

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Егупов К.В., Рогачко С.И., Бааджи В.Г.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса, Украина

АНОТАЦІЯ: Стаття присвячена питанням проектування берегозахисних та протизсувних споруд з урахуванням сейсмічних впливів.

АННОТАЦИЯ: Статья посвящена вопросам проектирования берегозащитных и противооползневых сооружений с учетом сейсмических воздействий.

ABSTRACT: The problem of design coastal and landslide protection constructions with seismic effects considered in this paper.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: берегозащитные сооружения, сейсмическое воздействие, оползневой склон.

В соответствии с рекомендациями нормативного документа СНиП 2.06.04-82* [1] все берегозащитные сооружения относятся к четвертому классу капитальности. По этой причине они рассчитывались на шторм повторяемостью 1 раз в 25 лет. Однако с выходом документа ДБН В.2.4-3:2010 [2] ужесточились требования расчета берегозащитных сооружений. В настоящее время эти сооружения следует относить к подклассу последствий (ответственности) СС2-2 и, соответственно, проектировать на шторм повторяемостью 1 раз в 50 лет. Таким образом, срок эксплуатации берегозащитных сооружений, проектируемых в Украине, соответственно увеличивается в два раза. В процессе их проектирования также следует производить расчеты на ледовые нагрузки и сейсмические воздействия с учетом сейсмического микрорайонирования [3].

Защита побережий морей, берегов водохранилищ и рек является и по сей день весьма актуальной задачей во многих странах, в том числе и в Украине. Как известно, берегозащитные сооружения делятся на два основных типа. К первому из них относятся сооружения активной защиты, представляющие собой уположенные пляжи, на которых и происходит окончательное разрушение ветровых волн. К сооружениям активной защиты также относятся буны, удерживающие наносы в межбунном пространстве и, тем самым, обеспечивающие постоянную ширину пляжной зоны. Нередко при защите побережий бунами используют и подводные волноломы, что способствует предотвращению выносу песка на участках побережья, ограниченного бунами. Наиболее простым конструктивным типом, как бун, так и подводных волноломов, является каменная наброска (см. рис. 1). При этом сами буны отсыпаются при помощи простого пионерного способа.

Как показывает опыт эксплуатации каменно-набросных сооружений, они эффективно гасят энергию ветровых волн. Со временем под воздействием штормов, их откосы несколько уположаются. Крепление откосов сортированным камнем соответствующей массы гарантирует надежность таких сооружений в процессе их эксплуатации. Сооружения такого типа успешно противостоят воздействию ровных ледяных полей в морских и речных условиях.

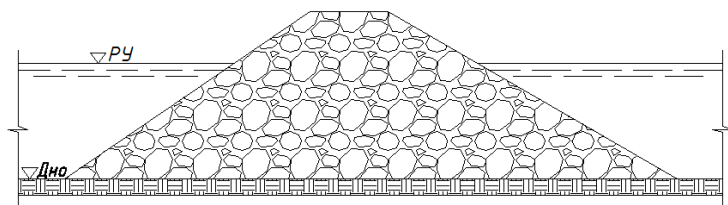


Рис. 1. Поперечное сечение буны из каменной наброски

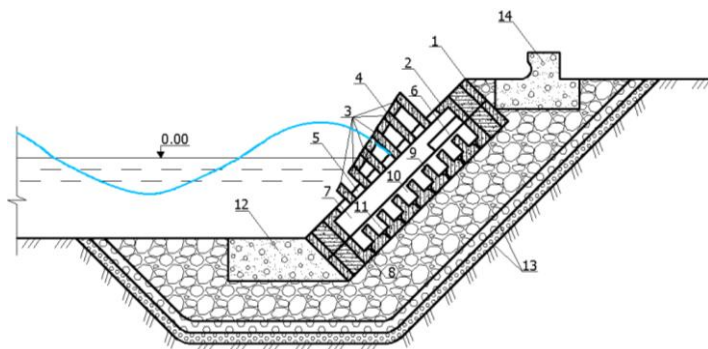
В условиях водохранилищ, когда уровень воды в зимнее время не подвержен резким колебаниям, известны случаи вмораживания отдельных камней в ровные ледяные поля и их последующее смещение из проектного положения. Кроме этого, сооружения из каменной наброски, используемые в активной защите, успешно противостоят и сейсмическим нагрузкам. При частичном разрушении таких сооружений, под воздействием экстремальных природных факторов, они легко восстанавлимы.

Нередки случаи, когда буны возводятся и из массивовой кладки, как правило, от одного до трех курсов в зависимости от топографии берегов. В процессе проектирования таких сооружений они рассчитываются на силовое воздействие волн и дрейфующих ровных ледяных полей. Опыт эксплуатации этих сооружений показывает их надежность на воздействие

перечисленных факторов. Тем не менее, сооружения из массивной кладки могут быть частично разрушены при сейсмических воздействиях. Например, может произойти смещение массивов из проектного положения, а также осадка грунтового основания не предусмотренная проектом.

