

УДК 626.01

А.Е.Алексеев (6 курс, каф. МВТС), Б.В.Балашов, д.т.н., проф.

## СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ ШПУНТОВОЙ СТЕНКИ И ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИЧАЛА ТИПА БОЛЬВЕРК

В современной практике проектирования гидротехнических сооружений роль компьютерных технологий и использование программного обеспечения растет каждым годом. Потому вопрос о достоверности полученных на ЭВМ результатов очень важен и нуждается в постоянном контроле. В настоящее время в петербургских проектных организациях популярна и постоянно используется при решении самых различных задач по проектированию и расчету программа ОАО «Ленморниипроект» – Sapr-Гидротехника. Данное программное обеспечение состоит из целого набора более мелких программ, созданных для решения множества конкретных задач и расчета различных типов конструкций гидротехнических сооружений и их частей и компонентов. Наиболее часто используются Sapr-KR и Sapr-BO – для расчета общей устойчивости сооружений, рассчитанной по методу кругло-цилиндрической поверхности, и статического расчета сооружений типа больверк соответственно. Программа Sapr-BO предназначена для расчета безанкерных больверков, обычных больверков с анкерровкой на одном уровне, расчета экранированных больверков с использованием вертикальных экраняющих элементов, больверков с передним экраном. Программа позволяет учитывать наличие откосов перед сооружением, а также произвести расчет на заданную нагрузку на лицевую стенку больверка. Программа статического расчета больверка осуществляет проверку устойчивости на поворот вокруг точки крепления анкера, проводит статический расчет с определением нагрузок, действующих на стенки больверка.

Но в практических расчетах надо быть уверенным в полученном результате, поэтому часто машинные результаты проверяются вручную. Разница в полученных результатах бывает весьма существенной, что объясняется различными расчетными моделями и принципами, на которых базируются программы или ручные расчеты. Например, Sapr-BO составлена на основе РТМ 31.3016-78 «Указания по проектированию больверков с учетом перемещений и деформаций элементов», РД 31.31.55-93 «Инструкция по проектированию морских причальных и берегоукрепительных сооружений», а ручной расчет основан на модели балки с защемленным концом. То есть основы и допущения методик различны, как следствие – появление разбросов в результатах расчетов, проведенных над абсолютно одинаковыми и идентичными исходными данными.

Разброс и различие полученных результатов можно объяснить различными методиками и методами, но также необходимо понять от каких именно характеристик они зависят и каких относительных величин могут достигать. Например, при расчете причальных сооружений типа больверк в Одесском морском торговом порту и Торговом порту в городе Усть-Луга полученные моменты в лицевой шпунтовой стенке различались в 1,5-2,5 раза.

Характерен пример расчета больверка в Усть-Луге. Отметка дна у кордона около -7 м, тип конструкции – заанкеренный больверк, нагрузка – постепенно возрастающая от 2 тс (у линии кордона) до 10 тс в 20 м в тыловой части причала. Были получены следующие результаты:

- машинный расчет: максимальный момент в лицевой стенке 300 кНм, рекомендуемая глубина погружения шпунтового ряда лицевой стенки – 30 м;
- ручной расчет: максимальный момент в лицевой стенке 824 кНм, рекомендуемая глубина погружения шпунтового ряда лицевой стенки – 35 м.

Более приемлемый разброс получился при расчете больверка в Одесском торговом порту. При глубине у кордона в -14,3 м, типе конструкции – заанкеренный больверк с 5 экранами и нагрузке в 20 тс, результаты получились следующими:

- машинный расчет: максимальный момент в лицевой стенке 747 кНм, рекомендуемая глубина погружения шпунтового ряда лицевой стенки – 34 м;
- ручной расчет: максимальный момент в лицевой стенке 1200 кНм, рекомендуемая глубина погружения шпунтового ряда лицевой стенки – 37 м.

Что характерно для обоих вариантов – плохая геологическая ситуация, оба проектируемых сооружения находятся на участках, где залегают мощные слои илистых грунтов с коэффициентом внутреннего трения  $\varphi = 3-10^\circ$ . В Одессе данные грунты имеют мощность в 20 м и более; в Усть-Луге порядка 17 м, причем залегают на поверхности. В этой проблеме нам и видится главная причина столь большого и неприемлемого разброса результатов. В других тестовых задачах, в которых геология принималась более благоприятной для строительства морских гидротехнических сооружений, разброс был намного меньше, причем имел совершенно другой характер: в ручных расчетах результаты были чуть больше, чем в машинных.

В Sapr-KR разбросы на порядок меньше и результаты практически идентичны, хотя на данный момент у нас мало готовых расчетов для выявления какого-либо постоянно возникающего несоответствия результатов.

Таким образом, при статическом расчете причалов типа больверк на плохих грунтах (илистые, с углом внутреннего трения менее  $10^\circ$ , и мощностью слоя более 15 метров) для твердой гарантии прочности и долговечности работы сооружения рекомендуется проводить расчеты, основанные на модели балки с защемленным концом.