

Ограниченные полезные габариты камер (недостаточная глубина на пороге) наиболее существенно влияют на снижение пропускной способности Городецких шлюзов на реке Волге. Проработками ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова установлено, что для данных условий самым эффективным решением является строительство третьей нитки шлюзов из наплавных элементов.

Литература

1. Уманский, А. М. Применение базальтопластиковой арматуры в конструкциях морских гидротехнических сооружений / А. М. Уманский, А. Т. Беккер // Изв. ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. – 2016. – Т. 282. – С. 61–75.

2. Jason, Duic. Performance of concrete beams reinforced with basalt fibre composite rebar / Duic Jason, Sara Kenno, Das Sreekanta // Construction and Building Materials. – 2018. – V. 176. – P. 470–481.

3. Приливные электростанции / Л. Б. Берштейн [и др.]; под ред. Л. Б. Берштейна. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 296 с.

4. Кураев, С. Н. Защита устьевых участков рек и прибрежных территорий от морских наводнений (Обобщение опыта проектирования, исследований и строительства) / С. Н. Кураев, Л. В. Мошков, Ю. К. Севенард. – в СПб: ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1992. – 37 с.

5. Наплавные конструкции комплекса защиты Ленинграда от наводнений (проект и осуществление) / Л. Б. Бернштейн [и др.] // Энергетическое строительство. – 1985. – № 11. – С. 26–31.

УДК 627.23; 627.25

Определение устойчивости оградительного мола откосного профиля при сейсмических воздействиях

Мишукова О. А., Краснонос В. В.

Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С. О. Макарова
Санкт-Петербург, Россия

В статье затронуты вопросы проектирования морских портов в сейсмоопасных районах. Для создания безопасных условий стоянки судов, а также сохранности береговой инфраструктуры, одним из ключевых факторов является обеспечение общей устойчивости сооружений. Рассматривается методика расчета устойчивости оградительного мола откосного профиля, расположенного в акватории морского порта на Черноморском побережье. Приводятся результаты расчета в программ-

274

но-вычислительном комплексе, позволяющем учесть сейсмические воздействия.

Ежегодно на Земном шаре происходит свыше 300 тыс. землетрясений, в результате которых подвергается разрушению инфраструктура городов и населенных пунктов [1]. Гидротехнические сооружения морских портов также подвержены влиянию сейсмических воздействий, и их разрушения могут привести к серьезным последствиям.

С развитием яхтенного туризма стала заметна проблема нехватки промежуточных пунктов стоянки судов (т. н. порты-убежища), что привело к потребности возведения портовых сооружений, в частности на Черном море. Развитая сеть морских портов позволит обеспечить наличие безопасных маршрутов для быстрого и удобного плавания.

Побережье Черного моря является одним из быстроразвивающихся экономических центров России, однако это район с повышенной сейсмической активностью, которая оценивается в 7–9 баллов по шкале MSK-64 [2].

Неотъемлемой частью защитных сооружений портов является оградительный мол, обеспечивающий безопасные условия стоянки судов, а также сохранность причальной и береговой инфраструктуры. Общая устойчивость оградительного мола – ключевой фактор в безопасности инфраструктуры морского порта. Во время стихийных бедствий, таких как землетрясение, значительная часть ущерба приходится именно на оградительные сооружения.

Оценим устойчивость оградительного мола при сейсмических воздействиях для одного из проектируемых морских портов на черноморском побережье. Конструкция рассматриваемого мола представляет собой отсыпку из несортированного камня и слой из каменной наброски со стороны моря (рис. 1).

Сейсмические расчеты отличаются от расчетов на другие динамические нагрузки использованием специфических методов задания возмущающего воздействия и определения ответной реакции конструкции. Наибольшее распространение в практике получили три расчетных методики [1]:

- статистическая теория сейсмостойкости;
- линейно-спектральная теория сейсмостойкости;
- «прямой» динамический анализ.

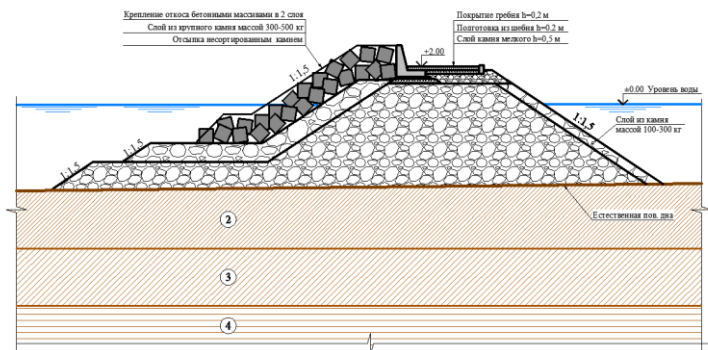


Рис. 1. Конструктивный разрез оградительного мола

В используемом для расчета программно-вычислительном комплексе реализуется две методики: статическая (добавление к весу сооружения дополнительной инерционной силы) и динамическая (введение в модель графиков расчетного землетрясения: велосиграны, акселерограммы или сейсмограммы).

На начальном этапе проектирования морских гидротехнических сооружений в условиях отсутствия достаточного количества исходных данных можно воспользоваться методикой статической теории сейсмостойкости. Ее использование считается целесообразным решением, позволяющим получить предварительные данные о влиянии сейсмических нагрузок на сооружение и при этом сократить сроки проектирования.

