

Динамика парогазовых пузырьков в жидкости под действием ультразвука при различной концентрации газа растворенного в жидкости¹

Любимова Т.П.***, Рыбкин К.А.*, Фатталов О.О.*, Кучинский М.А.*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

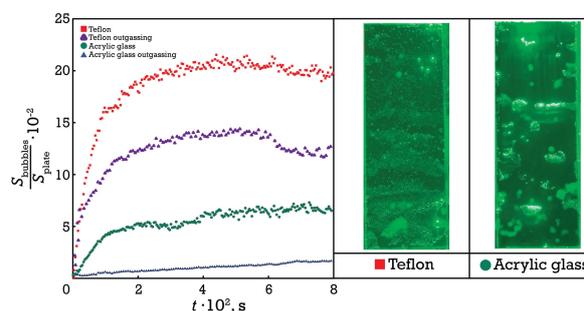
**Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь

Динамика возникающих в жидкости кавитационных пузырьков зависит от различных факторов, могут наблюдаться как коллапс пузырьков, так и их коалесценция и длительное существование относительно крупных пузырьков, как в объеме жидкости, так и вблизи твердых поверхностей [1, 2]. Коллапс пузырьков создает локальные экстремальные давления и температуры, а также ударные волны в жидкости, которые оказывают существенное влияние на поверхности. УЗ способен также увеличить вероятность прикрепления твердой частицы к пузырьку за счет осредненных сил, действующих между пузырьком и твердой частицей в акустическом поле [3, 4]. В работе [5] обсуждается динамика двух пузырьков, когда действие вторичной силы Бьеркнеса способствует движению пузырьков навстречу друг другу. В результате сближения, при определенных значениях параметров, происходит их коалесценция. Перечисленные выше эффекты могут способствовать закреплению и удержанию пузырьков вблизи твердых поверхностей.

В настоящей работе экспериментально исследуется динамика пузырьков вблизи твердых поверхностей с различными свойствами смачивания (оргстекло – краевой угол смачивания 51° , тефлон – краевой угол смачивания 118°). Твердые пластины помещались в воду, которая подвергалась ультразвуковому воздействию с частотой $f = 40$ КГц. Видеорегистрация эксперимента производилась с помощью камеры. Было обнаружено что динамика пузырьков вблизи твердой поверхности зависит от степени смачиваемости поверхности и от концентрации газа, растворенного в жидкости. Так, гидрофобная поверхность тефлона способна удерживать на себе большее число парогазовых пузырьков, которые остаются прикрепленными к поверхности даже после отключения УЗ. Гидрофильная поверхность оргстекла способна удерживать пузырьки лишь некоторое время, после выключения УЗ только часть пузырьков покидает поверхность.

На поверхности тефлона в жидкости, при кон-

центрации газа в $C = 2.3 \cdot 10^{-2}$ г/кг, площадь поверхности, занимаемая пузырьками, составляла 20% от общей площади поверхности. При снижении концентрации газа до $C = 0.6 \cdot 10^{-2}$ г/кг, площадь поверхности, покрытой пузырьками составила 13% от общей площади поверхности. Зависимость от времени площади поверхности, занимаемой пузырьками, представлена на рисунке. Динамика парогазовых пузырьков на гидрофильной поверхности оргстекла качественно отличается от динамики пузырьков на гидрофобной поверхности тефлона. Обнаружено также, что активность кавитационных пузырьков значительно снижается с уменьшением концентрации газа в жидкости.



Список литературы

- [1] Rybkin K.A. et al. Experimental study of formation and dynamics of cavitation bubbles and acoustic flows in NaCl, KCl water solutions // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2017. – Т. 879. – №. 1.– С. 012026.
- [2] Bremond N. et al. Interaction of cavitation bubbles on a wall // Physics of fluids. – 2006. – Т. 18. – №. 12. – С. 121505.
- [3] Cui Z. et al. Bubble modulation using acoustic standing waves in a bubbling system // Chemical engineering science. – 2005. – Т. 60. – №. 22. – С. 5971–5981.
- [4] Lyubimov D. V. et al. The interaction of a rising bubble and a particle in oscillating fluid // Journal of Fluid Mechanics.–2016.– Т. 807. – С. 205-220.
- [5] Ida M. Alternative interpretation of the sign reversal of secondary Bjerknes force acting between two pulsating gas bubbles // Physical Review E.–2003.– Т. 67. – №. 5. – С. 056617.

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-31-90138) и Программы поддержки Научных школ Пермского края (грант № С-26/788).