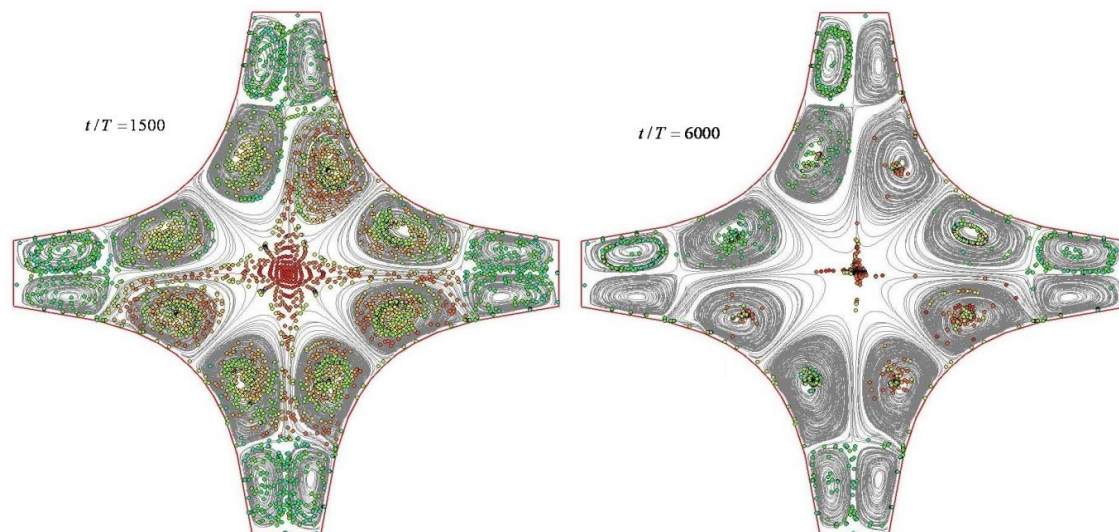


Моделирование
процесса
установления
акустического
течения и
фокусировки
аэрозольных частиц
в акустофлюидных
устройствах сложной
формы.



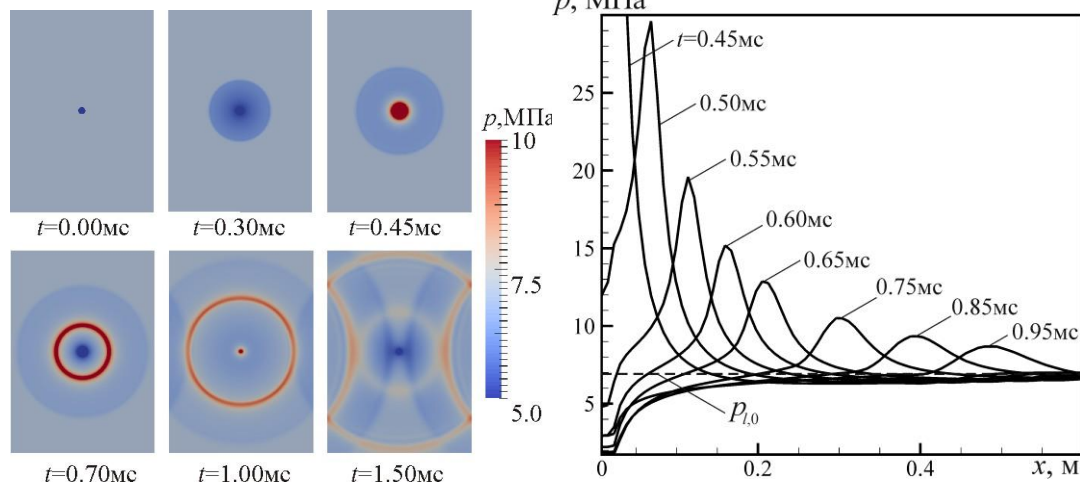
Вихри Рэля и фокусировка частиц в различные моменты времени при синфазных колебаниях поршней

Разработана численная модель формирования акустических полей и исследовано их влияние на динамику распределения аэрозольных частиц в акустофлюидных устройствах сложной формы. Был использован подход, основанный на методе лимитирующей скорости, который позволяет моделировать формирование внешнего акустического течения и фокусировки частиц без детального рассмотрения внутреннего акустического течения в пограничном акустическом слое. Исследовано влияние сдвигов фаз колебаний границ резонатора на закономерности акустического течения и фокусировки частиц в квадрупольном гиперболическом резонаторе. В резонансном режиме смоделирован переходный процесс формирования Рэлеевских вихрей и распределения частиц. Выявлены зоны резко возросшей концентрации частиц (акустические ловушки). Показано, что резонансная частота, расположение акустических ловушек и их форма сильно зависят от сдвигов фаз колебаний границ.

