



ISSN: 2658–5782

Номер 3–4

2021

МНОГОФАЗНЫЕ СИСТЕМЫ

mfs.uimech.org





Конкурсы молодых ученых Института механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН 2021 год (аннотации докладов)

Председатель Совета молодых ученых ИМех УФИЦ РАН Сираева Д.Т.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова, УФИЦ РАН, Уфа

Представлены краткие аннотации докладов, представленных на конкурсах молодых ученых ИМех им. Р.Р. мавлютова и УФИЦ РАН в 2021 году.

Ключевые слова: инвариантные подмодели, микрофлюидика, собственные колебания, водные пены

1. Конкурс научных докладов молодых ученых ИМех УФИЦ РАН

Инвариантные подмодели уравнений газовой динамики в случае специального уравнения состояния

Сираева Д.Т.

1 место

Рассматриваются уравнения газовой динамики с уравнением состояния специального вида — давление есть сумма функций плотности и энтропии. Уравнение состояния выбрано из работы академика Л.В. Овсянникова "Программа Подмодели. Газовая динамика" (ПМТФ, 1994). Система ранее не рассматривалась другими авторами с позиции симметричного (группового) анализа. Допускаемая системой алгебра Ли 12-мерна, специфика алгебры заключена в добавлении к известным базисным операторам 11-мерной алгебры Ли оператора дифференцирования по давлению. В настоящей работе классифицированы инвариантные подмодели рангов 3, 2 и 1. Для инвариантных подмоделей ранга 1 получены 7 семейств точных решений исходной системы уравнений. Для одного из решений в

частном случае построены траектории движения частиц и показано движение объема частиц, в начальный момент времени ограниченного сферой.

Миграция раковых клеток в микроканале при наличии хемоаттрактанта

Валиев А.А.

2 место

Изучен миграционный потенциал раковых клеток через различные по ширине микроканалы, обусловленный действием хемоаттрактанта. Хемоаттрактант и питательная среда вводились непосредственно из соответствующих отдельных резервуаров под действием гидростатического напора. За счет диффузии происходило формирование потока с градиентом концентрации поперек ламинарного течения в канале, который приводит к активизации миграции раковых клеток. Наличие миграционных каналов разного размера позволило анализировать присущие клеткам миграционные способности. В серии экспериментов выявлена способность эпителиоподобных клеток линии метастатического рака совершать миграции в разработанной авторами миграционной микрофлюидной системе. Характер миграции зависит от ширины микроканалов канала и расположения клеток в момент добавления хемоаттрактанта.

Затухающие собственные колебания жидкости в скважине, сообщающейся с пластом

Мамаева З.З., аспирант ИМех УФИЦ РАН
Руководитель — д.ф.-м.н. В.Ш. Шагапов
3 место

В данной работе представлена математическая модель для описания колебаний столба жидкости в вертикальной скважине, возникающих при резком закрытии или открытии скважины. Для описания модели использованы уравнения сохранения масс и импульсов в области скважины, уравнения сохранения масс в области открытого участка скважины, уравнение для описания упругого режима фильтрации в сообщающемся со скважиной пласте. Используя решение уравнения в виде стоячих волн с учетом граничных и начальных условий получено характеристическое уравнение для определения комплексных частот. На основании численного решения характеристического уравнения определены предельные режимы процесса, проведен анализ влияния основных параметров системы на зависимости частоты колебаний, коэффициента затухания и декремента затухания и изучена динамика давления в различных точках скважины.

Зависимость между давлением и расходом при неустановившихся режимах работы скважины с ГРП

Фокеева Н.О., аспирант ИМех УФИЦ РАН
Руководитель — д.ф.-м.н. В.Ш. Шагапов
3 место

В современном мире «сложной» нефти одним из важнейших методов интенсификации притока является гидроразрыв пласта. В работе теоретически изучается задача о фильтрации флюида в трещине ГРП и окружающем трещину пласте, а также динамика изменения давления и дебита при переходных режимах работы скважины. Полученные в работе решения позволяют описывать связь между расходом жидкости и эволюцией давления в трещине. Результаты могут быть применены для интерпретации данных ГДИС, отображают основные зависимости параметров пласта и характеристик трещины ГРП.

2. Конкурс научных работ молодых ученых УФИЦ РАН

Моделирование пространственных динамических процессов в водных пенах

Гайнуллина Э.Ф., аспирант ИМех УФИЦ РАН
Руководитель — д.ф.-м.н. Р.Х. Болотнова
3 место

На сегодняшний день актуальна проблема ослабления ударных волн (УВ) и преобразования их энергии в менее разрушительные формы. Препарды из водных пен являются одной из перспективных технологий противоударной защиты: в силу своей высокой сжимаемости пены способны значительно снижать скорость распространения и амплитуду УВ. В настоящей работе исследованы динамические процессы, сопровождающие распространение УВ различной интенсивности в водных пенах. При моделировании сильного ударного воздействия на водную пену использовано предположение о разрушении пены на микрокапли за фронтом УВ, и справедлива двухскоростная модель газожидкостной смеси с учетом сил межфазного взаимодействия, межфазного теплообмена и явления синерезиса пены. Поведение водной пены при взаимодействии со слабыми УВ описывалось применением односкоростной модели, учитывающей межфазный теплообмен и эффективную вязкость пены как неньютоновской жидкости. Численная реализация моделей выполнена в новых решателях, созданных в открытом программном комплексе OpenFOAM. Изучены особенности взаимодействия мощного сферического ударного импульса с барьером из водной пены, причины блокировки воздушных УВ пенной преградой и эволюция импульса давления при взаимодействии с границей газовой области и пены, приводящая к образованию серии тороидальных вихрей. Показано существенное снижение амплитуды и скорости УВ при ее распространении вглубь пены для условий экспериментов E. Del Prete et al. (2013) по сферическому взрыву. Установлено, что процесс синерезиса пены сопровождается увеличением скорости УВ. Исследован процесс распространения слабой УВ в пенный слой в соответствии с экспериментами M. Monloubou et al. (2019) с анализом структуры водной пены за фронтом УВ. Проведен сравнительный анализ расчетов с экспериментальными данными, который показал их удовлетворительное согласование. Полученные результаты могут быть использованы в задачах проектирования эффективных защитных барьеров, локализирующих энергию ударных волн и снижающих риски возникновения аварийных ситуаций при проведении взрывоопасных работ.