

СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ ГАБИОНОВ

¹Рогачко С.И., д.т.н., профессор,
rostasice@ukr.net, ORCID:0000-0001-5201-5368

¹Слободяник А.В., к.т.н.,
annaslobodyanik27@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6437-0033

¹Долинская Н.Б., магистр,
kittysimon201180@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5009-8999

¹Одесский национальный морской университет
ул. Мечникова, 34, г. Одесса, 65029, Украина

Аннотация. Побережья водоемов под воздействием ветровых волн, дрейфующих ровных ледяных полей, ливневых вод, ветровой эрозии и других факторов подвергаются интенсивному разрушению. В результате этого уменьшаются площади ценных сельскохозяйственных угодий и других земель. Разрушение берегов сопровождается оползнями, сокращающими площади населенных пунктов, на которых расположены жилые здания, городские постройки, промышленные предприятия, парковые зоны, дороги и другие коммуникации. В настоящей работе рассмотрены существующие и инновационные конструкции берегозащитных сооружений из различных материалов, проанализированы условия их применения и технико-экономические характеристики. На основании проведенного анализа, предложен прогрессивный способ возведения берегозащитных сооружений из габионов.

Использование предлагаемого способа строительства берегоукрепительного сооружения из габиона коробчатого типа позволит ускорить процесс строительства таких сооружений, а также уменьшить объем материала в основании, что приведет к значительному снижению стоимости строительства. Масса габионов в каждом проекте должна определяться по параметрам волн расчетного шторма в соответствии с рекомендациями стандартов.

Ключевые слова: берегозащитные сооружения, способ возведения, габионы, металлические подставки.

Введение. Разрушение морских берегов, а также берегов лиманов, заливов, водохранилищ и озер, причиняет значительный финансовый ущерб и является технической проблемой во многих странах мира. Это в первую очередь относится к населенным пунктам и городам, расположенным вдоль побережий, поскольку прямой угрозе разрушения подвергаются расположенные на них различные здания и сооружения, а также памятники архитектуры. При этом вне городов уменьшаются площади ценных земель. Причины разрушения побережий многочисленны: течения; значительные колебания уровня воды, вызванные различными факторами; штормовое ветровое волнение; силовое воздействие дрейфующих ровных ледяных полей; незаконное возведение наземных сооружений в непосредственной близости от уреза воды. Защищают берега от разрушений, перечисленными природными факторами, возведением комплексов специальных берегозащитных сооружений, предназначенных для гашения энергии ветровых волн, а также для противостояния силовому воздействию дрейфующих ровных ледяных полей. Наличие берегозащитных сооружений активного и пассивного типов вдоль побережий, обеспечивает устойчивость береговых склонов. Во многих случаях эти методы могут применяться комплексно.

Типы конструкций берегозащитных сооружений многообразны. Поэтому основной задачей проектировщиков является выбор наиболее оптимальных из них с учетом природно-климатических, гидрологических и инженерно-геологических условий того или иного района строительства, а также наличия тех или иных местных строительных материалов. Следует особо отметить, что использование местных строительных материалов при строительстве

берегозащитных сооружений, значительно снижает их стоимость. Предпочтительными в настоящее время являются те конструкции, которые соответствуют не только технико-экономическим требованиям, но и благотворно повлияют на экологическую ситуацию в районах строительства, а также будут способствовать увеличению площадей рекреационных зон.

Анализ инновационных конструктивных решений. В настоящее время для внедрения в инженерную практику предложены новейшие конструкции берегозащитных сооружений, в которых можно применять различные строительные материалы, в том числе и местные [1-5]. Их проектирование требует соответствующего научного сопровождения с проведением экспериментальных исследований в лабораторных условиях. Наиболее эффективной апробацией работы новейших конструкций является создание опытных участков в натуральных условиях. Такой подход является оптимальным в тех случаях, когда инновационные конструкции будут подвергаться экстремальным силовым воздействиям природных факторов. На основании анализа наблюдений за их работой и изменениями плано-высотного положения, можно корректировать и совершенствовать конструкции инновационных берегозащитных сооружений.

В более чем 50 странах мира применена технология возведения Geotube при строительстве бун, волноломов, дамб и искусственных островов в мелководных зонах и, в непосредственной близости от уреза воды [6-8] (рис. 1).

