

Влияние **6ap** характеристик межфазного массообмена на коллапс кавитационного пузырька в воде



Выявлены зависимости коллапса кавитационного пузырька в воде от характеристик массопереноса на поверхности пузырька: температуры скачка на межфазной межфазной поверхности, смещения поверхности результате фазовых переходов, В разницы между коэффициентами испарения α<sub>еνа</sub> и конденсации α<sub>con</sub> в диапазоне от 0.002 до 0.2. Использовалась математическая модель, адекватность которой подтверждена сравнением с рядом известных данных рис.1а). экспериментальных (например, Установлено, что при малых значениях α<sub>еνа</sub> и α<sub>con</sub> влияние данных характеристик незначительно, а с их ростом монотонно повышается до десятков процентов. Так, масса пара в пузырьке в конце коллапса занижается до 10% без учета первой из указанных характеристик (рис.1b), завышается до 20% без учета второй (рис.1с) и завышается до 80% без учета третьей. Аналогичные погрешности величины максимального давления в пузырьке в ходе коллапса могут достигать 10%, 15% и 35%, соответственно. Полученные результаты представляют интерес для специалистов, занимающихся моделированием и изучением кавитации.

р,



Рис.1. Профиль давления в ударно-волновом импульсе, расходящемся в жидкости от пузырька (а). Зависимости отношения масс пара в пузырьке в начале ( $m_0$ ) и конце ( $m_c$ ) коллапса от  $\alpha = \alpha_{con} = \alpha_{eva}$ при нулевом (кривая 1) и ненулевом (кривая 2) скачке температуры на межфазной границе (b) и при наличии (кривая 1) и отсутствии (кривая 2) смещения межфазной границы в результате фазовых переходов (с).

Научный руководитель:

д.ф.-м.н., проф. Аганин А.А.

Исполнители: к.ф.-м.н. Мустафин И.Н., к.ф.-м.н. Халитова Т.Ф., к.ф.-м.н. Хисматуллина Н.А.

- 1. Aganin A.A., Khismatullina N.A. // Ocean Engineering, 2023. WoS Q1, Scopus Q1
- 2-3. Aganin A.A., Mustafin I.N. // International Journal of Multiphase Flow. 2022, 2021. WoS Q2, Scopus Q1
- 4-5. Khalitova T. F., Khismatullina N. A.; Khismatullina N. A., Mustafin I. N. // LJM. 2023, 2022. WoS Q2, Scopus Q2



## Динамика инкапсулированной капли перфторуглерода в вязкоупругой жидкости при акустическом возбуждении



Теоретически исследован процесс роста парового пузырька внутри инкапсулированной капли перфторуглерода, находящейся в вязкоупругой действием жидкости, под акустического возбуждения. Определено модуля влияние сдвига, толщины оболочки, реологии жидкости. Показано, увеличение модуля что сдвига оболочки капли или вязкоупругой жидкости вызывает снижение скорости роста парового пузырька, а также уменьшение амплитуды его затухающих колебаний. Пятикратное увеличение модуля сдвига оболочки капли может приводить к увеличению времени полного испарения капли перфторуглерода в 6.6 раз (рис. 1а), тогда как аналогичное увеличение модуля сдвига несущей жидкости – лишь на 10% (рис. 16). В частном случае найдено удовлетворительное совпадение теории С экспериментом. Установленные закономерности представляют интерес ДЛЯ развития технологии газовой эмболотерапии метода борьбы с раковыми клетками путем блокировки питающих их кровеносных сосудов воздействием ультразвука на введенные капли перфторуглерода (рис. 2).

Рис. 1. Изменение радиуса пузырька пара при ряде значений модулей сдвига оболочки  $G_S$  (а) и несущей жидкости  $G_I$  (б); крестики - моменты полного испарения капли перфторуглерода, маркеры – данные эксперимента Doinikov et al. // Medical Physics. 2014; начальный радиус капли 1.85 мкм, толщина оболочки 0.1 мкм, частота воздействия 8 МГц и амплитуда 0.5 МПа, длительность 2 периода.



Рис. 2. Схема метода газовой эмболотерапии: под действием УЗ пузырьки растут и перекрывают сосуды, питающие опухоль.

Научный руководитель: чл.-корр. РАН Губайдуллин Д.А. Исполнитель: к.ф.-м.н. Федоров Ю.В.

- 1. Gubaidullin D.A., Gubaidullina D.D., Fedorov Yu.V. // Mathematics, 2023. **WoS Q1, Scopus Q1**
- 2. Губайдуллин Д.А., Федоров Ю.В. // ТВТ, 2023. **WoS Q4, Scopus Q2**
- 3. Fedorov Yu.V., Panin K.A. // LJM, 2022. **WoS Q2**, Scopus Q2
- 4. Губайдуллин Д.А., Панин К.А., Федоров Ю.В. // Известия РАН. МЖГ, 2022. **WoS Q4, Scopus Q3**



## Идентификация поля проницаемости трехмерного пласта с использованием априорной информации на скважинах

Разработан новый метод решения задачи идентификации поля проницаемости использующий трехмерного пласта, И сохраняющий априорную информацию 0 распределении проницаемости на скважинах, полученную геофизическими методами. Поле проницаемости аппроксимируется послойно-Проницаемость двухмерно. каждого слоя представляется в виде сплайн-поверхности с узлами интерполяции, расположенными на Используется единая линейная скважинах. вычисленных значений зависимость проницаемости от априорных вдоль ствола скважины, существенно ЧТО позволяет сократить число неизвестных параметров. Задача идентификации сводится к задаче минимизации функции невязки, построенной по замерам дебита жидкости на скважинах. Исследовано влияние различных погрешностей на решение задачи. На модельных задачах идентификации установлено, что предложенный устойчив метод К погрешностям И ЧТО вычисленные поля проницаемости хорошо согласуются С истинными полями (рис. 1).



Рис. 1. Максимальные отклонения ∆*К<sub>тах</sub>* вычисленных значений проницаемости от истинных значений при различных относительных погрешностях є в замерах дебита. Среднее значение истинной проницаемости пласта 0.5 мкм<sup>2</sup>.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Никифоров А.И. Исполнители: к.ф.-м.н. Елесин А.В., к.ф.-м.н. Кадырова А.Ш., к.ф.-м.н. Цепаев А.В.

- 1. Elesin A.V., Kadyrova A.S., Nikiforov A.I., Tsepaev A.V. // Mathematics. 2022. **WoS Q1, Scopus Q1**
- 2-4. Elesin A. V., Kadyrova A. S. // LJM. 2023, 2022, 2021. WoS Q2, Scopus Q2
- Elesin A.V., Kadyrova A.S., Nikiforov A.I. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2021. Scopus Q2, WoS.
- 6. Елесин А.В., Кадырова А.Ш., Никифоров А.И. // Георесурсы. 2021. **Scopus Q2, WoS.**