Научный руководитель чл.-корр. РАН
[Губайдуллин Д.А.](#) Ответственные
исполнители д.ф.-м.н. Осипов П.П.,
к.т.н. [Абдюшев А.А.](#)

1. Gubaidullin D.A., Ossipov P.P., Abdyushev A.A. // Applied Mathematical Modelling, 2018. № 62. WoS Q1.
2. Gubaidullin D.A., Ossipov P.P., Abdyushev A.A. // Applied Mathematical Modelling (принято к печати). WoS Q1.
3. Губайдуллин Д.А., Осипов П.П. Аэрогидродинамика дисперсной частицы // М.: Физматлит, 2020. 176 с. ISBN 978-5-9221-1883-5.
4. Gubaidullin D.A., Ossipov P.P., Nasyrov R.R. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 2018. 91. 3. WoS, Scopus.

Построена математическая модель схлопывания газовой полости в жидкости и распространения возникающих при этом волн давления.



Поля давления (слева) и распределение давления (справа) в разные моменты времени

Модель позволяет учитывать сжимаемость обеих сред, нестационарность процессов, турбулентность, а также отслеживать изменение формы и положения границы раздела сред. В численных экспериментах начальная форма полости принималась сферической, ее радиус варьировался от 0.01 до 0.09 м, давление газа от 0.05 до 0.5 МПа при постоянном давлении жидкости 7 МПа. Показано, что формирование ударной волны в газе при заданных условиях не происходит, газовая среда сжимается однородно. Основное внимание уделено распространению волн давления в жидкости. Получены зависимости радиуса газовой полости, скорости границы раздела сред, турбулентной кинетической энергии от времени, а также рассчитана форма полости в течение имплозионного процесса. Проанализировано влияние давления газа и радиуса сферической полости в начальный момент времени на изменение максимального давления в жидкости. Результаты исследования представляют интерес для разработчиков современных технологий в медицине, химической промышленности, при проектировании подводных аппаратов, базирующихся на генерации волн давления в окружающей среде при коллапсе сферической полости.

К.т.н. [Моренко И.В.](#)

1. Morenko I.V. // Ocean Engineering, 2020. 215. WoS Q1
2. Morenko I.V. // High Temperature, 2019. 57. N. 5. WoS Q4
3. Morenko I.V. // IOP Conf. Series: Journal of Physics, 2019. 1328 012051. WoS, Scopus
4. Morenko I.V. // IOP Conf. Series: Journal of Physics, 2019. 1158 032036. WoS, Scopus

Экспериментально-теоретический метод оценки жесткостных свойств тонкостенных элементов конструкций сложной структуры.

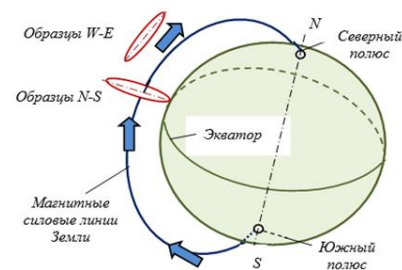
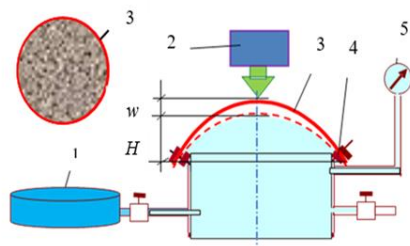


Схема установки. Схема ориентации образцов относительно силовых линий магнитного поля. Крупногабаритная градирня SK1200.

