

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАВИТАЦИОННОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ДЕГАЗАЦИИ ЖИДКОСТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Жарко Н.А., Минчук В.С.

Дежкунов Н.В. – к.т.н., доцент

В настоящее время ультразвук широко применяется для интенсификации физико-химических процессов в жидкостях. При этом ключевую роль как правило играет кавитация – явление образования, пульсаций и захлопывания микропузырьков газа в жидкости под действием переменного давления [1]. При захлопывании кавитационными полостями генерируются ударные волны и микроструи жидкости, а парогазовая смесь внутри пузырька разогревается до нескольких тысяч градусов [2]. Этими факторами и определяется активность кавитации. Растворенные газы могут влиять на активность кавитации различным образом. Углекислый газ обладает высокой степенью растворимости в воде и поэтому обеспечивает возможность варьирования газосодержания в широком диапазоне.

Исследования проводились в неоднородном ультразвуковом поле элементарной звукохимической ячейки, представляющей собой термостатированный цилиндрический стакан из нержавеющей стали, дно которого является излучающей поверхностью. Для генерирования ультразвука использовался пьезокерамический излучатель с резонансной частотой 34,6 кГц. Для измерений активности кавитации использовался кавитометр (ИСА-3М). Прибор состоит из датчика и электронного блока.

Емкость заполняли жидкостью в течение 30 секунд, выдерживали еще 30 с без ультразвука, затем включали ультразвук и кавитометр и регистрировали показания с использованием описанной выше программы обработки данных в течение 1 минуты. Затем ультразвук отключали на 10 минут и так далее, после чего процедуру повторяли.

В начале эксперимента, т.е. в течение 10 - 15 секунд после включения ультразвука, активность кавитации увеличивается медленно. Под действием ультразвука идет интенсивная дегазация с выделением большого количества визуально регистрируемых пузырьков с размерами до нескольких миллиметров. Пузырьки меньшего размера удерживаются в поле стоячей волны и постепенно увеличиваются в размерах за счет выпрямленной диффузии газа в пузырек. Затем рост замедляется и практически прекращается. А к 90-й секунде озвучивания наблюдается даже некоторое уменьшение активности кавитации.

Отмечены квазипериодические скачки выходного сигнала гидрофона, что связано, вероятно, с образованием кластеров кавитационных полостей, которые периодически всплывают на поверхность жидкости. В результате удаления избытка пузырьков из ультразвукового поля поглощение ультразвука в кавитационной области на короткое время уменьшается. Уменьшается и демпфирующее действие больших пузырей, что и приводит к соответствующим всплескам активности кавитации. Затем начинается новый цикл роста пузырьков, активность кавитации несколько снижается и так далее.

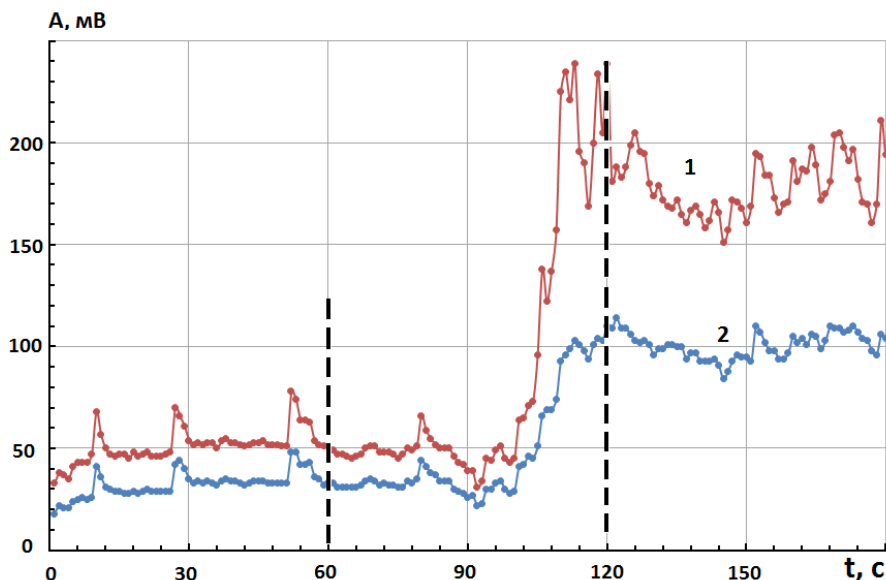


Рисунок 1 - Динамика изменения во времени полного выходного сигнала гидрофона и активности кавитации в ходе дегазации пересыщенного раствора углекислого газа. 1 – полный выходной сигнал; 2 – активность кавитации, температура жидкости = $21 \pm 1,5^\circ\text{C}$

После достижения некоторой степени дегазации (на рис. 1 – примерно на 100-й секунде) наблюдается быстрый, часто скачкообразный рост активности кавитации. Можно предполагать, что в этот момент происходит качественное изменение состояния кавитационной области, связанное, вероятно, со взаимодействием пузырьков.

Список использованных источников:

1. Ahmadi F. et.al. Bio-effects and safety of low-intensity, low-frequency ultrasonic exposure // Progress in Biophysics and Molecular Biology. V.108, 2012.- P. 119-138.
2. Mason T.J. Therapeutic ultrasound: an overview // Ultrasonics Sonochemistry, 2011.- P. 847-852.