Сооружения пассивного типа более разнообразны в конструктивном отношении. Они могут возводиться также из камня, но в большинстве случаев могут реализовываться и в виде набросок из фигурных блоков или простейших массивов. Зачастую они являются сооружениями откосного профиля. Как известно, сооружения наклонного типа более эффективно противостоят силовому воздействию как волновых, так и ледовых нагрузок. Иногда в качестве сооружений пассивной защиты используются городские набережные вертикального профиля. Сооружения пассивной защиты возводятся непосредственно в урзе воды и предназначены для защиты территорий, на которых расположены памятники архитектуры, а также промышленные и гражданские объекты, от волновых и ледовых воздействий. В сейсмоопасных районах сооружения пассивной защиты должны также рассчитываться и на сейсмические нагрузки. Сейсмоустойчивость всех без исключения берегозащитных сооружений зависит, прежде всего, от инженерно-геологических условий района.

Наряду с известными традиционными конструктивными решениями сооружений пассивной защиты существуют и новые предложения. Так на рис. 2 представлен поперечный разрез берегозащитного сооружения нового типа с камерой гашения и конструктивными элементами для снижения ледовой нагрузки [4, 5].



- 1 - короб; 2 - верхняя часть; 3 - разные по высоте выступы; 4 - отверстия в виде усечённого конуса; 5 - прямоугольные отверстия; 6 - перепускные окна; 7 - боковая стенка; 8 - нижняя часть; 9 - прямоугольные выступы; 10 - боковая стенка; 11 - шели переменной высоте сечения; 12 - упорный массив; 13 - контрфильтр; 14 - волноотбойная стенка

Рис. 2. Поперечное сечение берегозащитного сооружения

Внедрение в инженерную практику новых типов конструкций берегозащитных сооружений требует разработки дополнительных методов расчета, как волновых, так и ледовых нагрузок. Также необходимо иметь представление об их поведении при различных сейсмических воздействиях. Такой подход позволит на стадии проектирования этих сооружений прогнозировать их устойчивость и, соответственно, долговечность.

Реализация проектов реконструкции берегозащитных сооружений в настоящее время требует детальнейшего их обследования. На основании анализа полученных материалов можно рассматривать вопросы их реконструкции или полной замены на более эффективные. Таким образом, построенные берегозащитные сооружения известных конструктивных типов, таких как: наброски из камня и фигурных блоков, откосные сооружения, покрытые бетонным (железобетонным) покрытием, подпорные стенки (набережные) нуждаются в дополнительных расчетах на сейсмические воздействия с учетом их конструктивных особенностей и конкретных инженерно-геологических условий.

Ранее, до 2007 года, расчеты конструкций и их оснований, расположенных на оползневых склонах производились по СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» и СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», и в соответствии с этими СНиПами сейсмическая опасность на юге Украины была равна 6 баллам, поэтому расчеты на сейсмические воздействия не требовались.

С 2007 года был введен в действие ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво в сейсмічних районах України». По карте ОСР-2004-А, этого документа, Одесская область находится в зоне с сейсмичностью 7 баллов по шкале ЕМШ-98. Таким образом, расчеты устойчивости оползневых склонов, находящихся на них конструкций и берегозащитных сооружений необходимо производить с учетом сейсмических нагрузок. При этом сейсмические нагрузки могут задаваться как по линейно-спектральному методу, так и прямым динамическим методом, по расчетным акселерограммам землетрясения, представляющим собой трехкомпонентную функцию ускорения колебаний во времени.

ПК PLAXIS может быть применен для решения большинства задач в сфере традиционной механики грунтов. Он охватывает вопросы закладки и возведения фундаментов, земляных работ, строительства подпорных стен, расчетов устойчивости откосов (в том числе и на динамические и сейсмические воздействия). Программа может использоваться, как для расчета отдельных элементов, так и для комплексных вычислений (рис. 3, 4).

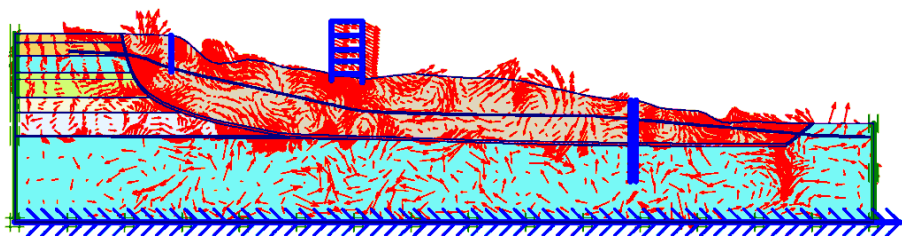


Рис. 3. Совместная работа комплекса сооружение – склон - основание при учете сейсмических воздействий. Распределение ускорений

