

0.1. Сибирякова Т.А. Исследование установившегося движения подводного тела в замороженном канале с линейно изменяющейся толщиной льда

Рассматривается трехмерная задача о распространении колебаний в ледовом покрове, вызванных движением подводного тела, движущегося с постоянной скоростью вдоль замороженного канала прямоугольного сечения. Лёд моделируется тонкой упругой пластиной с изменяющейся толщиной поперёк канала и постоянной толщиной вдоль канала. Края пластины приморожены к стенкам. Рассматривается случай линейного изменения толщины ледового покрова, симметричного относительно центральной линии канала. Жидкость под пластиной невязкая и несжимаемая. Течение жидкости, вызванное прогибами льда, является потенциальным. Задача решается в рамках линейной теории гидроупругости [1].

Движущееся подводное тело моделируется трехмерным диполем. Двигаясь в неограниченной жидкости с постоянной скоростью, диполь генерирует поток и давление, которые соответствуют жесткой сфере, движущейся с той же скоростью. Скорость диполя и его интенсивность связаны с радиусом сферы.

Потенциал скорости диполя, помещённого в прямоугольный канал с жесткими стенками, определяется методом зеркальных отображений. Задача в изначальной постановке сформулирована с учетом нелинейных кинематического и динамического условий. Введением малых параметров проведен асимптотический анализ уравнений в безразмерной форме и определены случаи, когда линейная теория остается корректной. Рассмотрен случай такой скорости и интенсивности диполя, при котором движение диполя в канале моделирует движение сферы небольшого радиуса. Задача решается в системе координат, движущейся со сферой. Решение ищется с использованием преобразования Фурье вдоль пластины и введения нормальных мод колебаний упругой балки с переменной толщиной.

Найдены установившиеся прогибы ледового покрова и распределение относительных деформаций в ледовом покрове для некоторых характерных параметров задачи. Исследовано влияние разного положения диполя в сечении канала и параметра изменения толщины льда на характеристики гидроупругих волн в ледовом покрове. Получено, что деформации в ледовом покрове сильно зависят, от скорости диполя, его траектории, а также от параметра изменения толщины льда. Вычислены профили волн, создаваемых в канале, а также относительные удлинения в ледовом покрове при изменении его толщины и изменения скорости диполя. Также проведено сравнение с результатами для канала постоянной толщины [2].

Работа выполнена в рамках госзадания Министерства

ства науки и высшего образования РФ по теме “Современные методы гидродинамики для задач природопользования, промышленных систем и полярной механики” (номер темы FZMW-2020-0008).

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

Список литературы

- [1] SQUIRE V., HOSKING R., KERR A., LANGHORNE P. Moving loads on ice plates // Kluwer Academic Publishers. 1996.
- [2] SHISHMAREV K., КНАВАКНРАШЕВА Т., КОРОБКIN A. Ice response to an underwater body moving in a frozen channel // Applied Ocean Research. 2019. Vol. 91. N. 101877.