  
интеллектуальных кибернетических  
систем НИЯУ МИФИ

«23» июня 2023 г.  Евсеев Владимир Леонович



НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ПО  
РАБОТЕ С НАУЧНО-ПЕДАГО-  
ГИЧЕСКИМИ РАБОТНИКАМИ  
Е. Ф. Хохлова



Электронная почта рецензента: [evll@list.ru](mailto:evll@list.ru)

Название организации: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Адрес организации: 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31. Телефоны: +74957885699,  
+74993247777. E-mail: [info@mephi.ru](mailto:info@mephi.ru).