

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Рогачко С.И.

Одесский национальный морской университет

Бааджи В.Г.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса, Украина

АНОТАЦІЯ: В статті розглянуті питання проектування морських берегозахисних споруд.

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрены вопросы проектирования морских берегозащитных сооружений.

ABSTRACT: In this article the questions of the design sea coastal protection constructions are considered.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морские берегозащитные сооружения, нерегулярные волны, прочностные характеристики.

Морские берегозащитные сооружения возводят на открытых побережьях, в пределах акваторий портов, а также в городах в виде набережных. Они предназначены для защиты берегов от разрушающего воздействия ветровых волн, течений, дрейфующих ровных ледяных полей и торосов. Активный способ защиты побережий способствует увеличению ширины существующих пляжей и воссозданию ранее разрушенных путем аккумуляции наносов в приурезных зонах. Существенное увеличение ширины пляжей предотвращает или значительно ослабляет развитие оползневых процессов при наличии крутых береговых склонов.

На акваториях морских портов берегозащитные сооружения пассивного типа строятся в местах сопряжения портовых сооружений с береговой линией. Они могут возводиться также и в урезе воды для защиты объектов, построенных ранее непосредственно на берегах. Сооружения пассивной

защиты могут строиться и на мелководье при создании искусственно образованных территорий, отвоеванных у моря, в том числе и рукотворных островов, например, при обустройстве морских месторождений углеводородов на мелководных участках континентального шельфа. В инженерной практике берегозащитные сооружения пассивного типа часто применяются и для защиты железных и автомобильных дорог, проходящих вдоль береговых линий, а также пересекающих водные акватории.

В процессе проектирования морских берегозащитных сооружений необходимо учитывать множество природных факторов. К ним относятся гидрологические, гидрографические, инженерно-геологические, геоморфологические, а также метеорологические условия района строительства. Гидрологические условия включают: морское ветровое волнение, ледовый режим, колебания уровней, морские течения, волны цунами. К гидрографическим условиям относятся глубина воды, топография морского дна и прилегающего к ней побережья. Особую значимость имеют инженерно-геологические и геоморфологические данные о строении морского дна, физико-механических свойствах донных грунтов и о миграции наносов. Основным метеорологическим фактором является ветровой режим (скорость, направление и продолжительность). Помимо природных условий необходимо также учитывать антропогенные факторы, а также наличие местных строительных материалов, инфраструктуру района строительства, технические возможности и опыт потенциальных подрядчиков. Также в процессе проектирования морских берегозащитных сооружений необходимо выполнять расчеты на сейсмические воздействия. При этом следует учитывать конструктивные особенности сооружения и существующие инженерно-геологические условия района строительства [1].

Нынешнее техническое состояние берегозащитных сооружений, построенных в советское время, является не удовлетворительным и, в некоторых случаях аварийным, по многим причинам. Основными из них, прежде всего, являются: не достаточный учет перечисленных выше природных факторов; нарушение технологии строительства при возведении берегозащитных сооружений; использование не качественных гидротехнических бетонов (рис. 1).

Чтобы морские берегозащитные сооружения могли успешно функционировать в течение намеченного срока службы, еще на стадии проектирования необходимо, на основании анализа результатов инженерных изысканий, с достаточной степенью точности назначать значения исходных параметров, которые будут использоваться в последующих расчетах. Так в соответствии с рекомендациями норм [2], срок службы таких сооружений должен соответствовать классу последствий (ответственности) СС2-2, то есть 50 лет. При этом повышаются значения исходных

параметров ветровых волн и ровных ледяных полей, включая и их прочностные характеристики.



Рис. 1. Разрушение щелевой плиты в результате выноса грунтового основания

Расчетные параметры волн непосредственно у проектируемых берегозащитных сооружений необходимо определять с учетом их трансформации и рефракции. Методика соответствующих расчетов апробирована в течение многих лет в процессе проектирования различных морских объектов и является вполне надежной [3]. Она позволяет уточнять параметры волн, рассчитанные на глубокой воде в мелководной и прибойной зонах с учетом топографии дна. При этом необходимо рассматривать штормы повторяемостью один раз в 50 лет и правильно назначать длину его разгона.

Зная параметры волны 1% обеспеченности в системе расчетного шторма, в соответствии с рекомендациями норм [3], определяются волновые нагрузки на проектируемые сооружения через статические эпюры волнового давления и противодавления. Следует отметить, что волновые нагрузки от нерегулярных волн имеют циклический характер. Они, в конечном итоге, передаются на грунтовое основание. Под их воздействием в течение срока службы сооружения изменяются физико-механические характеристики грунтов под фундаментной частью, сопровождающиеся частичным выносом мелких частиц грунта через швы при откате волн. Это приводит к неравномерным осадкам и впоследствии к выходу сооружений

из строя. Чтобы прогнозировать величину осадок с учетом физико-механических свойств грунтовых оснований на стадии проекта необходимо совершенствовать методы расчета напряженно-деформированного состояния грунтового основания под гидротехническими сооружениями, включая берегозащитные, с учетом циклического воздействия нерегулярных волн.

