0.1. *Семенова И.В., Корнеева А.А.* **Поле направленного низкочастотного излучателя в многослойной области**

В работе представлены полученные авторами точное и приближенное решения краевой задачи, позволяющей моделировать поле направленного низкочастотного акустического излучателя в реальных средах.

Рассматривается точечный излучатель, описываемый мультипольной моделью [1], который находится в многослойной области, состоящей из однородных в горизонтальном направлении слоев $\Omega_1 \dots \Omega_m \dots \Omega_{m+n}$. Каждый слой имеет неидеальные границы Σ_i и Σ_{i+1}, а также характеризуется толщиной d_i, постоянной плотностью ρ_i и фазовой скоростью распространения волны c_i. Над слоем Ω_{m+n} находится полупространство Ω_{m+n+1} ,а под слоем Ω_1 находится полупространство Ω_0, оба полупространства являются однородными в горизонтальном направлении и характеризуются постоянными плотностью ρ_{m+n+1}, ρ_0 и фазовой скоростью распространения колебаний c_{m+n+1},c_0. Излучатель находится в точке $r = 0$, $z = z_1$,$z_1 > 0$ слоя Ω_m на расстоянии z_0 от его верхней границы.

Получено следующее соотношение, позволяющее приближенно рассчитывать поле рассматриваемого излучателя в области Ω_m:

$$\psi(r,\theta,\phi) = \sum_{n=0}^{N}\sum_{m=-n}^{n}\frac{Cnm}{kr}e^{i(m\phi+kr)}(-i)^{n+1}((1+ \\ +\frac{a}{\sin\theta})((F_n(\theta))^* - \frac{i(F_n(\theta))^*}{8kr(\sin\theta)^2} - \frac{i((F_n(\theta))^*)''}{2kr})- \\ -(1-\frac{a}{\sin\theta})(\frac{i((F_n(\theta))^*)'}{2kr\tan\theta} - \frac{i((F_n(\theta))^*)}{2kr(\sin\theta)^2})), \quad (1)$$

где:

$$(F_n(\theta))^* = P_n^{|m|}(\cos\theta)F_n(\beta_j)$$

$$F_n(\beta_j) = \frac{1+\chi_{nm}e^{2b(d_n-z_0)}V_n + \chi_{nm}e^{2b(z_j-z_j)}V_{n+1}}{1-V_nV_{n+1}e^{2bd_n}} + \\ +\frac{e^{2bd_n}V_nV_{n+1}}{1-V_nV_{n+1}e^{2bd_n}}$$

Также получены необходимые для вычисления поля соотношения для коэффициентов отражения от границ слоя:

$$V_m(\beta_m) = \frac{Z^{(i)}-Z_m}{Z^{(i)}+Z_m}, V_{m+1}(\beta_m) = \frac{Z^{(j)}-Z_m}{Z^{(j)}+Z_m},$$

$$Z^i = \frac{(Z^{i-1}+Z_i)e^{-2ik_{iz}z_{i+1}} + (Z^{i-1}-Z_i)e^{-2ik_{iz}z_i}}{(Z^{i-1}+Z_i)e^{-2ik_{iz}z_{i+1}} - (Z^{i-1}-Z_i)e^{-2ik_{iz}z_i}}Z_i,$$

где $1 \leqslant i \leqslant m-1$

$$Z^0 = Z_0 = \frac{\rho_0 c_0}{\cos\beta_0}, Z^{m+n+1} = Z_{m+n+1} = \frac{\rho_{m+n+1}c_{m+n+1}}{\cos\beta_{m+n+1}}$$

$$Z^j = \frac{(Z^{j+1}+Z_j)e^{-2ik_{jz}z_{j+1}} + (Z^{j+1}-Z_j)e^{-2ik_{jz}z_j}}{(Z^{j+1}+Z_j)e^{-2ik_{jz}z_{j+1}} - (Z^{j+1}-Z_j)e^{-2ik_{jz}z_j}}Z_j,$$

где $m \leqslant j \leqslant m+n$

$$k_{jz} = k_j\cos\beta_j, k_j = \frac{\omega_j}{c_j}, k_j\sin\beta_j = k_{j+1}$$

$$\sin\beta_i = k_{i-1}\sin\beta i - 1$$

$$z_i = -\sum_{q=i}^{m+1} d_q + z0, z_j = \sum_{q=m+2}^{j-1} d_q + z0$$

Проведена серия вычислительных экспериментов, в ходе которых был проведен анализ эффективности полученных соотношений.

Список литературы

[1] Степанов А.Н. Мультипольная модель гидроакустических источников/ Город: Самара,Издательство «Самарский университет», 2000. 212 с.