

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, Катасонова Михаила Михайловича на диссертационную работу Власовой Ольги Андреевны «Изучение подъемных сил, действующих на твердые тела в жидкости при вибрациях», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Диссертация Власовой О.А. посвящена исследованию вибрационной динамики твердых тел в заполненных жидкостью полостях и изучению действующих на них осредненных сил.

Актуальность диссертационной работы. Тема диссертации связана с развитием фундаментальных основ вибрационного воздействия на твердые включения в жидкости и актуальна в плане применения вибраций для управления такими процессами как очистка жидкостей от твердых включений, движение жидкостей с примесью в каналах, транспортировка и хранение суспензий в закрытых контейнерах, а также вибрационного управления гетерогенными гидродинамическими системами в условиях пониженной гравитации.

В работе как теоретически, так и экспериментально рассмотрена малоисследованная задача о влиянии поступательных вибраций на тело сложной, не осесимметричной формы (в данном случае выбрана пластина) в жидкости вблизи границы полости. Другим новым и быстро развивающимся направлением исследований является вибрационная динамика твердых тел во вращающихся полостях. На сегодня исследования в этой области ограничены лишь случаем «легких» тел, плотность которых меньше плотности жидкости. Диссертантом было экспериментально изучено воздействие вибрационных сил, действующих на «тяжелый» цилиндр во вращающейся полости. Рассмотрен случай как равномерного, так и неравномерного вращения полости.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из Введения, 3 глав, Заключение и Списка цитируемой литературы (117 наименований). Общий объем работы – 149 страниц, содержащих 83 рисунка.

Во **Введении** представлен обзор литературы, дано описание текущего положения исследований в этой области, обсуждается актуальность, научная новизна и практическая ценность работы, сформулированы цели и задачи, представлено краткое содержание работы и перечислены основные результаты.

Первая глава содержит результаты экспериментального исследования поведения плоского тела в заполненной жидкостью прямоугольной полости, совершающей горизонтальные поступательные колебания. В экспериментах используются тела, плотность которых как больше, так и меньше плотности жидкости. Обнаружено, что под действием вибраций тело отталкивается от стенки

полости («тяжелое» – от дна, «легкое» – от потолка) и «зависает» на расстоянии от последней. При этом тело совершает одновременно поступательные колебания вдоль стенки кюветы и относительно малой амплитуды угловые качания. Показано, что поведение «легкого» и «тяжелого» тел схоже: изучаемая сила отталкивания зависит от безразмерной частоты и проявляется на расстоянии сравнимом с толщиной слоя Стокса. Обнаружено, что если тело совершает колебания с большой амплитудой, то безразмерная подъемная сила ослабевает с увеличением безразмерной амплитуды колебаний тела.

Во второй главе дается теоретическое описание изучаемого явления. Рассматривается состояние «подвеса» плоского тела, когда сила тяжести уравновешивается подъемной силой. В высокочастотном приближении найден порог квазистационарного «подвеса» тела на некотором расстоянии от стенки полости. Показано, что пороговое значение подъемной силы зависит от плотности и относительной толщины тела. Сравнение экспериментальных результатов с теоретическими дает удовлетворительное согласие в пределах малых амплитуд колебаний тела.

Третья глава включает в себя результаты экспериментального исследования поведения «тяжелого» цилиндра во вращающейся вокруг горизонтальной оси цилиндрической полости, заполненной жидкостью. Первые параграфы главы посвящены случаю равномерного вращения полости, последующие – неравномерному (модулированному) вращению. При равномерном вращении кюветы обнаружено несколько состояний тела, сменяющих друг друга при повышении скорости вращения полости и связанных с действием силы тяжести. Для всех состояний тела изучена структура течения вблизи цилиндра: в лабораторной системе отсчета над телом формируется вытянутый вдоль его оси двумерный вихрь, а вблизи его торцов течение трехмерно. При модулированном вращении полости обнаружено, что, если полость вращается достаточно быстро и сила тяжести не оказывает воздействия на тело, то вращающееся вместе с кюветой тяжелое тело отталкивается от стенки полости и занимает устойчивое квазистационарное положение на некотором расстоянии от последней. Показано, что в системе отсчета вращающегося с постоянной скоростью столба жидкости тело одновременно совершает азимутальные колебания вдоль границы полости и вращательные колебания вокруг своей оси. Эксперименты проводились в широком диапазоне амплитуд модуляции и при различном значении относительной частоты. Результаты исследований обобщены и представлены в зависимости от управляющих безразмерных параметров.

