

Академия наук СССР
Акустический журнал
Том VII, № 1, 1961 г.

Е. В. РОМАНЕНКО

О ширине фронта пилообразных волн

О ШИРИНЕ ФРОНТА ПИЛООБРАЗНЫХ ВОЛН

Е. В. Романенко

Как показано в [1], ширина фронта акустической волны, близкой по форме к пилообразной, может быть вычислена, если известен спектральный состав, по формуле

$$\frac{P_n}{p_1} = \frac{\sin n\delta}{n^2 \sin \delta}, \quad (1)$$

где P_n — амплитуда гармоник номера n , p_1 — амплитуда 1-й гармоники, $\delta = \pi x/\lambda$, x — ширина фронта, λ — длина волны.

Используя опубликованные экспериментальные данные по измерению спектрального состава акустических пилообразных волн, автор работы [1] оценивает ширину фронта пилообразной волны по формуле (1) и приходит к выводу, что ширина фронта волны значительно (на два порядка) отличается от ширины фронта слабых ударных волн, оцененной по формуле [2]:

$$x = \frac{2\lambda}{\pi (K+1) Re}, \quad (2)$$

где $k = \text{const}$, $Re = P/b\omega$, p — амплитуда волны, b — вязкость, $\omega = 2\pi f$, f — частота.

Значительное расхождение результатов оценки объясняется, по-видимому, недостаточной точностью использованных экспериментальных данных и свидетельствует о необходимости более тщательного исследования спектрального состава акустических пилообразных волн, которое и было проведено нами с помощью калиброванных миниатюрных приемников ультразвука [3] и экспериментальной установки, описанной в работе [4]. Чувствительность приемников и усилительной аппаратуры позволяла достаточно уверенно проводить гармонический анализ акустических пилообразных волн до 30-ой гармоники включительно. Необходимо отметить при этом, что гармонический анализ волн производился с помощью электронного гармонического анализатора гетеродинного типа. Исследования проводились в импульсном режиме при длительности акустических импульсов 50—100 мксек и частоте повторения 50 гц. Частота заполнения была равна 0,466 мгц.

Результаты измерений позволяют считать, что при $Re = 50$ гармонические составляющие акустической пилообразной волны в воде определяются выражением $P_n \approx p_1/n$, по крайней мере, до $n = 30$ с точностью не ниже 15—20%. При таком спектральном составе реальной пилообразной волны ширина ее фронта, оцененная по формуле (1), оказывается одного порядка с соответствующим значением, оцененным по формуле (2).

Аналогичные результаты получены автором при исследовании распространения акустических волн пилообразной формы в растворах электролитов, для которых частота релаксации более чем на порядок отличалась от основной частоты волны [5].

Достаточно хорошее выполнение соотношения (2) в случае реальной волны пилообразной формы свидетельствует о том, что мы имеем дело со слабыми периодическими ударными волнами. Следует отметить, что выражение, аналогичное (2), (с точностью до постоянного коэффициента порядка единицы), может быть получено на основе частного решения уравнений гидродинамики с учетом вязкости, данного Фэем [6].

В заключение автор выражает благодарность коллективу сотрудников лаборатории Н. Н. Андреева за ценные советы и интерес к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. К. З а р е м б о. Об одном методе определения фронта акустической волны, близкой к пилообразной. Акуст. ж., 1960, 5, 1, 43—46.
2. Л. Д. Л а н д а у, И. М. Л и ф ш и ц. Механика сплошных сред. М., ГИТТЛ, 1953.
3. Е. В. Р о м а н е н к о. Миниатюрные пьезоэлектрические приемники ультразвука. Акуст. ж., 1957, 3, 4, 342—347.
4. Е. В. Р о м а н е н к о. Искажение формы волны конечной амплитуды при распространении в релаксирующей среде. Акуст. ж., 1960, 6, 3, 374—380.
5. Е. В. Р о м а н е н к о. Пилообразные волны в электролитах. Акуст. ж., 1960, 6, 4, 508—509.
6. R. D. F a y. Plane sound waves of finite amplitude. J. Acoust. Soc. America, 1934, 3.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступила в редакцию
1 сентября 1960 г.