



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**БИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ (филиал) ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный
технический университет
им. И.И. Ползунова» (БТИ АлтГТУ)
ул. имени Героя Советского Союза
Трофимова, 27, г. Бийск, 659305
тел.(3854)432285, факс:(3854)435300
E-mail: info@bti.secna.ru
<http://www.bti.secna.ru>**

Председателю
диссертационного совета
Д 004.036.01

в Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Пермский федеральный
исследовательский центр Уральского
отделения Российской академии наук
академику РАН, д.ф.-м.н., Матвеевко В.П.

614018, г. Пермь, ул. Академика Королёва, д.1.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора
по научной работе
БТИ (филиала) ФГБОУ ВО АлтГТУ,
д.т.н., профессор



В.Н. Хмелёв

« Январь » 2020 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кучинского Михаила Олеговича
«Экспериментальное исследование динамики пузырьков жидкости при ультразвуковом
воздействии»

Работа Михаила Олеговича посвящена изучению поведения жидкости с пузырьками вблизи поверхностей с разной смачиваемостью и при растворении в жидкости различных добавок (солей, ПАВ) под действием ультразвуковых колебаний.

Основной новый результат работы состоит в получении данных о влиянии ультразвукового воздействия в кавитационном режиме на комплекс свойств межфазной поверхности. Особенно интересные данные получены по влиянию ультразвука на контактный угол смачивания.

Соискателем проведены комплексные теоретические и экспериментальные исследования формирования кавитационной области. Проведено численное моделирование формирования акустического поля в кавитирующей жидкости. Получены распределения эрозионной активности и тепловые карты кавитационного процесса в сонохимическом реакторе. Полученные тепловые карты иллюстрируют относительно новый метод экспериментальных исследований кавитационного процесса (ранее был известен калориметрический метод определения интенсивности вводимой акустической энергии, позволяющий определить вводимую энергию лишь как интегральную характеристику по всему технологическому объёму).

Результаты работ опубликованы в ведущих рецензируемых российских журналах. Исследования поддержаны грантами РФФИ и Министерством науки и высшего образования РФ.

Всё это свидетельствует о научной новизне работы.

Исследования влияния ультразвука на реальных средах и добавках свидетельствуют не только фундаментальной, но и прикладной значимости работы.

Соискателем уделено внимание популяризации результатов исследования, и работа апробирована на впечатляющем количестве престижных конференций.

Однако, несмотря на подтверждённую научную новизну и имеющуюся практическую значимость, имеются следующие вопросы и замечания:

1. В положениях, выносимых на защиту, необходимо приводить наиболее новые и существенные результаты диссертационной работы. Например, метод регистрации кавитационной активности на основе теста фольгой является известным как минимум с середины 20-го века.

Кроме того, корреляция между кавитационной активностью и звуковым полем в водной среде описана ещё в монографии 1960-х годов классической научной школы под руководством Л.Д. Розенберга (Акустический институт им. ак. Н.Н. Андреева).

В то время как уменьшение статического контактного угла в результате ультразвукового воздействия является одним из интереснейших результатов данной работы.

2. В автореферате много говорится о связи между кавитационной активностью и распределением звукового поля, однако не приводятся характеристики источника ультразвука (интенсивность ультразвукового воздействия — излучаемая мощность на единицу площади поверхности источника ультразвука; не указана модель ультразвукового аппарата, если это стандартный аппарат, произведённый известным предприятием).

Кроме того, известно, что наличие кавитации в жидкости и вводимые добавки (особенно соли и ПАВ) приводят к изменению импедансных характеристик жидкости (отношение амплитуды звукового давления к амплитуде смещения вблизи излучателя и фазовый сдвиг между этими величинами). Изменение импедансных характеристик меняет резонансную частоту системы «ультразвуковой излучатель-жидкость» и акустическую мощность. Этот момент не отражён в автореферате.

3. На рис. 2, 4 не указано, в какой момент времени получены тепловые карты зоны кавитационной активности. Не будет ли с течением времени распределение температуры близко к равномерному за счёт акустических течений? Ошибочно указана единица измерения температуры (видимо, автор имел в виду «°C»).

4. Не пояснены физические механизмы обнаруженных эффектов (они составили бы главную изюминку работы и свидетельствовали бы о высокой квалификации соискателя как исследователя) влияния ультразвуковой кавитации на свойства межфазной поверхности и влияния добавок соли + ПАВ на кавитационную активность.

Например, нужны хотя бы качественные объяснения, почему добавление соли снижает активность кавитации (нужно также строгое определение, что такое активность?), почему изменяется статический краевой угол в результате ультразвукового воздействия?

5. Вызывает сомнение научная новизна численной модели. Ознакомление со статьёй автора в журнале «Вычислительная механика сплошных сред» под номером А6 вызвало следующие вопросы:

5.1. Учитывается ли в модели влияние кавитации на скорость звука и затухание колебаний в жидкости? Какими априорными оценками обоснован учёт/неучёт? В кавитирующей жидкости коэффициент затухания многократно больше, чем в некавитирующей, когда затухание обусловлено только вязким трением между слоями жидкости при ламинарном колебательном движении и теплопроводностью.

5.2. Учитывается ли зависимость волновых свойств жидкости от амплитуды как минимум первой (основной) гармоники звукового давления? Какими априорными оценками обоснован учёт/неучёт? Эта зависимость приведёт к тому, что задача расчёта акустического поля будет нелинейной, и она не будет решаемая линейными моделями, заложенными в стандартные программные пакеты (потребуется программирование