Нагрузка от сейсмического воздействия при расчете в используемом программно-вычислительном комплексе задается инерционной силой, вычисленной при сейсмическом ускорении.

Для этого в программе используется специальный коэффициент K в долях от ускорения свободного падения g , являющийся множителем к горизонтальному ускорению, прикладываемому в основании расчетной схемы. Для имеющихся условий с учетом зависимостей [3] для определения узловой инерционной силы $K = 0,21$.

Общая устойчивость обеспечивается при выполнении следующего условия:

- для основного сочетания нагрузок (период эксплуатации)

$$K_{уст} \geq [K_{уст}] = \frac{\gamma_{1c} \gamma_n}{\gamma_c} = \frac{1,0 \cdot 1,2}{1} = 1,2,$$

– для особого сочетания нагрузок

$$K_{уст} \geq [K_{уст}] = \frac{\gamma_{1c} \gamma_n}{\gamma_c} = \frac{0,95 \cdot 1,2}{1} = 1,14,$$

где $K_{уст}$ – фактический коэффициент общей устойчивости; $[K_{уст}]$ – нормативный коэффициент общей устойчивости; коэффициенты $\gamma_{1c}, \gamma_n, \gamma_c$ определены согласно [4].

Результаты расчета устойчивости рассматриваемого оградительного мола откосного профиля без учета и с учетом сейсмического воздействия приведены ниже на рис. 2 и 3.

По результатам расчета можно сделать вывод, что при сейсмическом воздействии на сооружение коэффициент устойчивости снижается на 31 % по сравнению с коэффициентом устойчивости без сейсмической нагрузки. При этом общая устойчивость мола обеспечивается в обоих случаях.

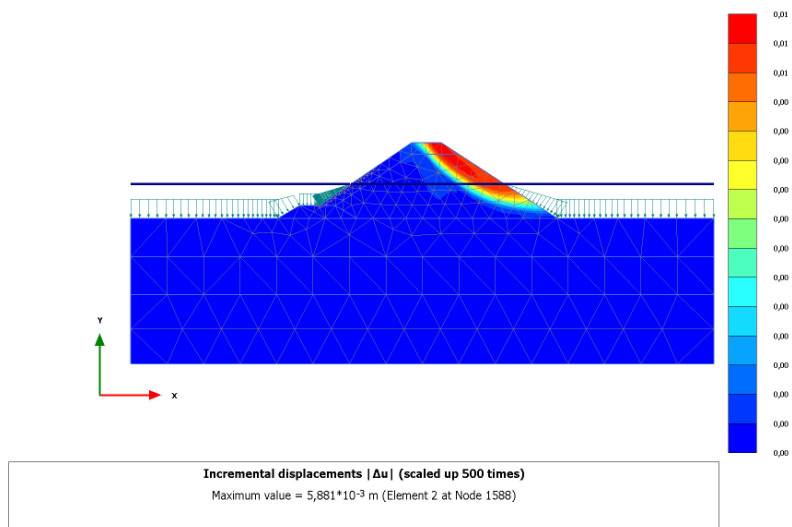


Рис. 2. Изополю наиболее вероятного сценария потери устойчивости (без сейсмического воздействия) $K_{уст} = 1,675$

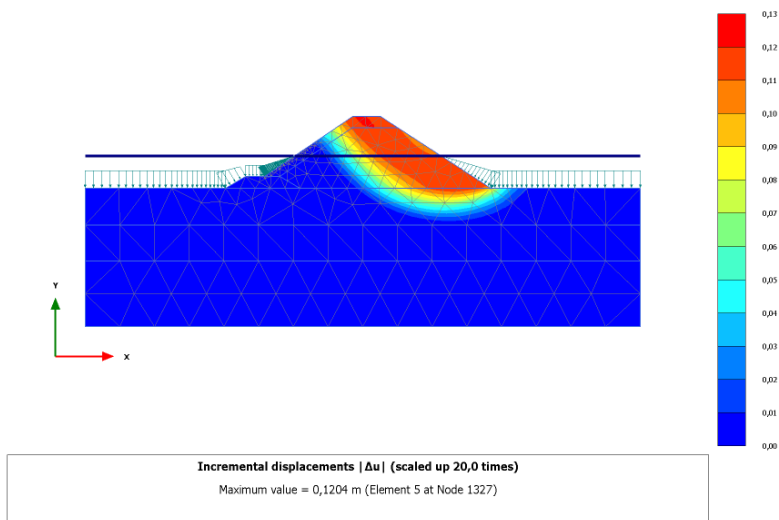


Рис. 3. Изополю наиболее вероятного сценария потери устойчивости (с учетом сейсмического воздействия) $K_{уст} = 1,369$

Благодаря использованию программно-вычислительного комплекса на начальном этапе проектирования можно оценить устойчивость ограждающего мола с учетом сейсмической нагрузки без достаточного количества исходных данных, что позволит ускорить процесс принятия конструктивных решений.

Литература

1. Ещенко, О. Ю., Демченко В. А. Оценка сейсмостойкости зданий и сооружений. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 91 с.
2. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменением № 1).
3. СП 358.1325800.2017 Правила проектирования и строительства в сейсмических районах.
4. СП 58.13330.2019 Гидротехнические сооружения. Основные положения СНиП 33-01-2003.