

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ СТВОРОК СУДОПРОПУСКНОГО СООРУЖЕНИЯ С-1, ВХОДЯЩЕГО В КОМПЛЕКС ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ НАВОДНЕНИЙ

Е.П. Петухов

Данная работа посвящена численному моделированию обтекания неподвижной секции гидротехнического затвора С-1, входящего в комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Задача рассматривалась в трёхмерной постановке [1]. Моделировалось несколько сценариев обтекания батопорта, соответствующих различным расстояниям до дна и различным перепадам уровней воды.

Моделирование проводилось с использованием программного комплекса Ansys Fluent 6.3.26. Рассматривалось двухфазное течение вода-воздух со свободной поверхностью (VOF — volume of fluid). Был использован метод моделирования крупных вихрей (LES — large eddy simulation), который позволяет получить наиболее достоверную картину турбулентного течения, но при этом является очень ресурсоёмким.

Решение задачи в данной постановке (3D, LES, VOF) требует значительных вычислительных мощностей. Численное моделирование во “Fluent” проводилось на многопроцессорной кластерной системе (64 узла, AMD Opteron 280, 2.4 ГГц, 256 ядер, 512 Гб RAM, InfiniBand). Вычисления проводились на расчётных сетках до 16 млн. элементов с использованием 32-64 ядер. В данной работе не стояла задача исследования предельных значений эффективности распараллеливания. Стоит отметить, что наблюдаемая эффективность при увеличении количества ядер близка к линейной.

Результаты расчётов показывают, что при увеличении расстояния от батопорта до дна качественно меняется картина течения.

В случае небольшого расстояния до дна (2-3 м) с нижней части батопорта с относительно высокой частотой срываются мелкие разрозненные вихри. Этот процесс вызывает осцилляцию вертикальной компоненты гидродинамической силы, действующей на батопорт с периодом порядка 2-2.5 секунд.

В случае большого расстояния до дна (10 м) общая картина течения меняется. Вместо разрозненных вихрей с нижней поверхности батопорта срываются целые вихревые жгуты. Пространственный диаметр этих вихревых жгутов составляет порядка нескольких метров, а частота срыва – около 0.09 Гц, что достаточно близко к собственной частоте конструкции, которая равна 0.07 Гц. Таким образом, наиболее опасным с точки зрения возникновения осцилляций является положение в 10 м до дна.

Было проведено сравнение с экспериментом пульсационной составляющей вертикальной компоненты гидродинамической силы. Получено хорошее совпадение с экспериментом, как максимального значения пульсационной составляющей, так и её амплитудно-частотной характеристики.