

ЛИТЕРАТУРА

1. Коддингтон Э. А., Левинсон Н., Теория обыкновенных дифференциальных уравнений, М., 1958.
2. Сансоне Дж., Обыкновенные дифференциальные уравнения, ч. II, М., 1954.
3. Градштейн И. С., Рыжик И. М., Таблицы интегралов сумм, рядов и произведений, М., 1962.

Институт кибернетики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
18/II 1972

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 21. KÕIDE
FOUSIKA * МАТЕМАТИКА. 1972, NR. 3

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 21
ФИЗИКА * МАТЕМАТИКА. 1972, № 3

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1972.3.16>

УДК 533.6.013.42

Н. ВЕКСЛЕР

О СТРУКТУРЕ ЭХО-СИГНАЛА ОТ «АКУСТИЧЕСКИ ЖЕСТКОЙ» СФЕРЫ В ЖИДКОСТИ

N. VEKSLER. VEDELIKUS OLEVALT JAIGALT SFAARILT SAABUNUD KAJASIGNAALI STRUKTUURIST

N. VEKSLER. ON THE STRUCTURE OF ECHO-PULSE FROM RIGID SPHERE IN FLUID

Приведем результаты расчета эхо-сигнала, вызванного гармоническим зондирующим импульсом постоянной частоты ω и конечной продолжительности T_0 , от «акустически жесткой» неподвижной сферы в безграничной идеальной сжимаемой жидкости. Вычисления проведены по методу, изложенному в [1]. Используются обозначения, принятые в [1]. Для улучшения сходимости ряда (4.1) было применено нелинейное преобразование частичных сумм ряда. При выбранном значении $\omega \approx 5$ ряд практически сходится при $m = 10$. На рисунке представлены кривые зависимости безразмерного давления в эхо-сигнале $p = 2rp_0^{-1}p_2$ от безразмерного расстояния от фронта дифракционной волны t_1 . Кривые вычислены при следующих параметрах: $\omega = 4,851$ (при этом значении амплитуда давления стационарного эхо-сигнала p_s в функции от ω достигает абсолютного максимума, равного 1,066); $T_0 = 18,13$ (четыренадцать циклов зондирующего импульса), расстояние до точки наблюдения $r = 10^3$. Расчет проводился для трех значений полярного угла точки наблюдения $\theta = 0; 1/4\pi; 1/2\pi$ (на рисунке кривые *a, б, в* соответственно). При достаточной длительности зондирующего импульса эхо-сигнал в дальнем поле имеет три качественно различные зоны. Начало зондирующего импульса порождает нестационарный компонент эхо-сигнала (показан пунктиром). При малых расстояниях от фронта дифракционной волны ($0 < t_1 \leq 4$) эхо-сигнал состоит из суммы нестационарного и стационарного компонентов. С ростом t_1 нестационарный

компонент затухает и эхо-сигнал переходит в стационарный. Частота стационарного компонента эхо-сигнала равна частоте зондирующего импульса. При $\theta = 0$ амплитуда давления стационарного компонента эхо-сигнала несколько превышает (на 0,0005) значение p_s , поскольку расчет p произведен при $r = 10^3$, а p_s — при $r \rightarrow \infty$. В момент окончания зондирующего импульса ($t_1 = T_0$) эхо-сигнал переходит в нестационарный (равный по величине и обратный по знаку нестационарному компоненту эхо-сигнала, вызванному началом зондирующего импульса). При малой длительности зондирующего импульса (два цикла) стационарный компонент эхо-сигнала не успевает сформироваться. В этом случае эхо-сигнал состоит из начального и конечного нестационарных компонентов.

Проведенные расчеты показали, что амплитуда давления стационарного компонента эхо-сигнала имеет ту же зависимость от частоты, что и $p_s(\omega)$. При малых частотах зондирующего импульса ($\omega \approx 5$) амплитуда давления стационарного компонента эхо-сигнала сильно зависит от частоты. С ростом ω эта зависимость слабеет. При $\omega > 40$ амплитуда давления стационарного компонента эхо-сигнала практически не зависит от частоты.

Расчет эхо-сигнала при малых частотах зондирующего импульса и других расстояниях до точки наблюдения ($r = 10; 10^2$) убеждает нас в том, что амплитуда давления эхо-сигнала начиная с некоторого расстояния ($r \approx 10$) мало зависит от дальности точки наблюдения (геометрический параметр r учтен в выражении безразмерного давления). Так, при $\theta = 0$ и $r = 10$ максимальная амплитуда давления и амплитуда давления стационарного компонента эхо-сигнала превосходят соответствующие величины при $r = 10^3$ на 37 и 2%.

Описанная структура эхо-сигнала, по-видимому, не зависит от геометрической формы объекта и должна проявиться при излучении эхо-сигналов как от «акустически жестких», так и от «мягких» объектов, форма которых отлична от сферической.

ЛИТЕРАТУРА

1. Векслер Н., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 21, 84 (1972).

Институт кибернетики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
1/III 1972

