

### 0.1. Сибирякова Т.А. Расчет прогибов поропругой ледовой пластины на основе метода вертикальных мод

Взаимодействие гравитационных волн с тонкими пористыми структурами представляет значительный интерес [1], [2]. Существует множество примеров математических моделей океанских волн, взаимодействующих с пористыми структурами. Например, с развитием строительства в морях и океанах инженерных сооружений важными являются исследования по снижению отражения волн и волновой силы океанских сооружений. В этом случае в исследованиях пористые стуктуры обычно моделируются тонкими пластинами [3].

Рассматриваются колебания поропругой ледовой пластины, вызванные внешним давлением. Жидкость под пластиной невязкая, несжимаемая и имеет конечную глубину  $H$ , ( $-H < y < 0$ ). Вдоль оси  $x$  пластина неограниченная,  $(x, y)$  - декартовы координаты. Течение, вызванное прогибом пластины, считается потенциальным. Вертикальное перемещение (прогибы) пластины из положения равновесия  $w(x, t)$  удовлетворяет уравнению колебаний тонкой упругой балки, потенциал скорости течения жидкости  $\phi(x, y, t)$  удовлетворяет уравнению Лапласа. Колебания пластины вызваны приложенным внешним давлением с амплитудой, осциллирующей с постоянной частотой. Кинематическое условие имеет вид  $\phi_y = w_t + \alpha p$ , где  $p(x, 0, t)$  - гидродинамическое давление на границе лед-жидкость, определяемое из линеаризованного интеграла Коши-Лагранжа,  $\alpha$  характеризует пористость пластины, гидродинамическое давление над пластиной считается нулевым.

Отсутствие пористости, вязкости и других демпфирующих эффектов приводит к необходимости постановки условий на прогибы в отдалении от нагрузки. В данной работе рассмотренная задача решается с использованием метода вертикальных мод [4]. Исследованы случаи пористой пластины и пластины с нулевой пористостью. С помощью функции Грина задача в исходной постановке сводится к определению профилей колебаний по вертикальной координате. Эти профили ищутся разложением на вертикальные моды, собственные числа которых определяются из соответствующего дисперсионного соотношения для периодических волн, распространяющихся вдоль пластины. Для поиска полного решения необходимо находить комплексные корни дисперсионного соотношения. Таких корней счетное число. В случае с нулевой пористостью и условием уходящих волн в отдалении от нагрузки, корнями дисперсионного соотношения также будут являться два симметричных относительно 0 действительных числа. При наличии пористости, эти корни отсутствуют, а вычисление корней дисперсионного соотношения значительно усложняется.

Получено, что в рамках рассмотренной модели по-

ристость может играть роль демпфирования и приводит к затуханию колебаний в отдалении от нагрузки. При уменьшении пористости, форма колебаний ледовой пластины приближается к колебаниям в случае нулевой пористости. В докладе приводятся результаты численного и аналитического исследования напряженно-деформированного состояния ледовой пластины в рассмотренной задаче при разных значениях параметра пористости.

*Работа выполнена по проекту МК-204.2020.1 "Начально-краевые задачи для уравнений движения жидкостей в поропругих средах и их приложения в динамике снежно-ледового покрова" при поддержке гранта Президента РФ*

*Научный руководитель — к.ф.-м.н. Шишмарев К. А.*

#### Список литературы

- [1] ZHENG S., MEYLAN M., ZHUA. G., GREAVES. D., IGLESIAS G. Wave scattering from multiple circular floating porous elastic plates // The 35th International Workshop on Water Waves and Floating Bodies. 2020.
- [2] MONDAL D., BANERJEA S. Scattering of water waves by an inclined porous plate submerged in ocean with ice cover // Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics. 2016. Vol. 69. P. 195–213.
- [3] MEYLAN M., BENNETTS L., PETER M. Water-wave scattering and energy dissipation by a floating porous elastic plate in three dimensions // Wave Motion. 2017. Vol. 70. P. 240–250.
- [4] KOROVIKIN A., MALENICA S., KNABAKHPASHEVA T. The vertical mode method in the problems of flexural-gravity waves diffracted by a vertical cylinder // Applied Ocean Research. 2019. Vol. 84. P. 111–121.