В заключении диссертации представлены основные результаты и определены перспективы дальнейшей работы.

Достоверность результатов обеспечивается использованием в экспериментах апробированных и хорошо отлаженных современных методик измерения и обработки экспериментальных данных.

Обоснованность сделанных выводов подкреплена комплексным экспериментальным и теоретическим рассмотрением проблемы и сравнением с данными других авторов.

Научная новизна работы состоит:

- 1) В комплексном экспериментальном и теоретическом рассмотрении новой задачи об осредненной подъемной силе, действующей на плоское твердое тело, совершающее тангенциальные к границе колебания в прямоугольной полости с жидкостью.
- 2) В обнаружении важной роли относительной амплитуды колебаний тела при отрывном режиме его обтекания.
- 3) В рассмотрении нового вибрационного способа управления «тяжелыми» телами во вращающихся полостях с жидкостью, основанном на модуляции скорости вращения.

Практическая значимость работы. Обнаруженное явление – «подвес» твердого включения на расстоянии от границы, совершающей тангенциальные колебания – может быть использовано для управления включениями вблизи стенки в различных технологических процессах. Результаты исследования могут иметь особое значение для условий пониженной гравитации и найти применение в космических технологиях.

Диссертация прошла необходимую апробацию. Результаты исследования были представлены на конференциях разного уровня (в том числе и на международных). Полученные результаты опубликованы в 23 работах, из которых 5 статей опубликованы в журналах из списка ВАК (индексированы в WOS).

К работе могут быть высказаны следующие **замечания:**

1. На многих графиках, отображающих результаты экспериментов, отсутствуют доверительные интервалы, необходимые для понимания погрешности эксперимента. Несмотря на это удовлетворительное согласие полученных данных на этих графиках показывает хорошую точность экспериментов и правильность выбранных методик.
2. В работе присутствуют опечатки. Например, в тексте на стр. 7. Также на стр. 69 в формуле (2.6): в уравнении $v_s = -\xi v_L$ параметр ξ должен быть в левой части.
3. На рис. 3.30 присутствует два вида экспериментальных точек в виде светлых треугольников: ∇ и Δ . Однако в легенде дано описание только точек Δ .

Заключение. В целом, сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации. Работа Власовой О. А. является законченной научно-квалифицированной работой на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для проблем в области вибрационной гидромеханики и их практических приложений,

сформулированные выводы достаточно обоснованы. Автореферат и опубликованные работы автора правильно и с достаточной полнотой отражают содержание диссертации. Считаю, что рецензируемая работа удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертационным работам, а её автор, Власова О.А., **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 — механика жидкости, газа и плазмы.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории аэрофизических
исследований дозвуковых течений
ФГБУН Институт теоретической и
прикладной механики им. С.А.
Христиановича СО РАН,
доктор физико-математических
наук



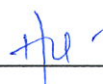
/ Катаронов Михаил Михайлович

01.10.2018

Адрес: 630090, г. Новосибирск,
ул. Институтская, 4/1
ИТПМ СО РАН, <http://itam.nsc.ru>
Телефон +7 (383) 330-42-78
E-mail mikhail@itam.nsc.ru

Подпись Катаронова М.М. удостоверяю

Начальник ОЮКР



/ Гусева Н.В.