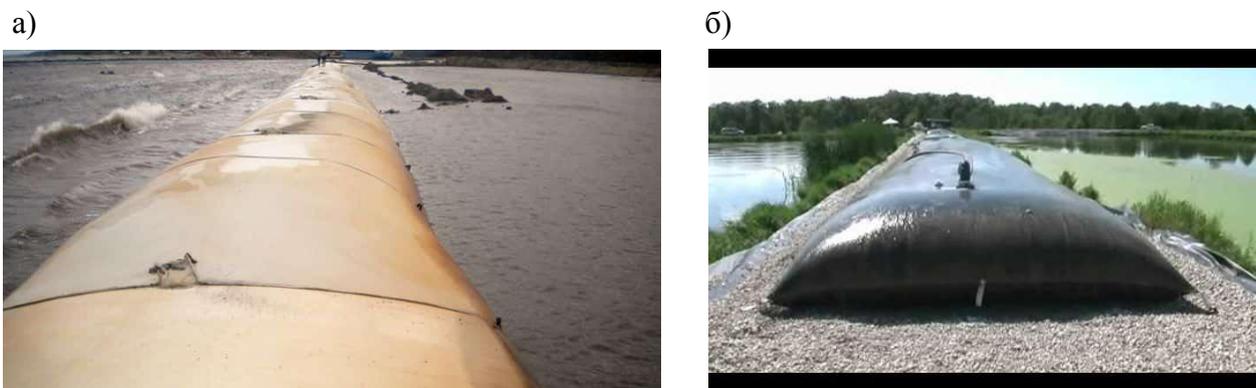


Рис. 1. Применение геотубов:
а – на морском побережье; б – на мелководье

Данная технология оказалась эффективной в части сокращения сроков строительства, а соответственно и более экономичной. Долговечность и надежность таких конструкций будет установлена во времени в процессе их эксплуатации. Экспериментальные и теоретические исследования устойчивости данного типа конструкции были проведены в лаборатории гидравлики и гидрологии Университета Гаджа Мада [9]. К сожалению, опыты проводились в малогабаритном волновом лотке в мелком масштабе. В процессе экспериментов не исследовались горизонтальная и вертикальная составляющие волновой нагрузки. Следует также отметить, что при использовании Geotube на мелководье горизонтальная составляющая волновых скоростей у дна будет незатухающей, что является причиной местных размывов дна у основания всех типов гидротехнических сооружений. Явление размыва у Geotube в зависимости от параметров ветровых волн и свойств донных грунтов также не были исследованы. Представляется вполне очевидным и нецелесообразным использование Geotube при строительстве оградительных сооружений для защиты акваторий портов от проникающего ветрового волнения.

Гидробиологи с целью стимуляции интенсивного воспроизводства подводной флоры и фауны разработали специальные искусственные рифы Biogrock [10-13], представленные на рис. 2. Благодаря своей форме и внутреннему строению, искусственные рифы способны в некоторой степени уменьшать волновые скорости по всей высоте наброски и непосредственно у дна, но их прямое функциональное назначение связано с улучшением экологической ситуации в подводном мире. По этой причине они не могут применяться целенаправленно в качестве берегозащитных сооружений.



Рис. 2. Искусственные рифы Вюгоск

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является создание прогрессивного способа возведения берегозащитных сооружений на отмелях берегах морей и на мелководных водоемах. Поставленная цель была достигнута решением следующих задач:

- анализом существующих способов защиты отмелей побережий морей и мелководных водоемов (лиманов, озер, водохранилищ), а также рек;

- разработкой прогрессивного способа возведения берегозащитных сооружений с использованием апробированной в инженерной практике конструкции.

Материалы и методы исследований. С учетом климатических условий Украины, при строительстве берегоукрепительных сооружений могут успешно использоваться такие материалы как: камень-окол (несортированный камень); сортированный камень; дерево; бетон и железобетон; шпунтовые стенки, в том числе и пластиковые (ПВХ); геотубы; габионы. Эти материалы отличаются друг от друга не только по различным параметрам, но и по условиям применения, сроками возведения и стоимостью. В таблицу 1 сведены способы защиты берегов из перечисленных материалов в различных конструкциях, а также представлен анализ их преимуществ и недостатков. При подборе данных, представленных в таблице, была использована информация, содержащаяся в материалах целого ряда работ других авторов [6, 14-16].