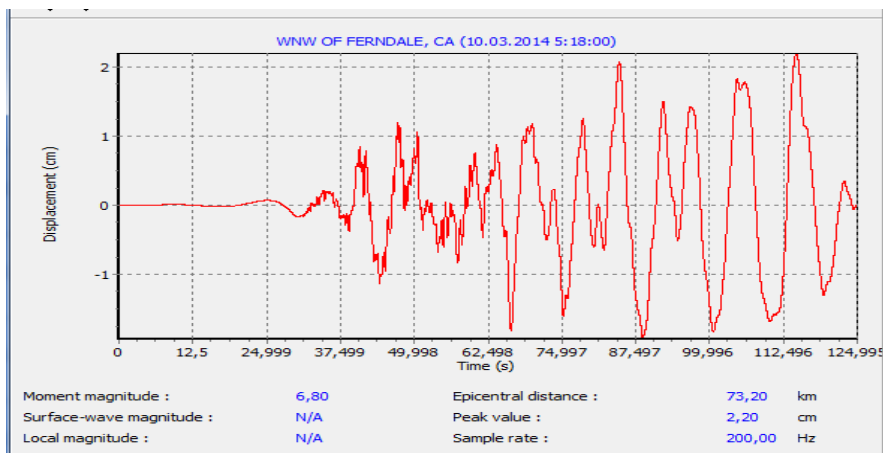


Рис.4. Расчетная акселерограмма

Существующие методики расчета устойчивости склонов и противоположных и берегозащитных сооружений не позволяют решить задачу о совместной работе комплекса сооружение – склон -основание при учете сейсмических воздействий. Необходимость учета сейсмических воздействий при расчетах устойчивости оползневых склонов и разработке противоположных и берегозащитных мероприятий приводит к усложнению проектирования таких сооружений. Программные комплексы, реализующие метод конечных элементов, позволяют создавать расчетные схемы комплекса сооружение – склон - основание для учета сейсмических воздействий прямым динамическим методом. Полученные результаты расчетов демонстрируют возможности моделирования комплекса сооружение-склон-основание с более точным учетом сейсмических воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): СНиП 2.06.04-82*. - [Введен 1966-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1995. – 40 с.
2. Гідротехнічні споруди. Основні положення: ДБН В.2.4-3:2010. – [Чинні від 2011-01-01]. - К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 37 с. – (Будівельні норми України).
3. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1 – 14:2014 / науковий керівник Ю.І. Немчинов. - [Чинні від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. - VI, – 110 с. – (Будівельні норми України).
4. Пат. 98645 Україна, МПК E02B 3/04, E02B 3/06 Берегозахисна споруда / Рогачко С.І., Бааджи В.Г. – опубл. 11.06.2012, Бюл. №11.
5. Рогачко С.И. Берегозащитное сооружение откосного профиля с камерой гашения / Рогачко С.И., Бааджи В.Г. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2012. - №45 – С.203-208.
6. Егупов К.В. Расчеты оползневых откосов и противоположных сооружений с учетом сейсмических воздействий прямым динамическим методом / К.В. Егупов, П.А. Устинов / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: ДП НДІБК. – Вип. 75, кн. 1, 2011. - С. 133- 140.

REFERENCES

1. The loads and action to hydraulic engineering (wave, force and from slips): SNiP 2.06.04-82*. - [Valid from 1966-01-01]. – М.: State Building Committee of USSR, 1995. – 40 p.
2. Hydrotechnical building. Basic statements State building codes V.2.4-3:2010. [Valid from 2011-01-01]. - К.: Minregion of Ukraine, 2010. – 37 p. - (Building norms of Ukraine).
3. Construction in seismic regions of Ukraine: DBN B. 1.1–14: 2014. – Kyiv: Minbud of Ukraine, 2014 / scientific chief Yu.I. Nemchinov. - [Valid from 2014-10-01]. – К.: Minregion of Ukraine, 2014. - VI, – 110 p. – (Building norms of Ukraine).
4. Pat. 98645 UA, МПК E02B 3/04, E02B 3/06 Coast protection structure / Rogachko S.I., Baadji V.G. – publ. 11.06.2012, Bul. No11.
5. Rogachko S.I. Coast protection structure of the slope type with dissipate camera / Rogachko S.I., Baadji V.G. // Bulletin Odessa state academy of civil engineering and architecture. – Odessa, 2012. - №45 – P. 203-208.
6. Egupov K. V. Calculation of landslide slopes and landslide protection structures considering seismic effects direct dynamic method / K.V. Egupov, P.A. Ustinov // Building Constructions: collection of scientific works. – К.: NDIBK. - No 75, 2011. - P.133-140.

Статья поступила в редакцию 07.08.2015 г.