

АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ЗІ СФЕРИЧНОЮ ПОРОЖНИНОЮ НЕСТАЦІОНАРНОЇ АКУСТИЧНОЇ ХВИЛІ ВІД ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА

Бабаєв О.А., Штефан Н.І., Гнатейко Н.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

В даній статті проведено аналіз перехідних процесів при взаємодії зі сферичною порожниною нестационарної акустичної хвилі від точкового джерела. Падаюча хвиля генерується точковим джерелом який розташовано в довільному місці, в середині. Рівняння що описують збуджений рух акустичного середовища трансформуються за допомогою інтегрального перетворення Лапласа за часом. В області зображень розв'язок представлено у вигляді ряду за відбиттям. Наведені основні формули та проведено аналіз розрахунків для визначення фізичних характеристик досліджуваного перехідного процесу.

Ключові слова: перетворення Лапласа за часом, акустичне середовище, сферична хвиля, точкове джерело.

Аналіз отриманих результатів. В даній статті проведено аналіз перехідних процесів при зі сферичною порожниною нестационарної акустичною хвилею від точкового джерела. Падаюча хвиля генерується точковим джерелом який розташовано в довільному місці, в середині. Рівняння що описують збуджений рух акустичного середовища трансформуються за допомогою інтегрального перетворення Лапласа за часом. В області зображень розв'язок представлено у вигляді ряду за відбиттям. Наведені основні формули та проведено чисельний аналіз отриманих результатів для визначення фізичних характеристик досліджуваного перехідного процесу [1].

Остаточний вираз для гідродинамічного навантаження у випадку дії експоненціально спадної хвилі та трикутного імпульсу було отримано наступним чином [2-5]

$$p_2(t) = \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^j [f_j(t-2j) - g_j(t-2j)] H(t-2j), \quad (1)$$

де

$$g_j(t) = ae^{-\alpha t} \int_0^t f_j(x) e^{\alpha x} dx;$$

$$p_3(t) = \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^j [f_j(t-2j) - tg\beta h_j(t-2j) + tg\beta h_j(t-2j - ctg\beta) \times H(t-2j - ctg\beta)] H(t-2j), \quad (2)$$

де

$$h_j(t) = tg\beta \int_0^t f_j(x) dx.$$

Отримані результати наведені на рисунках 1, 2, 3. Обчислення виконані для інтервалу часу $0 < t \leq 8$ у випадку чотирьох відбиттів хвилі.

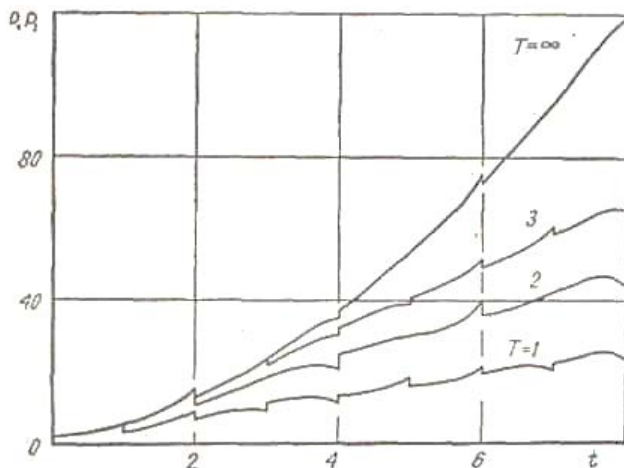


Рис. 1.

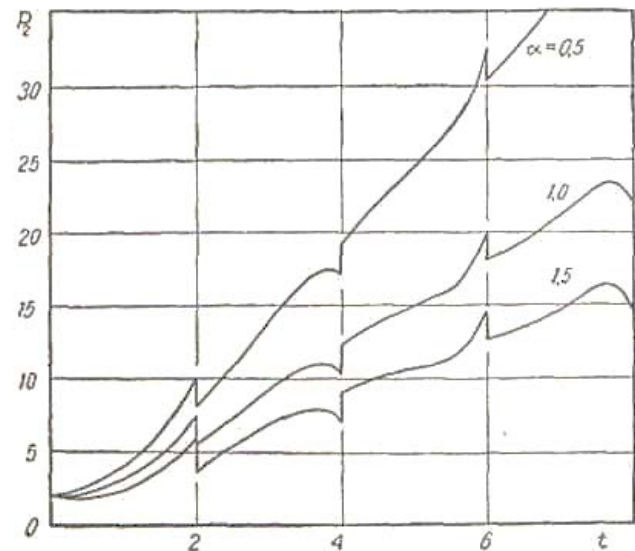


Рис. 2.