Морские течения также оказывают воздействие на берегозащитные сооружения. После возведения сооружения происходит изменение гидрологического режима у построенного берегозащитного сооружения. Под воздействием ветровых волн и течений происходит размыв поверхностных слоев грунтов у берегозащитных сооружений. По этой причине еще на стадии проектирования необходимо рассмотреть различные варианты защиты морского дна от размывов. Если конструктивные решения данного вопроса будут недостаточно эффективны или в процессе производства работ будут отступления от требований нормативных документов, то размывы могут вызвать потерю устойчивости берегозащитных сооружений. Во избежание таких нежелательных явлений, прежде чем разрабатывать конструкцию защиты, следует определить величину донных скоростей с учетом расчетных параметров волн и глубины воды у сооружений. В соответствии с расчетными значениями донных скоростей, рассматриваются варианты конструкций защиты и выбирается наиболее оптимальный.

Основной конструктивный недостаток почти всех морских берегозащитных сооружений состоит в том, что они являются недолговечными. В период заплеска (наката) ветровых волн на берегозащитное сооружение происходит только частичное гашение волновой энергии. Откат волн сопровождается проявлением противодействия на тыловую часть сооружения и выносом мелких частиц через швы. Благодаря этому под сооружением образуются пустоты, приводящие к локальным, а затем и окончательным разрушениям.

В Украине, как правило, проектирование морских берегозащитных сооружений производится без учета ледового режима морей в суровые зимы редкой повторяемости. Однако, как показывает анализ результатов многолетних наблюдений, в суровые зимы толщина ледяного покрова на всех акваториях может достигать до 0,6 м при продолжительности периода времени с отрицательными температурами до 30 и более суток. Такие зимы в среднем повторяются один раз в десять и более лет (рис. 2).

Таким образом, при проектировании морских берегозащитных сооружений обязательно необходимо учитывать и ледовые нагрузки от ровных ледяных полей, а при достаточных глубинах и торосистых



Рис. 2. Воздействие ледовых образований на берегозащитное сооружение

образований. Также следует производить оценку локального давления льда на конструктивные элементы берегозащитных сооружений [4]. Такая оценка позволит назначить соответствующую марку бетона.

На основании вышеизложенного и натуральных обследований ряда берегозащитных сооружений одесского побережья [5], в настоящей работе можно сформулировать ряд выводов.

1. При проектировании берегозащитных сооружений необходимо учитывать целый ряд факторов и требований, обеспечивающих эффективную работу, надежность и долговечность конструкций.

2. На основании анализа результатов изысканий и требований действующих нормативных документов следует назначить расчетные параметры природных воздействий на проектируемые сооружения с учетом их срока службы.

3. Проектирование берегозащитных сооружений должно осуществляться только при надлежащем научном сопровождении.

4. Все расчеты должны выполняться в соответствии с требованиями действующих норм.

5. Применение новых конструктивных решений требует проведения соответствующих экспериментальных исследований в лабораторных условиях.

6. После завершения строительства в процессе эксплуатации берегозащитных сооружений необходимо осуществлять контроль их технического состояния с помощью измерительных систем, предусмотренных проектом.

7. В настоящее время необходимо совершенствовать методы расчета напряженно-деформированного состояния грунтового основания под гидротехническими сооружениями, включая берегозащитные, с учетом знакопеременного воздействия нерегулярных волн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егупов К.В. Особенности учета сейсмических воздействий при проектировании берегозащитных сооружений / К.В. Егупов, С.И. Рогачко, В.Г. Бааджи // Строительные конструкции: сб. науч. трудов. – 2015. - №82. - С. 85-90.
2. Гідротехнічні споруди. Основні положення: ДБН В.2.4-3:2010. - [Чинні від 01.01.2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – II, 37 с. – (Будівельні норми України).
3. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): СНиП 2.06.04-82*. – М., 1995.
4. Указания по расчету нагрузок и воздействий от волн, судов и льда на морские гидротехнические сооружения: Р 31.3.07-01. – М., 2001.
5. Рогачко С.И., Бааджи В.Г., Сеница Р.В. Отчет о НИР «Обследование берегозащитного сооружения промстройплощадки ПАО "Одесский кабельный завод"». – Одесса, 2011.

REFERENCES

1. Egupov K. V. Especially accounting seismic effects the design coast protection structures / K. V. Egupov, S.I. Rogachko, V.G. Baadji // Building constructions. - No 82, 2015, pp.85-90.
2. DBN V.2.4-3:2010 Hydrotechnical building. Basic statements. – K., 2010.
3. SNiP 2.06.04-82* The loads and action to hydraulic engineering (wave, ice and from courts). – M., 1995.
4. R 31.3.07-01 Pointing upon settlement of loading and actions from waves, courts and ice to marine hydraulic engineering. – M., 2001.
5. Rogachko S.I., Baadji V.G., Sinitsa R.V. Report on research work «Investigation of coast protection structure industrial ground PJSC "Odessa cable plant"». – O., 2011.

Статья поступила в редакцию 23.06.2016 г.