

Главным выводом является экспериментально доказанная возможность измерения средней скорости течения таким объемным поплавком. При этом важным является то, что наблюдениями определена скорость турбулентной диффузии.

И.В. Липатов, М.А. Решетников
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОДХОДНОМ КАНАЛЕ ЧАЙКОВСКОГО ШЛЮЗА

Россия является страной обладающей громадной сетью водных путей. Отказ от первоначального плана заполнения Чебоксарского и Нижнекамского водохранилища, обозначил две слабые точки в системе ЕГС. Ими стали нижние бьефы Городецкого и Чайковского шлюзов, так как наличие в них проходных для крупнотоннажного флота глубин, напрямую зависит от пусков ГЭС. В результате и в первом, и во втором случае лимитирующим участком стали пороги камер шлюзов.

Учитывая многофакторность данной задачи, а именно: разную степень наполненности канала (начальная глубина в канале), различные призмы опорожнения камеры; гидрографы опорожнения, волновой режим и т.д., уровень воды на порогах изменяется динамично. Наиболее надежным способом исследования подобных задач, являются натурные данные. Но сбор экспериментальных данных связан с огромным объемом натурных наблюдений и очень длительным периодом наблюдений. При этом вероятность, что будет покрыт весь диапазон значений факторов мало вероятен.

В качестве методологического инструментария решение задачи было принято математическое моделирование. Последнее базируется на решении систем соответствующих уравнений. Традиционным способом решения этой задачи является решение уравнения Сен-Венана. Будучи по сути одномерным уравнением, эта система хорошо описывает разбег волны по каналу, но колебание на пороге (т.е. в непосредственной близости от входной граничной области) решение получается осредненным и грубым. В связи с чем точность становится не приемлемой, и встает необходимость в решении задачи непосредственно на пороге камеры шлюза.

Единственным путем решения задачи в этом случае становится решение полной трехмерной системы уравнений Навье-Стокса. Взяв ее в качестве отправной точкой, математическая модель замыкалась уравнением высоко Рейнольдсовской гипотезы турбулентности, с учетом пристеночных моделей, и дополнялась уравнением свободной поверхности – VOF скаляр.

Учитывая сложность практической реализации расчетной технологии, авторами была использована многоэтапная цепочка CAD – CAE. Технологическая цепочка включала в себя разработку геометрической модели расчетной области, генерацию расчетной области, формирование граничных условий, отладку расчетной процедуры, постпроцессор и т.д.

Для верификации разработанной математической модели, были проведены натурные исследования в нижнем подходном канале Чайковского шлюза. Результаты математического моделирования и данные натурных исследований сравнивались и показали достаточно хорошую сходимость.

В конечном итоге, это позволило с минимумом экспериментальных работ проанализировать большое число возможных вариантов сочетания исходных параметров и полностью вскрыть картину волнообразования как в подходном канале, так и на пороге камеры шлюза.