Таблица 1 – Преимущества и недостатки конструкций берегозащитных сооружений

№	Метод укрепления	Условия применения	Преимущества	Недостатки	Долговечность
1	2	3	4	5	6
1	Каменная наброска	Максимальный угол откоса 30°	Относительно невысокая стоимость при наличии местных карьеров; высокая прочность и морозостойкость; простая технология работ.	Нецелесообразность использования на обрывистых берегах; потери камня при вмерзании в ледовые поля; высокая стоимость перевозки на большие расстояния; отсутствие пляжей.	50 лет и более
2	Деревянный шпунт	Берег с крутым откосом и небольшой глубиной	Не требуется привлечения тяжелой техники; высокие темпы строительства; относительно невысокая стоимость.	Ограничения по высоте (до 4м); биологическое старение; недостаточное противодействие волновым и ледовым нагрузкам.	20 лет

1	2	3	4	5	6
3	Железобетонный шпунт	При крутых откосах; берега глубоководных водоемов	Высокое противодействие волновым и ледовым нагрузкам; применимость на больших глубинах; предотвращение вымыва грунта обратной засыпки.	Сложность и трудоемкость забивки ж.б. шпунта; использование тяжелой строительной техники; необходимость устройства дренажа; высокая стоимость.	50 лет
4	ПВХ-шпунт	При крутых откосах; берега глубоководных водоемов	Высокое противодействие волновым нагрузкам; нет необходимости в использовании тяжелой техники; исключается вымывание грунта обратной засыпки.	Истирание дрейфующими ледовыми образованиями и наносами; необходимость устройства дренажа; недолговечность.	30 лет
5	Матрацы Рено	Максимальный угол откоса 40°	Увеличение несущей способности грунтового основания благодаря большой площади матраца.	Высокая трудоемкость при подготовке основания под водой; высокая сложность и трудоемкость при установке матрацев в проектное положение под водой.	30 лет
6	Георешетка	Максимальный угол откоса 40°	Применение для озеленения берегов; нет необходимости в использовании тяжелой строительной техники; высокие темпы строительства; относительная простота монтажа; невысокая стоимость.	Невозможность укрепления водоемов с берегами из неустойчивых, насыпных грунтов; укрепляется только поверхностный слой.	30 лет
7	Геотубы	В качестве ядра сооружения	Не требуется применения сложных механизмов; невысокая стоимость; использование различных отходов в качестве заполнителя; высокие темпы возведения.	Невозможность использования на обрывистых берегах.	50 лет
8	Габионы	Возможность создавать береговые укрепления практически любой высоты	Долговечность конструкций и скальных пород камня, используемого в качестве заполнителя; средняя сложность монтажа; высокая устойчивость к биологическому старению и волновым воздействиям; относительно высокая стойкость к ледовым нагрузкам.	Большая трудоемкость при подготовке каменной постели под водой; использование легированных сталей для изготовления ящиков.	50 лет

Исходя из анализа данных, представленных в таблице, наиболее простыми и не дорогостоящими конструкциями являются те из них, в которых используются скальные породы камня.

Во многих странах мира габионы различных размеров использовались с древних времен. На суше они применялись для защиты от разрушений крутых склонов и, подтапливаемых паводковыми водами, мостовых переходов. На водоемах и реках габионами укреплялись берега. Благодаря пористой структуре они не требуют устройства дренажа, существенно рассеивают энергию ветровых волн, являются долговечными и, относительно не дорогими по сравнению с другими конструкциями. Использование габионов позволяет не нарушать природный ландшафт побережий благодаря их декоративным особенностям.

Тем не менее, данная конструкция не лишена недостатков, к которым можно отнести: применение нержавеющей стали для изготовления решетчатых ящиков; устройство каменной постели для установки нижнего курса габионов; использование сортированного камня. Следует отметить, что устройство каменной постели под водой в три этапа (грубое, тщательное и весьма тщательное равнение) невозможно без ручного и дорогостоящего труда водолазов.