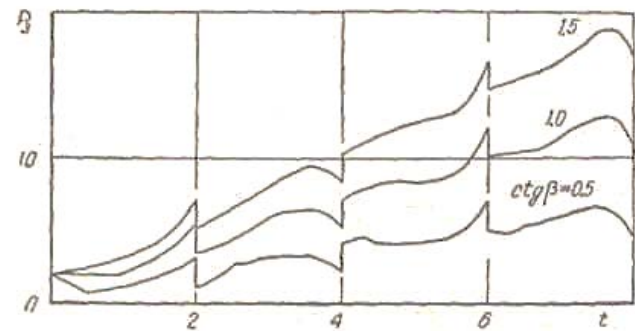


Рис. 3.

Відмітимо чудову властивість сферичних хвиль: повний імпульс сферичної хвилі що діє кінцевий проміжок часу дорівнює нулю в будь якій точці середовища. Насправді у якості такої сферичної хвилі можна взяти будь-яку хвилю що створюється довільними початковими збудженнями кінцевої області простору або випромінювачем який діє на протязі часу що є кінцевим. Тоді імпульс можна записати через інтеграл від тиску в межах від $(-\infty; +\infty)$.

Мета статті. Головна мета цієї роботи полягає в наступному, це аналіз числових результатів нестационарної взаємодії внутрішньої сферичної хвилі тиску

з поверхнею жорсткої сферичної порожнини що містить акустичне середовище. Рівняння що описують збуджений рух акустичного середовища трансформуються за допомогою інтегрального перетворення Лапласа за часом. В області зображень зображень розв'язок представлено у вигляді ряду за відбиттям. Наведені основні формули для визначення фізичних характеристик досліджуваного перехідного процесу.

Висновки. Отримані результати можуть бути використані в науково-дослідних організаціях при розробці акустичної техніки, а також в педагогічному процесі

Список літератури:

1. Бабаєв О. А., Штефан Н. І., Гнатейко Н. В. Дослідження перехідних процесів при взаємодії зі сферичною порожниною нестационарною акустичною хвилею від точкового джерела / О. А. Бабаєв, Н. І. Штефан, Н. В. Гнатейко // Молодий вчений. – 2015. – № 10 (25).
2. Бейтмен Г., Эрдеи А. Высшие трансцендентные функции / Г. Бейтмен, А. Эрдеи // – М., Издательство Наука, 1966.
3. Диткин В. А., Прудников А. П. Справочник по операционному исчислению / В. А. Диткин, А. П. Прудников // – М., Издательство Высшая школа, 1965.
4. Диткин В. А., Прудников А. П. Операционное исчисление / В. А. Диткин, А. П. Прудников // – М., Издательство Высшая школа, 1966.
5. Пьезокерамические преобразователи / Под ред. С. И. Пугачева. – Л.: Судостроение, 1984. – 256 с.
6. Исакович М. А. Общая акустика / М. А. Исакович // – М., Издательство Наука, 1973, 496 с.

Бабаєв А.А., Штефан Н.І., Гнатейко Н.В.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СО СФЕРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТЬЮ НЕСТАЦИОНАРНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА

Аннотация

В данной статье проведен анализ переходных процессов при взаимодействии со сферической полостью нестационарной акустической волны от точечного источника. Падающая волна генерируется точечным источником, расположенным произвольно внутри полости. Уравнения, описывающие возмущенное движение акустической среды, трансформируются с помощью интегрального преобразования Лапласа по времени. В области изображений решение представляется в виде ряда по отражениям. Представлены основные формулы и проанализированы расчеты для определения физических характеристик исследуемого переходного процесса.

Ключевые слова: преобразования Лапласа по времени, акустическая среда, сферическая волна, точечный источник.

Babaev A.A., Shtefan N.I., Gnatejko N.V.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

TRANSIENT ANALYSIS, WHEN COMBINED WITH THE SPHERICAL CAVITY NONSTATIONARY ACOUSTIC WAVE FROM A POINT SOURCE

Summary

In this article the analysis of transients when interacting with a spherical cavity of non-stationary acoustic wave from a point source. The incident wave is generated by a point source placed arbitrarily within the cavity. The equations describing the perturbed motion of the acoustic environment, transformed by the integral Laplace transform in time. In the field of imaging solution is represented as a series of reflections. It presents the basic formulas and calculations were analyzed to determine the physical characteristics of the test of transition.

Keywords: Laplace transform in time, acoustic area, spherical wave point source.