

ОТЗЫВ НАУЧНЫХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

доктора физико-математических наук, профессора

Карликова Владимира Павловича,

доктора физико-математических наук, доцента

Толоконникова Сергея Львовича,

на диссертационную работу Нечаева Артема Тимуровича «Исследование нестационарных течений, возникающих при проникании через свободную границу тонких свободных или затопленных струй жидкости»,

представленную

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. «Механика жидкости, газа и плазмы»

Диссертационная работа Артема Тимуровича Нечаева представляет собой совокупность экспериментальных и численных исследований новых задач гидродинамики течений жидкости со свободными границами. В работе изучены гидродинамические эффекты, возникающие при проникании свободных или затопленных струй жидкости через свободную поверхность первоначально покоящейся жидкости.

Свободные струи жидкости, проникая через свободную поверхность, увлекают за собой значительное количество воздуха и создают подводные двухфазные области с большой межфазной поверхностью, что используется во многих технологических процессах (оксигенация водоемов, флотационная очистка сточных вод, перемешивание химикатов и др.)

В первой главе диссертационной работы представлены результаты экспериментального изучения процесса проникания вертикальных плоских и круглых свободных струй через поверхность жидкости, находящейся в относительно узких каналах. Было установлено существование широких диапазонов значений толщин струй, их скоростей и длин свободных участков, в которых наблюдаются регулярные автоколебательные режимы перемещения затопленных участков струй и газонасыщенных объемов жидкости. Такие режимы течений могут представлять интерес для указанных выше приложений.

Дано описание механизма возникновения автоколебательных режимов и особенностей наблюдаемых течений. Найдены зависимости безразмерного периода автоколебаний от основных определяющих параметров. Установлено качественное отличие этих зависимостей для плоских и круглых струй.

Были проведены исследования процесса взаимодействия пары вертикальных плоских свободных струй при их проникании через свободную поверхность жидкости в относительно узких каналах. Представлена классификация течений, для автоколебательных режимов получены зависимости для периода.

Вторая глава посвящена исследованию проникания через свободную поверхность жидкости вертикальных затопленных струй.

Представлены результаты экспериментального и численного изучения процесса фонтанирования из-под свободной поверхности вертикальных затопленных осесимметричных струй в относительно узких каналах.

Обнаружено в широких диапазонах изменения определяющих параметров существование автоколебательных режимов поперечного перемещения возвышения свободной поверхности. Для струй различного диаметра изучены зависимости периода автоколебаний фонтана от скорости струй и величины их начального затопления. Установлено существенное отличие от случая фонтанирования плоских затопленных струй. Проведено численное моделирование задачи с использованием пакета программ STAR-CCM+. Результаты расчетов качественно и количественно соответствуют полученным в опытах.

Численно исследована задача о фонтане, создаваемом вертикальной струей, подаваемой из прямоугольного насадка, выходное сечение которого расположено ниже уровня свободной поверхности. В отличие от случая фонтанирования затопленных струй в узких каналах здесь отсутствуют боковые стенки, ограничивающие возможность перемещения жидкости в поперечном направлении. Тем не менее, для фонтанов с достаточно протяженным гребнем также были обнаружены диапазоны изменения определяющих параметров, для которых существуют автоколебательные режимы фонтанирования. Построены зависимости периода автоколебаний и высоты подъема фонтана от скорости струи.

Численно исследована задача о фонтанировании пары плоских затопленных струй. Изучены режимы взаимодействия струй, проведена классификация возникающих течений. Сделано сравнение с результатами эксперимента для отдельных наборов значений определяющих параметров. Для обнаруженных автоколебательных режимов найдены значения периода колебаний.

Глава 3 посвящена изучению проникания через поверхность жидкости наклонных свободных и затопленных струй.

Экспериментально исследовано взаимодействие со свободной поверхностью свободной струи, вытекающей из клиновидного сопла. Установлено принципиальное отличие механизма возникновения автоколебательных режимов от случая проникания пары плоских свободных струй.

Изучены экспериментально особенности течений, возникающих при проникании через свободную поверхность плоской затопленной наклонной струи.

Численно изучен процесс эжектирования жидкости из сосуда конечного размера с наклонной стенкой пристенной затопленной струей

Основные результаты диссертации изложены в 5 печатных работах в журналах, индексируемых в Web of Science и/или Scopus. Результаты работы докладывались и обсуждались на семинаре по механике сплошных сред под руководством академика РАН А.Г. Куликовского, профессора В.П. Карликова, член-корр. РАН О.Э. Мельника, профессора А.Н. Осипцова; а также на нескольких всероссийских и международных конференциях.

Диссертационная работа Нечаева Артема Тимуровича «Исследование нестационарных течений, возникающих при проникании через свободную

границу тонких свободных или затопленных струй жидкости» выполнена на высоком научном уровне и носит законченный характер. Она соответствует специальности 1.1.9. «Механика жидкости газа и плазмы» и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова.

Диссертационная работа «Исследование нестационарных течений, возникающих при проникании через свободную границу тонких свободных или затопленных струй жидкости» Нечаева Артема Тимуровича может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. «Механика жидкости газа и плазмы».

Мы, Карликов Владимир Павлович и Толоконников Сергей Львович, даем согласие на включение наших персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук (по специальности 1.1.9),
заведующий кафедрой гидромеханики
механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
(119991, Ленинские горы, дом 1,
тел.: +7(495)939-39-58, e-mail: [REDACTED])

Карликов В.П.

доктор физико-математических наук (по специальности 1.1.9),
профессор кафедры гидромеханики
механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
(119991, Ленинские горы, дом 1,
тел.: +7(495)939-39-58, e-mail: [REDACTED])

Толоконников С.Л.

Подпись проф. В.П. Карликова и проф. С.Л. Толоконникова удостоверяю:
декан механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
член-корреспондент РАН, профессор



Шафаревич А.И.