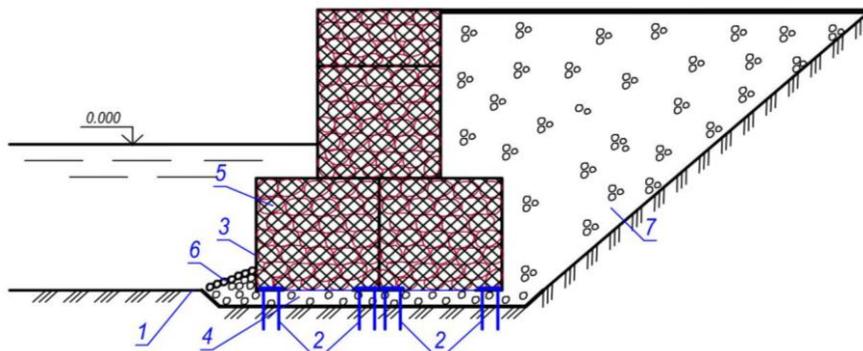
С целью упрощения и удешевления применения габионов под водой авторами настоящей работы был разработан инновационный способ возведения берегозащитных сооружений активного и пассивного типов, защищенный патентом Украины на полезную модель [17].

Результаты исследований. На основании анализа технологии возведения берегозащитных сооружений из габионов, был разработан способ, значительно упрощающий этот процесс. Изобретение относится к области гидротехнического строительства, а именно, к возведению берегозащитных сооружений активного и пассивного типов на побережьях морей, озер, лиманов, водохранилищ и рек. Применение предлагаемого способа возведения берегозащитного сооружения из габионов коробчатого типа позволит ускорить процесс строительства таких сооружений за счет исключения работ по устройству каменной постели, а также уменьшению материалов в основании, что приведет к существенному удешевлению стоимости строительства.

В инновационном способе возведения берегозащитных сооружений из габионов, согласно изобретению, габионы коробчатого типа первого курса, изготавливаются без дна. Их устанавливают в проектное положение и закрепляют на металлических подставках, заглубленных в дно под отметку, а каменную постель отсыпают через днище габионов первого курса. Это позволит снизить трудоемкость и сроки строительства (рис. 3).

Способ возведения осуществляют поэтапно следующим образом. После водолазного обследования дна и удаления верхнего слабого слоя грунта 1 в проектное положение выставляются металлические подставки 2, состоящие из анкеров, заглубленных в грунт основания и приваренных к ним пластин. К подставкам 2 крепятся проволокой габионы коробчатого типа первого курса 3 без дна в проектное положение. После установки габионов коробчатого типа первого курса 3 в проектное положение производится отсыпка каменной постели 4 через днища габионов, а также заполнение камнем габионов первого курса 5. С внешней стороны габионовой кладки производится укрепление каменной постели 4 от размывов ветровыми волнами и течениями сортированным камнем 6. Пространство между тыловой частью кладки и берегом заполняется несортированным камнем 7. При использовании песка в теле обратной засыпки необходимо дополнительно устраивать контрфильтр (из нетканых материалов либо трехслойный щебеночный из различных фракций). Такой технический прием позволит исключить вымыв песка или мелких частиц грунта основания при воздействии на сооружение штормовых волн, течений и фильтрационных потоков грунтовых вод.

a)



б)

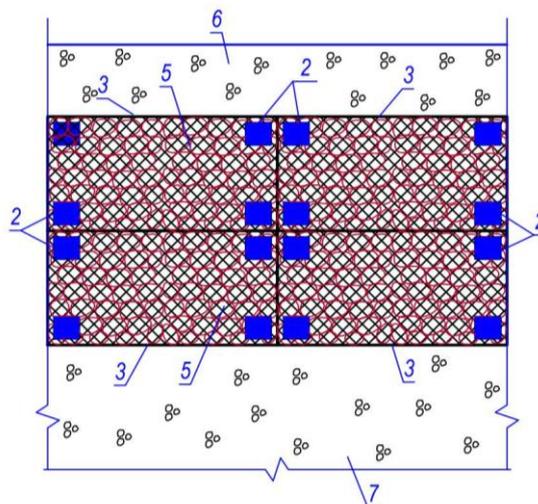


Рис. 3. Конструкция берегозащитного сооружения из коробчатых габионов:
а – поперечный разрез; б – плановое расположение габионов 1 курса

Выводы:

1. Анализ технического состояния берегозащитных сооружений в Одесском регионе, построенных ранее, показал, что они находятся в аварийном состоянии.
2. В Украине, как и в других государствах, существует проблема защиты побережий морей, озер, водохранилищ и рек, особенно в местах расположения городов и других населенных пунктов.
3. Опыт эксплуатации существующих конструкций берегозащитных сооружений показал, что наиболее долговечными из них являются габионы.
4. Внедрение в инженерную практику, запатентованного авторами способа возведения берегозащитных сооружений из габионов, позволит существенным образом сократить сроки строительства и снизить их стоимость.

