

3. Карлтон П.Н., Фидлер Р.У. Определение положения источника сейсмических колебаний методом пассивного эксперимента // Анализ и выделение сейсмических сигналов / Под ред. Чжэня Ч. М.: Мир, 1986. С. 158–175.
4. Ewing M., Jardetzky W., Press F. Elastic waves in layered media. N.Y.: Mc Graw-Hill, 1957.

Акустический институт  
им. Н.Н. Андреева  
Российской Академии наук

Поступило в редакцию  
30.07.90  
После исправления  
19.04.91

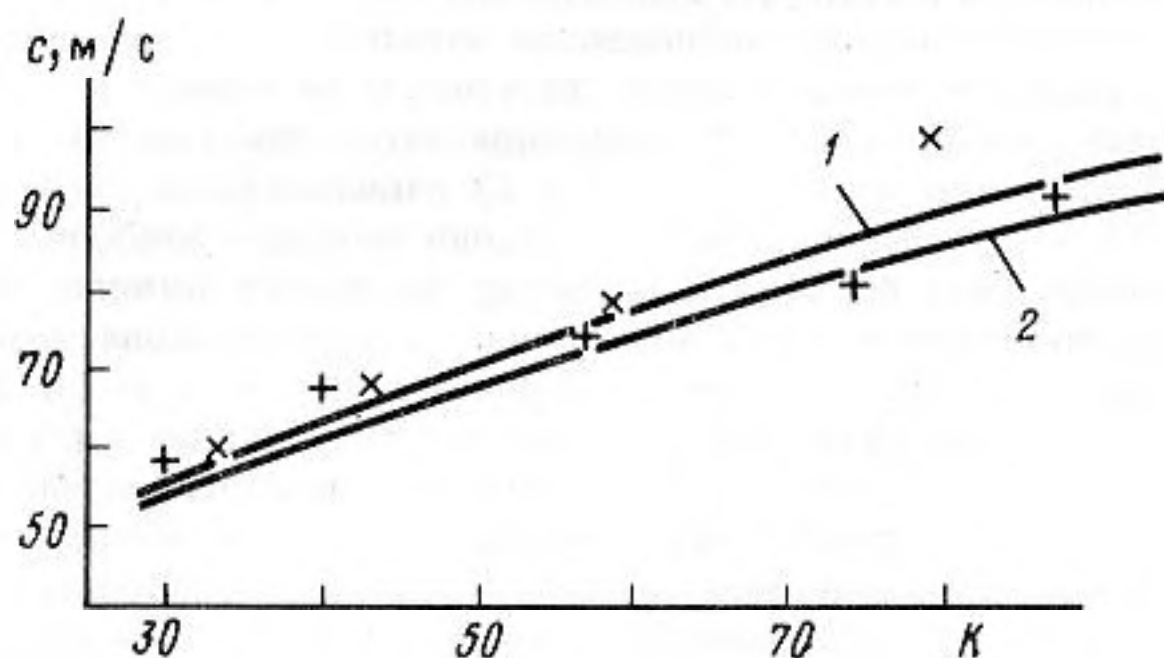
УДК 532.529:534.19:541.182.45

© 1992 г. З.М. Оренбах, Г.А. Шушков

## СКОРОСТЬ И ДИССИПАЦИЯ ЗВУКА В ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ПЕНАХ

Диссипация звуковой энергии в газожидкостных смесях пузырьковой структуры, как известно, зависит от температуропроводности газа. Этот факт, зафиксированный экспериментально в средах с низким объемным газосодержанием [1], объясняется тепловым механизмом диссипации; при сжатии температура газа повышается, что приводит к нагреву окружающей пузырек жидкости, и, следовательно, энергия волны давления расходуется на нагрев смеси.

В работе [2] показано, что при преобладании теплового механизма диссипации зависимость коэффициента затухания ( $\delta$ ) от температуропроводности газа ( $a$ ) определяется критерием Пекле  $Pe = \omega R^2/a$ , где  $\omega$  – круговая частота,  $R$  – начальный радиус пузырька. При  $Pe \ll 1$  –  $\delta \sim 1/a$ , при  $Pe \gg 1$  –  $\delta \sim \sqrt{a}$ .



Зависимость скорости звука в газожидкостной пене от кратности: +, X – экспериментальные значения скорости звука соответственно в водовоздушной и водогелиевой пенах. Кривые 1, 2 – теоретические зависимости, построенные по дисперсионному уравнению из [2] соответственно для водогелиевой и водовоздушной пен

Эксперименты работы [1] показывают, что высокочастотные возмущения ( $Pe \gg 1$ ) в водогелиевой смеси затухают значительно сильнее, чем в водовоздушной.

Авторами настоящего сообщения проведены эксперименты на установке типа "ударная труба", которые показали, что колокообразные возмущения давления длительностью  $\sim 2$  мс в водогелиевой пене затухают слабее, чем в водовоздушной с теми же параметрами.

Ниже приводятся значения коэффициентов затухания для водогелиевой ( $\delta_1$ ) и водовоздушной ( $\delta_2$ ) пен со средним радиусом пузырьков, примерно равным  $0,2 \cdot 10^{-3}$  м.

$K$	33	44	58	79
$\delta_1, \text{м}^{-1}$	2,68	2,57	2,69	2,58
$\delta_2, \text{м}^{-1}$	3,75	3,7	3,18	3,08

В качестве параметра, определяющего соотношение фаз в пене, используется кратность ( $K$ ), связанная с объемным газосодержанием ( $\varphi$ ) формулой  $K = 1/(1 - \varphi)$ .

Для условий эксперимента число  $Pe$ , рассчитанное по основным энергонесущим гармоникам, меньше единицы, поэтому ожидалось, что коэффициенты затухания в пенах, заполненных гелием

и воздухом, будут различаться почти на порядок. Однако эксперимент показывает значительно меньшее различие, что, на наш взгляд, свидетельствует не о тепловом, а о каком-то другом механизме затухания акустических возмущений в пенах.

На рисунке представлены экспериментальные значения скорости акустической волны в рассматриваемых пенах. С повышением кратности скорость звука в водогелиевой пене растет быстрее, что качественно соответствует теории [2] и общим положениям гомогенной модели газожидкостных сред.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов В.В., Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Шрейбер И.Р. Экспериментальное исследование распространения возмущений в жидкости с пузырьками газа // *Нелинейные волновые процессы в двухфазных средах*. Новосибирск: Ин-т теплофизики СО АН СССР, 1977. С. 32–44.
2. Goldfarb I.I., Shreiber I.R., Vafina F.I. The Influence of Heat Transfer and Liquid Flow on Sound Propagation in Foam. // *"Physical Acoustics: Fundamentals and Applications"*. N.Y.: Plenum Publishing Corporation, 1991. P. 341–346.

Институт проблем освоения  
Севера

Поступило в редакцию  
25.03.91