

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Фролова Олега Юрьевича

«Влияние вязкой диссипации на характеристики течения жидкости при заполнении емкостей», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05– Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа ФРОЛОВА О.Ю. посвящена формулировке математической модели неизотермического течения вязкой жидкости при заполнении плоской и осесимметричной емкостей с учетом свободной поверхности, разработке численного алгоритма ее реализации и исследованиям влияния вязкой диссипации на характеристики рассматриваемых процессов в широком диапазоне изменения определяющих безразмерных параметров.

Течения жидкости со свободной поверхностью широко представлены в природе и в различных отраслях промышленности, таких как химическая индустрия, металлургия, пищевая, строительная и т.п. Заполнение емкостей, как пример подобных течений, одна из стадий технологических процессов переработки жидких сред в перечисленных отраслях. Математическое моделирование является одним из основных методов исследования физических процессов. В связи с этим актуальность выполненной работы обусловлена не только многочисленными технологическими приложениями, но и необходимостью создания средств математического моделирования с целью отработки технологий различного назначения.

Диссертация состоит из введения, трех разделов и заключения, список литературы содержит 137 наименований. В работе присутствует логическая последовательность изложения, материал структурирован, все разделы находятся во взаимосвязи друг с другом.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цель исследований и положения, выносимые на защиту, характеризуются новизна, значимость и достоверность полученных результатов, кратко описывается содержание работы.

В первом разделе представлен аналитический обзор работ, посвященных динамике вязкой жидкости со свободной поверхностью. Особое внимание уделяется методам численного моделирования течений жидкости со свободными границами, физическому содержанию технологии переработки жидких сред методом литья и современному уровню исследований гидродинамических процессов, рассматриваемых в диссертации.

Второй раздел посвящен описанию численного метода для расчета неизотермических течений вязкой жидкости со свободной поверхностью в плоской и осесимметричной постановках. Вычислительная методика использует конечно-разностный метод контрольного объема с привлечением процедуры SIMPLE и специальную запись граничных условий на свободной поверхности с последующей реализацией по разностной схеме бегущего счета.

В третьем разделе представлены результаты численных исследований заполнения емкостей. Выписана основная система уравнений, описывающая неизотермическое

течение вязкой жидкости при заполнении плоского канала и круглой трубы с учетом экспоненциальной зависимости вязкости от температуры и диссипативного разогрева. Система уравнений включает в себя уравнения Навье-Стокса, уравнение неразрывности и уравнение энергии. Используются традиционные граничные условия на твердой стенке и свободной поверхности. Граничные условия на входной границе подразумевают поступление «холодной» или «горячей» жидкости в емкость. В результате проведенных исследований получены зависимости формы свободной границы от соотношения гравитационных и вязких сил для плоского и осесимметричного течений. Продемонстрировано разделение потока жидкости на зону двумерного фонтанирующего течения в окрестности свободной границы и одномерное течение вдали от нее. Показано влияние вязкой диссипации на кинематические и динамические характеристики течений. Получены функциональные зависимости, аппроксимирующие результаты численных расчетов. Построены картины течения, распределения температуры и вязкости, топограммы массораспределения в зависимости от основных определяющих параметров.

В заключении отражены основные результаты проведенных исследований.

Достоверность выполненных исследований подтверждается корректностью формулировок решаемых задач, выполнением обязательных процедур тестирования вычислительных технологий, согласованием результатов проведенных исследований с данными других авторов.

В качестве новых научных результатов диссертантом отмечаются математические формулировки задач и их численная реализация, результаты параметрических исследований рассматриваемых процессов, получение новых зависимостей и условий протекания тех или иных режимов для конкретных ситуаций. В целом результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области механики жидкости и газа.

Теоретическая значимость диссертации определяется тем, что полученные автором результаты вносят вклад в теорию теплообмена и физико-химическую гидромеханику при наличии свободных границ.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что разработанные методики расчета и созданный пакет прикладных программ могут использоваться для совершенствования технологий и конструирования элементов оборудования при переработке жидких сред методом литья.

В качестве замечаний по работе следует отметить:

1. Вычислительный алгоритм использует итерационные процедуры для вычисления поправки давления и расчета составляющих вектора скорости на свободной поверхности, однако в описании метода нет данных о скорости и критериях сходимости этих процедур.

2. В тексте диссертации нет данных о размерах элемента жидкости, изменении количества частиц-маркеров на границе элемента в процессе его деформирования (п.3.4.3).
3. Принимается допущение об отсутствии поверхностного натяжения без каких-либо дополнительных комментариев.

Эти замечания не меняют общего положительного впечатления о выполненной работе.

Оценивая работу в целом, следует отметить, что диссертация Фролова О.Ю. является научно-квалификационной работой, в которой осуществляются решения задач неизотермического заполнения емкостей, имеющих существенное значение для развития теории тепломассообмена и физико-химической гидромеханики при наличии свободных границ.

Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа «Влияние вязкой диссипации на характеристики течения жидкости при заполнении емкостей» соответствует критериям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, **Фролов Олег Юрьевич** заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры прикладной математики и информатики Томского государственного педагогического университета, доктор физико-математических наук (01.02.05 - механика жидкости, газа и плазмы), старший научный сотрудник



Ткаченко Алексей Степанович

Служебный адрес:

634061, г. Томск, ул. Киевская
60, Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Томский
государственный педагогический университет
e-mail: rector@tspu.edu.ru; сайт
организации: <http://www.tspu.edu.ru>; тел.: +7
(3822)31-14-58.