Литература

1. Спосіб захисту берегів лиманів та заток від руйнування хвилями і дрейфуючими крижаними полями : патент на корисну модель №109349 Україна : МПК(2006.01) E02B 3/04. № 201601288 ; заяв. 15.02.16 ; опубл. 25.08.16, Бюл. №16.
2. Рогачко С.И. Защита берегов лиманов, заливов и озер от разрушений. *Развитие транспорта*. 2018. Вып. 2(3). С. 149-158.
3. Берегозахисна споруда : патент на корисну модель № 113315 Україна : МПК(2006.01) E02B 3/04. № 201607059 ; заявл. 29.06.16 ; опубл. 25.01.17, Бюл. №2.
4. Рогачко С.И. Универсальное гидротехническое сооружение. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. Вып. 67. С. 115-120.

5. Берегозахисна споруда : патент на корисну модель № 50150 Україна : МПК(2009) E02B 3/04, E02B 3/06. № 200912872 ; заявл. 11.12. 09 ; опубл. 25.05.10, Бюл. №2.
6. TenCate-geotube Технології берегозахисту. URL: <https://docplayer.ru/31870884-Tencate-geotube-tehnologii-beregozashchity-gidrotehnicheskoe-stroitelstvo.html> (дата обращения: 22.03.2020)
7. Kashkovsky V.I., Evdokymenko V.A., Kamensky D.S., Evdokymenko A.N. Method of Dehydration of Sewage Sludge Using Elements of GEOTUBE Technology at Bortnichy's Aeration Station. *Nauka ta Innovacii*. 2014. 10(1). P. 32-42. doi: 10.15407/scin10.01.032.
8. Andryan Suhendra, Ganny Saputra, Eric Rinaldo Kodrat. Aplikasi Geotube sebagai Konstruksi Alternatif Penanggulangan Erosi Akibat Gelombang Pasang Bono. *ComTech*. 2012. 3(1). P. 18-728. doi: 10.21512/comtech.v3i1.2472.
9. Paotonan C., D.B.P. Allo. Stability of Underwater Structure Under Wave Attack. *Journal of the Civil Engineering Forum*. 2012. 20(1). P. 2019-2026. doi: 10.22146/jcef.18949.
10. Thomas J.F., Goreau, Paulus Prong. Biorock Electric Reefs Grow Back Severely Eroded Beaches in Months. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2017. 5(4). P. 48-49. doi: 10.3390/jmse5040048.
11. Goreau T.J., Hilbertz W., Azeez A., Hakeem A., Sarkisian T., Gutzeit F., Spenhoff A. Restoring reefs to grow back beaches and protect coasts from erosion and global sea level rise. *In Innovative Technologies for Marine Ecosystem Restoration*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2012. P. 11-34. doi: 10.1201/b14314-4.
12. Wells L., Perez F., Hibbert M., Clervaux L., Johnson J., Goreau T. Effect of severe hurricanes on Biorock coral reef restoration projects in Grand Turk. *Turks and Caicos Islands*. Rev. Biol. Trop. 2010. 58. P. 141–149.
13. Ferrario F., Beck M.W., Storlazzi C.D., Micheli F., Shepard C.C., Airoidi L. The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nat. Commun*. 2014. doi: 10.1038/ncomms4794.
14. Смирнова Т. Г., Правдивец Ю.П., Смирнов Г.Н. Берегозащитные сооружения. М.: Изд-во АСВ, 2002. 161 с.
15. Укрепление берега. URL: <https://kiev-bereg.com/ukreplenie-berega> (дата обращения: 17.03.2020).
16. Посібник до ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000 «Регулювання русел річок. Норми проектування». Вказівки щодо захисту земель, порушених водною ерозією. Габіонні конструкції протиерозійних споруд / ВАТ «УКРВОДПРОЕКТ». Київ, 2006. 25 с.
17. Спосіб зведення берегозахисної споруди : патент на корисну модель № 136461 Україна : МПК E02B 3/06. № 201900495 ; заявл. 17.01. 19 ; опубл. 27.08. 19, Бюл. №16.

