

МГУ имени М.В.Ломоносова

НИИ механики МГУ имени М.В.Ломоносова

Научный Совет РАН по механике жидкостей и газов

**Российский национальный комитет
по теоретической и прикладной механике**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ

**Тезисы докладов XVIII Всероссийской конференции,
посвященной 60-летию Российского национального комитета
по теоретической и прикладной механике**

и

**125-летию со дня рождения его первого председателя
академика АН СССР Н.И. Мухелишвили**

**5 – 15 сентября 2016 г.
Сочи, «Буревестник» МГУ**



Издательство Московского университета, 2016

Эксперименты проведены для взрывного истечения из торца трубопровода нагретой до высоких температур воды (до 310 °С) находящейся под давлением до 22 МПа. Диаметр отверстия истечения 20 – 60 мм, истечение происходило в атмосферу. В ходе экспериментов фиксировались момент разрушения торцевого разрушения трубопровода, эволюция формирования истекающей струи, изменение давления в окружающем пространстве и внутри трубопровода, изменение паросодержания в струе вскипающей воды. В результате выполненных экспериментов установлены характерные стадии формирования в окружающем пространстве струи вскипающей жидкости, оценены изменения давления и паросодержания в поперечном сечении струи на различном расстоянии от места разрыва.

Проведенные эксперименты позволили обосновать физико-математическую модель процесса взрывного истечения перегретой жидкости, в том числе формирование ударных волн и их взаимодействие с преградой и провести расчетное исследование.

Выполнено численное моделирование образования ударных волн при торцевом разрыве трубопровода в сопряженной постановке расчета волновых процессов внутри трубопровода и в окружающей атмосфере. Расчетное исследование взрывного истечения при торцевом разрыве было проведено для воды, находящейся в трубопроводе различного диаметра 50 – 250 мм при высоких начальных давлениях 10 - 16 МПа и температурах 270 – 300 °С. Результаты расчета показали удовлетворительное соответствие картине истечения, зафиксированной в экспериментах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-29-00093).

РАЗРАБОТКА СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕССЕТОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ЛАГРАНЖЕВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СОПРЯЖЕННЫХ ЗАДАЧ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ УПРУГО СВЯЗАННЫХ ТЕЛ С ПОТОКАМИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

*П.Р. Андронов¹, Г.С. Арутюнян², С.В. Гувернюк¹, Я.А. Дынников^{1,2},
Г.Я. Дынникова¹, Т.В. Малахова¹, Д.А. Сыроватский¹*

¹НИИ механики МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва,

²ЗАО «Т-Сервисы», Москва

Общей целью комплекса проводимых исследований является создание программного обеспечения для вычислительных технологий бессеточного моделирования (методами вязких вихревых и дипольных доменов) нестационарных взаимодействий вязкой несжимаемой среды с упруго связанными телами в полной сопряженной постановке задачи, при которой

сплошная среда и погруженные в неё твердые тела рассматриваются как единая динамическая система (без традиционного расщепления на последовательность динамических и гидродинамических подзадач).

Методика расчета нестационарных сило-моментных нагрузок при обтекании колеблющихся твердых тел обеспечивает определение мгновенных интегральных сил и моментов, действующих на твердое тело при его движении в вязкой жидкости, по параметрам состояния вихревого/дипольного поля, синхронизированного с мгновенными граничными условиями на теле. Разработанные алгоритмы и соответствующие вычислительные коды сохраняют работоспособность при исчезающе малой инерционности движущихся тел (вплоть до их нулевой массы и нулевого момента инерции), а так же – в условиях «граничных коллизий» при столкновении движущихся тел или их соприкосновении с ограничивающими поверхностями.

Представлены результаты тестирования экспериментальных образцов пяти специализированных модулей комплекса: «Взмах 2D» – для расчета аэродинамических характеристик при нестационарном обтекании колеблющегося гибкого крылового профиля в вязкой жидкости; «Взмах 3D» – для расчета обтекания машущей трехмерной пластины произвольной формы; «Мост» – для расчета вихревого флаттера и других видов колебаний тел, закрепленных в упругом подвесе в неограниченном потоке среды; «ГИС-3» – для моделирования интенсивных автоколебаний тел с шарнирными степенями свободы в стесненных потоках сплошной среды; «Насос» – для моделирования прокачки вязкой жидкости в разветвляющихся каналах за счет вынужденных колебаний упругого элемента.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП Министерства образования и науки РФ (соглашение 14.576.21.0079, проект RFMEFI57614X0079).

ДВУХМЕРНЫЕ АВТОМОДЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ, ОПИСЫВАЮЩИЕ ЗАКАЧКУ ГАЗА В ВОДОНАСЫЩЕННЫЙ ПЛАСТ

А.А. Афанасьев, Т.В. Султанова

НИИ механики МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

Закачка газа в геологические пласты происходит в технологических процессах, связанных с созданием подземных хранилищ углеводородного газа, разработкой месторождений нефти и газа и при подземном захоронении углеводородного газа в водонасыщенных пластах. Нагнетаемый через вертикальную скважину газ, как более лёгкая фаза, поднимается вверх, расширяясь и растекаясь вдоль кровли пласта. При этом формируется сложное распределение насыщенности газа с косыми разрывами – фронтами