

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кучинского Михаила Олеговича  
**«Экспериментальное исследование динамики пузырьков в жидкости при ультразвуковом воздействии»**, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Кучинского М.О. посвящена исследованию закономерностей процессов, возникающих в жидкостях с пузырьками при ультразвуковом воздействии.

Научная значимость работы заключается в получении новых знаний о закономерностях кавитационных процессов, поведении пузырьков на границах раздела фаз и механизмах генерации пузырьков флотационного размера. Диссертантом разработан оригинальный экспериментальный метод пространственно-временной визуализации кавитационной активности с использованием тепловых карт, что является весомым методическим вкладом. Полученные результаты (влияние солей и ПАВ на кавитацию, колебания пузырьков на поверхностях, комбинированный эффект NaCl/SDS на генерацию пузырьков) существенно дополняют современные представления в области сонохимии и механики многофазных сред.

Также стоит выделить научную значимость диссертационной работы для Пермского края. Результаты диссертации, особенно касающиеся влияния ультразвука на растворы KCl и NaCl и генерацию флотационных пузырьков, имеют высокий потенциал для внедрения в технологические процессы местных горно-обогатительных комбинатов. Это может привести к повышению извлечения полезного компонента, снижению расхода реагентов и увеличению экологичности производства.

Основные результаты диссертации опубликованы в 8 научных работах, из них 8 работ, включенных в перечень рецензируемых научных журналов из списка ВАК, 7 из которых в периодических базах цитирования WoS и Scopus. Стоит также отметить активное участие диссертанта в представлении результатов работы на конференциях международного и всероссийского уровня, где мы неоднократно пересекались лично.

Ознакомившись с содержанием автореферата возникают следующие вопросы к диссертанту:

1. Разработанный метод регистрации кавитации на основе фольги и тепловых карт является качественным и полуколичественным. Каковы были основные источники погрешности при количественной оценке площади повреждений и их калибровка? Планировалась ли

- валидация метода путём прямого сопоставления с другими методами (например, акустической эмиссией) в одних и тех же точках реактора?
2. Обнаружено необратимое уменьшение статического контактного угла на акриловой поверхности после ультразвуковой обработки. Выдвинута ли гипотеза о физико-химическом механизме этого изменения (например, микроабразивное разрушение поверхности, адсорбция/десорбция компонентов, изменение шероховатости)? Проводились ли дополнительные исследования поверхности (АСМ, спектроскопия) для проверки этих гипотез?
  3. Обнаруженный эффект компенсации при совместном действии NaCl и SDS, приводящий к 10-кратному росту количества пузырьков при сохранении их размерного распределения, как у чистой воды, представляется очень интересным и важным. Какие конкретные практические рекомендации по концентрациям NaCl и SDS, а также режимам ультразвукового воздействия, Вы могли бы предложить для оптимизации флотационного процесса на калийной руде? Как эти параметры могут масштабироваться от лабораторного реактора к промышленной флотационной машине?
  4. В работе исследовано влияние конкретных реагентов – NaCl и SDS. Насколько, по Вашему мнению, выявленные закономерности (подавление кавитации солью, смещение зон активности ПАВ) универсальны для других солей (например, KCl, CaCl<sub>2</sub>) и других ПАВ (катионных, неионогенных)?

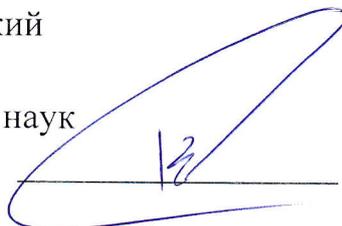
Наверняка на возникшие вопросы можно найти ответы в полном тексте диссертации, с которым я не имел возможности ознакомиться.

В заключении отмечу, что диссертационная работа Кучинского М.О. является законченным и актуальным научным исследованием, выполненным на высоком методическом уровне. Полученные результаты имеют существенное значение для фундаментальной науки о кавитации и динамике пузырьков, а также обладают чётко выраженной практической направленностью, особенно значимой для горно-обогатительной промышленности Пермского края и Российской Федерации в целом. Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы. Сформулированные цели и задачи достигнуты, научные положения, выносимые на защиту, обоснованы и подтверждены.

Считаю, что диссертационная работа Кучинского М.О. «Экспериментальное исследование динамики пузырьков в жидкости при ультразвуковом воздействии» соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а её автор,

Кучинский Михаил Олегович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доцент кафедры «Прикладная физика»  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет»,  
кандидат физико-математических наук  
И.В. Красняков



28 января 2026 г.

Согласен на сбор, обработку, хранение и передачу моих персональных данных.

И.В. Красняков



28 января 2026 г.

Красняков Иван Васильевич, кандидат физико-математических наук (1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент кафедры «Прикладная физика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)», 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, тел.: 8 (342) 219-85-20, e-mail: krasnyakov\_ivan@pstu.ru.

Подпись Краснякова Ивана Васильевича удостоверяю:



Специалист по персоналу УК  
Е.И. Овчинникова