References

- [1] S.I. Rogachko, D.O. Novodvorskiy, "Sposib zahistu beregiv, limaniv ta zatok vid ruynuvannya hvilyami i dreyfuyuchimi krizhanimi polyami", Patent na korisnu model №109349. Ukraina. МПК(2006.01) E02B 3/04, August 25, 2016.
- [2] S.I. Rogachko, "Zashchita beregov limanov, zalivov i ozer ot razrushenij", *Razvitie transporta*, no. 2(3), pp.149 – 158, 2018.
- [3] S.I. Rogachko, G.V. Slobodyanik, "Beregozahisna sporuda", Patent na korisnu model №113315. Ukraina. МПК(2006.01) E02B 3/04, January 25, 2017.
- [4] S.I. Rogachko, A.V. Slobodyanik, O.V. Kazmiruk, "Universalnoe gidrotehnicheskoe sooruzhenie", *Visnik Odes'koi derzhavnoi akademii budivnictv ta arhitekturi*, no. 67, pp. 115-120, 2017.
- [5] S.I. Rogachko, V.G. Baadzhi, "Beregozahisna sporuda", Patent na korisnu model №50150. Ukraina. МПК(2009) E02B 3/04, E02B 3/06, May 25, 2010.
- [6] TenCate-geotube. Tekhnologii beregozashchity. [Online]. Available: <https://docplayer.ru/31870884-Tencate-geotube-tehnologii-beregozashchity-gidrotehnicheskoe-stroitelstvo.html>. Accessed on: March 22, 2020.

- [7] V.I. Kashkovsky, V.A. Evdokymenko, D.S. Kamensky, A.N. Evdokymenko, "Method of Dehydration of Sewage Sludge Using Elements of GEOTUBE Technology at Bortnichy's Aeration Station", *Nauka ta Innovacii*, 10(1), pp. 32-42, 2014. doi: 10.15407/scin10.01.032.
- [8] Andryan Suhendra, Ganny Saputra, Eric Rinaldo Kodrat, "Aplikasi Geotube sebagai Konstruksi Alternatif Penanggulangan Erosi Akibat Gelombang Pasang Bono", *ComTech*, 3(1), pp. 718-728, 2012. doi: 10.21512/comtech.v3i1.2472.
- [9] C. Paotonan, D.B.P. Allo, "Stability of Underwater Structure Under Wave Attack", *Journal of the Civil Engineering Forum*, 20(1), pp. 2019-2026, 2012. doi: 10.22146/jcef.18/49.
- [10] Thomas J.F. Goreau, Paulus Prong, "Biorock Electric Reefs Grow Back Severely Eroded Beaches in Months", *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(4), pp. 48-69, 2017. doi: 10.3390/jmse5040048.
- [11] T.J. Goreau, W. Hilbertz, A. Azeez, A. Hakeem, T. Sarkisian, F. Gutzeit, A. Spenhoff, "Restoring Reefs to Grow Back Beaches and Protect Coasts From Eand Global Sea-level Rise", *In Innovative Technologies for Marine Ecosystem Restoration*; pp. 11-34, 2012. doi: 10.1201/b14314-4.
- [12] L. Wells, F. Perez, M. Hibbert, L. Clervaux, J. Johnson, T. Goreau, "Effect of severe hurricanes on Biorock coral reef restoration projects in Grand Turk", *Turks and Caicos Islands, Rev. Biol. Trop.*, 58, pp. 141-149, 2010.
- [13] F. Ferrario, M.W. Beck, C.D. Storlazzi, F. Micheli, C.C Shepard, L. Airoidi, "The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation", *Nat. Commun*, 2014. doi: 10.1038/ncomms4794.
- [14] T.G. Smirnova, YU.P. Pravdivets, G.N. Smirnov, *Beregozashchitnyye sooruzheniya*. Moskva ASV, 2002.
- [15] Ukrepleniye berega. [Online]. Available: <https://kiev-bereg.com/ukreplenie-berega>. Accessed on: March 17, 2020.
- [16] Posibnik do VBN V.2.4-33-2.3-03-2000. *Regulyuvannya rusel richok. Normi proektuvannya. Vkazivki shchodo zahistu zemel', porushennih vodnoyu erozieyu. Gabionni konstrukcii protierozijnih sporud*, VAT «UKRVODPROEKT». Kiiv, 2006.
- [17] S.I. Rogachko, A.V. Slobodyanik, N.B. Dolinska, "Sposib zvedennya beregozahisnoi sporudi", Patent na korisnu model № 136461. Ukraina. MPK E02B 3/06. August 27, 2019.

