

Особенности устойчивости и акустических свойств перегретой жидкости с газовыми зародышами¹

Агишева У.О., Галимзянов М.Н.

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН, Уфа

Пусть в жидкости, находящейся при температуре и давлении, имеются сферические пузырьки радиусом r , которые содержат пар и не растворимый в жидкой фазе газ. Данная система описывается уравнениями (1)–(12) из [1] и ниже используется терминология и обозначения, принятые в [1]. Стоит также отметить, что при состояниях, достаточно далеких от критического состояния, имеют место следующие условия согласно [2]. Рассмотрим распространение малых возмущений в парогазовой смеси в плоскооднородном и односкоростном приближении. Основная методика расчета была приведена в [1] и поэтому напомним лишь о том, что решение системы уравнений (1)–(12) из [1] будем искать в виде затухающей бегущей волны.

На рис. 1 представлены линии, полученные на основе (5) из [3], определяющие на плоскости (α_0, a_0) границу раздела устойчивых и неустойчивых состояний перегретой воды с паровоздушными пузырьками находящимися при выше отмеченных трех значениях давления $p_0 = 0.1, 1$ и 10 МПа ($T_s(p_0) = 373, 453, 584$ К). Линии 1, 2 и 3 соответствуют следующим значениям величины перегрева $\Delta T_0 = 0.1, 1$ и 10 К. Из рисунка видно, что эти линии состоят из двух участков: восходящего (сплошные линии) и нисходящего (пунктирные линии). На восходящем участке соответствующая массовая концентрация k_0 пара растет. Причем для давлений $p_0 = 1$ и 10 МПа для всех трех значений перегревов достигает значения $k_0 = 1$ (на графиках эти положения отмечены жирными кружочками). Для случая $p_0 = 0.1$ МПа при $\Delta T_0 = 1$ К для объемных содержаний пузырьков, не превышающих десяти процентов ($\alpha_0 \leq 0.1$), это значение для концентрации ($k_0 = 1$) не достигается. На нисходящем участке массовая концентрация пара сохраняет свое постоянное значение ($k_0 = 1$), то есть эти участки кривых соответствуют чисто для пароводяной пузырьковой системы. Отметим также, что этот участок (пунктирная линия) описывается формулой (6) из [3]. Зоны расположения вне кривых соответствуют устойчивым, а внутри – неустойчивым состояниям. В случае чисто паровых пузырьков, линии описываемые формулой (6) из [3] полностью определяют границу между устойчивыми и

неустойчивыми состояниями. Причем зоны расположенные правее этих линий соответствуют устойчивым, а левее неустойчивым состояниям. Из представленных кривых на этом рисунке следует, что величина объемного содержания парогазовых пузырьков слабо влияет на характер кривых, определяющих границу устойчивости.

Данная работа является продолжением исследований из [4] и расширяет знания об акустической устойчивости пузырьковых систем.

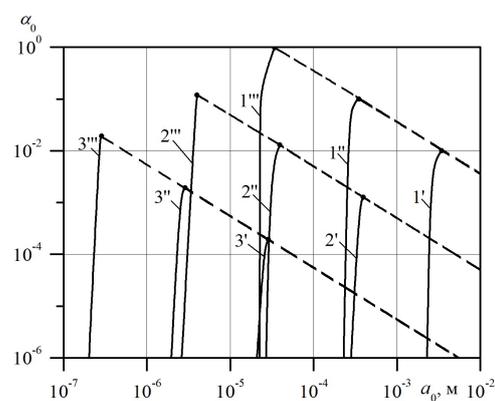


Рис. 1. Линии, определяющие на плоскости (α_0, a_0) границу раздела устойчивых и неустойчивых состояний перегретой воды с паровоздушными пузырьками.

Список литературы

- [1] Шагапов В.Ш., Галимзянов М.Н., Вдовенко И.И. Особенности отражения и прохождения акустических волн на границе «чистой» и пузырьковой жидкости при прямом их падении // Теплофизика высоких температур. 2019. Т. 57. № 1. С. 1–8.
- [2] Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т. 1, 2 М.: Наука, 1987. 360 с., 464 с.
- [3] Шагапов В.Ш., Галимзянов М.Н., Вдовенко И.И. Особенности устойчивости и акустических свойств перегретой жидкости с газовыми зародышами при повышении давления // Теплофизика высоких температур. 2019. Т. 57. № 5. С. 748–754.
- [4] Шагапов В.Ш., Галимзянов М.Н., Вдовенко И.И. Акустика и устойчивость перегретой жидкости с газовыми зародышами // Прикладная механика и техническая физика. 2019. Т. 60. № 3. С. 85–95.

¹Работа авторов поддержана средствами государственного бюджета по государственному заданию на 2019-2022 годы (№ 0246-2019-0052)