

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Аунга Наинга Со «Волны Фарадея в горизонтально подвижном сосуде и сосуде с локальными особенностями дна и стенок», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Аунга Наинга Со посвящена экспериментальному исследованию гравитационных поверхностных волн Фарадея в прямоугольном сосуде, имеющем определенные особенности. Актуальность темы исследования связана как с прикладными задачами подавления колебаний жидкости в баках и описания сейш в реальных водоемах, так и с потребностями разработки новых и уточнения имеющихся теоретических гидродинамических моделей.

Диссертационная работа содержит результаты лабораторного исследования параметрически возбуждаемых гравитационных поверхностных волн при наличии дополнительной горизонтальной степени свободы сосуда, а также пластин-демпферов на боковых стенках или локальных возвышений на дне сосуда. Реализация поставленных задач потребовала от диссертанта умения использовать параметрический резонанс в жидкости для генерации поверхностных волн. Исследование проводилось на оригинальной экспериментальной установке с применением современных способов визуализации и видеосъемки движения жидкости.

Достоинством работы является использование общего методологического подхода к экспериментальному исследованию особенностей волнового течения. Он позволил выявить ряд новых и малоизученных явлений. В частности, новыми являются результаты экспериментальной реализации решения задачи Л.Н. Сретенского о колебании жидкости, возникающих при параметрическом возбуждении волн в горизонтально подвижном сосуде. Особо следует отметить описанные в

работе картины поверхностных течений при вихревом демпфировании волн вертикальными пластинами.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемых источников.

Во **введении** формулируется цель работы, приводятся формальные характеристики работы.

В **первой** главе дается обзор литературы по рассматриваемой проблеме, а также описание теоретической модели параметрического возбуждения волн и экспериментальной установки. Поскольку автор включил в обзор и собственные работы, эта глава диссертации позволяет также судить о роли и месте результатов автора.

Во **второй** главе диссертации излагаются результаты экспериментов по исследованию горизонтальных колебаний прямоугольного сосуда с жидкостью, вызванных первой модой стоячих поверхностных гравитационных волн Фарадея. Проводится сопоставление данных наблюдений для подвижного и неподвижного в горизонтальном направлении сосудов. Данные экспериментов интерпретируются на основе теоретической модели – задачи Сретенского в линейной постановке. Как механический аналог сложного динамического взаимодействия колеблющаяся жидкость – сосуд, рассмотрен параметрический маятник на тележке.

Третья глава содержит новые результаты экспериментов по исследованию влияния на параметры стоячих поверхностных волн поперечных пластин-демпферов, расположенных как нормально, так и под произвольным углом к направлению потока. Для визуализации картины течения в толще жидкости и на ее свободной поверхности использован метод частиц-трассеров. Показано, что вихревые структуры, формирующиеся при обтекании пластин осциллирующим потоком, определяют степень подавления волнового движения жидкости. Особый интерес представляют обнаруженные в опытах циркуляционные течения на свободной поверхности

жидкости.

В **четвертой** главе представлены результаты экспериментов по оценке влияния топографии дна на частоты и формы стоячих поверхностных волн в прямоугольном сосуде, колеблющемся в вертикальном направлении. Эффект одного и двух возвышений на горизонтальном дне и линейной отмели исследован экспериментально, причем опытные данные сравнивались с результатами численного моделирования сейш при наличии топографических особенностей дна.

Следует отметить, что все главы диссертации логически связаны между собой и естественным образом продолжают друг друга.

Экспериментальная часть работы выполнена на высоком методическом и техническом уровне. Приведенные оценки погрешностей говорят о достоверности полученных результатов. Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов и выводов, что обеспечивается применением таких экспериментальных методов наблюдений, которые позволяют получать однозначно интерпретируемые результаты. Используемые в работе теоретические модели базируются на основных уравнениях гидродинамики и теории колебаний.

Новизна работы заключается в следующем. Впервые экспериментально реализовано и исследовано параметрическое возбуждение волн на поверхности жидкости в горизонтально подвижном сосуде. Обнаружены и исследованы новые гидродинамические эффекты для волновых течений в сосудах с пластинами-демпферами и особенностями топографии дна. Путем сопоставления результатов теоретических моделей и данных измерений определены важные физические характеристики волновых процессов в жидкости в горизонтально подвижном сосуде и в сосудах с локальными нерегулярностями дна.

По работе имеются следующие замечания.

1. В положениях, выносимых на защиту, используются формулировки, начинающиеся со слова «исследования». Правильнее формулировать положения, как экстракт (обобщение) результатов исследования, ибо само исследование есть процесс, всего на всего.
2. Недостаточное внимание уделяется рассмотрению вопроса о возможных приложениях результатов работы к природным явлениям и техническим процессам, хотя эта тема затрагивается во Введении и в Главе 1 (обзор имеющихся результатов).
3. Описанные в главах 3 и 4 эксперименты близки по постановке – изучается эффект геометрических особенностей на параметры низших мод стоячих поверхностных волн, однако методологически проведенные исследования различаются. Приведенные в работе данные по пластинам-демпферам и донным возвышениям свидетельствуют о необходимости использования единой методики их исследования.
4. Более тщательного анализа заслуживает эффект нелинейности волн. Хотя их крутизна не превышала величины 0.08, приведенные на рисунках 2.3 и 4.6 волновые профили в форме огибающих свободной поверхности - нелинейные (отсутствует узловая точка).

Указанные замечания не изменяют положительной оценки работы, ее важности, значимости и цельности, представленных в диссертации результатов, и, в значительной степени, носят рекомендательный характер.

Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в печати и представлены на научных конференциях. Содержание диссертационной работы отражено в 4 статьях в реферируемых журналах из списка ВАК Министерства образования и науки РФ. Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы.

Завершая отзыв, следует отметить, что диссертация Аунга Наинга Со является вполне законченным и хорошо изложенным трудом, выполненным на высоком научно-техническом уровне. Совокупность полученных в работе

результатов позволяет квалифицировать ее как значительный вклад в решение важной научной проблемы исследования поверхностных волн Фарадея в сосудах, имеющих кинематические или геометрические особенности.

На основании изложенного считаю, что данная диссертационная работа отвечает требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Аунг Наинг Со заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук, доцент,
заведующий Лабораторией экспериментальной физики океана
Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН
(117997, Москва, Нахимовский проспект д. 36)
Зацепин Андрей Георгиевич
тел.: 89636715104
e-mail: zatsepin@ocean.ru

Защита

Подпись Н.Г. Зацепина заверено

Ученый секретарь ИО РАН

М.А.

30.08.2016г