СПОСІБ ЗВЕДЕННЯ БЕРЕГОЗАХИСНИХ СПОРУД З ГАБІОНІВ

¹Рогачко С.І., д.т.н., професор,
rostasice@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5201-5368

¹Слободяник Г. В., к.т.н.,
annaslobodyanik27@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6437-0033

¹Долинська Н.Б., магістр,
kittysimon201180@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5009-8999

¹Одеський національний морський університет
вул. Мечнікова, 34, м. Одеса, 65029, Україна

Анотація. Узбережжя водойм під впливом вітрових хвиль, дрейфуючих рівних крижаних полів, зливових вод, вітрової ерозії та інших факторів піддаються інтенсивному руйнуванню. В результаті цього зменшуються площі цінних сільськогосподарських угідь та інших земель. Руйнування берегів супроводжується зсувами, скорочуються площі населених пунктів, на яких розташовані житлові будинки, міські будівлі, промислові підприємства, паркові зони, дороги та інші комунікації. Захищають берега від руйнувань зведенням комплексів спеціальних берегозахисних споруд. Існують два методи захисту берегів – активний і пасивний. У багатьох випадках ці методи можуть застосовуватися комплексно.

Типи конструкцій берегозахисних споруд різноманітні. Тому основним завданням проектувальників є вибір найбільш оптимальних з них з урахуванням природно-кліматичних, гідрологічних та інженерно-геологічних умов району будівництва.

Метою цієї роботи є створення прогресивного способу зведення берегозахисних споруд на мілинах морів і мілководних водоймах. У даній роботі розглянуто існуючі та інноваційні конструкції берегозахисних споруд з різних матеріалів, проаналізовано умови їх застосування та техніко-економічні характеристики. На підставі проведеного аналізу, запропоновано прогресивний спосіб зведення берегозахисних споруд з габіонів.

Застосування запропонованого способу зведення берегозахисних споруд з габіонів коробчатого типу дозволить прискорити процес будівництва таких споруд, а також зменшити обсяг матеріалу в підставі, що призведе до суттєвого здешевлення вартості будівництва. Маса габіонів в кожному проекті повинна визначатися за параметрами розрахункового шторму відповідно до рекомендацій стандартів.

Ключові слова: берегозахисні споруди, спосіб зведення, габіони, металеві підставки.

METHOD OF CONSTRUCTION OF SHORE PROTECTION STRUCTURES FROM GABION

¹**Rogachko S.I.**, Doctor of Technical Sciences, Professor,
rostasice@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5201-5368

¹**Slobodanyk H.V.**, Ph.D.,
annaslobodyanik27@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6437-0033

¹**Dolinskaya N.B.**, master,
kittysimon201180@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5009-8999

¹*Odessa National Maritime University*
34, Mechnikova st., Odessa, 65029, Ukraine

Abstract. The shores of seas, lakes, bays and reservoirs under the action of wind waves, drifting level ice, rainwater, wind erosion and other factors are subject to intensive destruction. As a result of this, the areas of valuable agricultural land and other lands are reduced. The destruction of the coasts is accompanied by landslides, which reduce the area of settlements where residential buildings, urban buildings, industrial enterprises, park areas, roads and other communications are located. In such cases there is a need for the construction of special protection structures, which will protect coasts from destruction. There are two methods of coastal protection – active and passive. Experience in coastal protection shows, that in many cases, these methods can be successful when applied jointly.

The types of structures of shore protection structures are diverse. Therefore, the main task of designers is to choose the most optimal of them, taking into account the climatic, hydrological and engineering-geological conditions of the region construction.

The aim of this work is to create a progressive method of construction of shore protection structures on shallow shores of the seas and in shallow reservoirs. This paper considers the existing and innovative designs of shore protection structures made of various materials, the conditions of their use and technical and economic characteristics are analyzed. Based on the analysis, a progressive method of construction of shore protection structures from gabions is proposed.

The using of the proposed method for the construction of shore protection structures from a box type gabion will speed up the construction process of such structures, as well as reduce the volume of material at the base, which will lead to a significant reduction in the cost of construction. The mass of gabions in each project should be determined on the parameters of the waves of the design storm in accordance to the recommendations of standards.

Keywords: shore protection structures, method of construction, gabions, metal supports.

Стаття надійшла до редакції 3.08.2020