Разработан эффективный двумерный экспериментально-теоретический метод оценки жесткостных свойств тонкостенных элементов конструкций сложной структуры. Теоретическую основу метода составляют соотношения нелинейной теории оболочек. С применением данного метода установлено, что коррозионный износ на растянутых поверхностях идет быстрее, чем на сжатых; вибрация ускоряет коррозию; большей коррозии подвержены образцы, поверхности которых параллельны силовым линиям магнитного поля, в частности, магнитного поля Земли; ионная имплантация поверхности образца способствует снижению коррозии. Обнаружен эффект снижения несущей способности тонкостенных элементов конструкций с системой поверхностных царапин по сравнению с гладкими образцами соответствующей минимальной толщины. Проведена диагностика состояния крупногабаритной градирни SK1200. Метод рекомендуется стандартизовать, а выявленные закономерности и эффекты учитывать при проектировании и эксплуатации конструкций.

Научный руководитель: д.т.н. [Якупов Н.М.](#)
Исполнители: к.ф.-м.н. [Галимов Н.К.](#), к.т.н. [Якупов С.Н.](#), к.т.н. [Гиниятуллин Р.Р.](#), к.ф.-м.н. [Гумаров Г.Г.](#)

1. Якупов Н.М. Механика тонкостенных конструкций: история, диагностика, лечение. Учебное пособие. Казань: Изд-во КГАСУ, 2020. 159 с.
2. Якупов Н.М., Галимов Н.К., Якупов С.Н. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2019. Т.85. №2.
3. Yakupov N.M., Nurgaliev A.R., Giniyatullin R.R., Yakupov S.N. // Russian Engineering Research, 2013. Vol.33. No.2.
4. Якупов Н.М., Нургалиев А.Р., Гиниятуллин Р.Р., Якупов С.Н. // Вестник машиностроения. 2012. №10.
5. Галимов Н.К., Якупов Н.М., Якупов С.Н. // Известия РАН. Механика твердого тела. 2011. №3.

Экспериментально-теоретический метод оценки жесткостных свойств тонкостенных элементов конструкций сложной структуры.

6. Якупов Н.М., Нургалиев А.Р., Якупов С.Н. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. №11.
7. Якупов Н.М., Гиниятуллин Р.Р., Якупов С.Н. // Проблемы прочности, 2012. №2.
8. Yakupov N.M., Giniyatullin R.R., Yakupov S.N. Corrosion on ... // 19th European Conference on Fracture: Fracture Mechanics for Durability, Reliability and Safety. Kazan, Russia, 26-31 August, 2012.
9. Якупов Н.М., Велиюлин И. И., Антонов В.Г., Нуруллин Р.Г., Гиниятуллин Р.Р., Якупов С.Н. Патент на изобретение РФ №2437077.
10. Якупов Н.М., Нуруллин Р.Г., Нургалиев А.Р., Якупов С.Н. Патент на изобретение РФ №2296976.
11. Гиниятуллин Р.Р., Якупов С.Н., Якупов Н.М. Патент на изобретение РФ №2722572.
12. Yakupov N.M., Giniyatullin R.R., Yakupov S.N. // Doklady Physics, 2012, Vol.57, No.3.
13. Yakupov N.M., Giniyatullin R.R., Yakupov S.N. Influence of the magnetic field...// 19th European Conference on Fracture: Fracture Mechanics for Durability, Reliability and Safety. Kazan, Russia, 26-31 August, 2012.
14. Yakupov N.M., Giniyatullin R.R., Yakupov S.N. // Doklady Physics. 2012. Vol.57. No.10.
15. Yakupov S.N., Gumarov G.G., Yakupov N.M. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 288 (2019).
16. Yakupov N.M., Giniyatullin R.R., Yakupov S.N. // Doklady Physical Chemistry, 2015, Vol. 463, Part 2.
17. Yakupov N.M. and Yakupov S.N. // Doklady Physics, 2018, Vol. 63, No.4.
18. Yakupov S.N. // Lobachevskii Journal of Mathematics, 2019, Vol.40, No.6.
19. Giniyatullin R. R. and Yakupov N. M. // IOP Conference series: Materials Science and Engineering, 2020.
20. Yakupov N.M., Yakupov S.N., Rynkovskay M.I. // Abstract Book. 2nd Int. Congress on Technology - Engineering & Science. Malaysia. July 28-29. 2016.
21. Yakupov N.M., Nurgaliev A.R., Giniyatullin R.R. and Yakupov S.N. // Russian Engineering Research, 2013, Vol.33, No.2.