

Гончаренко Д.Ф., Алейникова А.И., Гудилин Р.И., Дегтярь Е.Г. **ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОГО МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННОГО КОЛЛЕКТОРА.**

Статья посвящена исследованию вопроса целесообразности внедрения нового метода восстановления канализационного коллектора. В работе рассмотрена технология восстановления канализационного коллектора с использованием клинкерного кирпича, выполнено сравнение трех вариантов восстановления изношенного коллектора. Построена циклограмма проведения работ и рассчитаны технико-экономические показатели.

Ключевые слова: канализационный коллектор, аварийность, кирпич.

Goncharenko D., Aleinikova A., Gudilin R. **ASSESSMENT OF THE APPROVAL OF THE IMPLEMENTATION OF THE NEW METHOD OF RECONSTRUCTION OF THE SEWER COLLECTOR.**

The article is devoted to the study of the feasibility of introducing a new method of sewer collector recovery. The paper deals with the technology of restoration of the sewage collector using clinker brick, compared three options for the restoration of the worn collector: a method developed by the authors using a clinker brick, the method of replacement of destroyed pipes with new ones (open method of restoration with dismantling of the destroyed collector) and trenchless method plastic pipe. Cycles of works were constructed and technical and economic indicators were calculated.

Keywords: sewage collector, wear, corrosion, accident, brick.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-97-23-42-48
УДК 550.34:69.07:338.2

Безушко Д.І., Єгупов К.В., Іллічов В.Г.

Одеський національний морський університет

(вул. Мечникова, 34, Одеса, Україна, e-mail: dibezushko@gmail.com; yegupov.k@gmail.com; chigiron@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2215-1136; orcid.org/0000-0002-8342-820X)

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИДІВ РУЙНУВАНЬ ТА КРИТЕРІЇВ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ПРИЧАЛУ ТИПУ «БОЛЬВЕРК» ПІД ЧАС ЗЕМЛЕТРУСУ

У роботі побудовано блок-схему та визначено ймовірність безвідмовної роботи причалу типу «больверк» при сейсмічній дії. Можливі типи руйнувань заанкерованих шпунтових стінок внаслідок землетрусів були визначені на основі аналізу ушкоджень причальних конструкцій типу «больверк» в наслідок значних землетрусів (порт Куширо 1993р., Акіта 1983р., Хакодате 1993р., Японія; порт Гуам 1993р., США). Різноманітність інженерно-геологічних умов може призвести до різних видів руйнувань заанкерних шпунтових стінок. Найчастіше зустрічається руйнування в наслідок розрідження ґрунту засипки, що може призвести до переміщень анкерної конструкції в бік акваторії.

Ключові слова: сейсмічна дія, сейсмічний ризик, безвідмовна робота, «больверк», розрідження ґрунту, морський порт, причал.

Вступ. Морські торговельні порти є невід'ємною складовою транспортної інфраструктури держави. При порівнянні нормативних документів ДБН В.1.1-12-2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» [1], якій діє на теперішній час, та СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» [4,5], у відповідності до якого було побудовано більшість споруд у морських портах України, не складно зазначити, що для 4-ох морських портів України нормативна бальність району будівництва збільшена на один бал, а 7-м з 13

портів знаходяться в районах з бальністю вище 7-ми. Враховуючи той факт що сейсмічна дія може призвести до руйнування портових гідротехнічних споруд та до порушення функціонування діяльності порту, оцінка сейсмічних впливів та видів відмов поряд з забезпеченням безвідмовної роботи причальних споруд, є важливим і актуальним завданням.

Ціль роботи – визначити загальні види руйнувань та ймовірність безвідмовної роботи причалу типу «больверк» при сейсмічній дії.

Задачі роботи: виконати аналізу ушкоджень причальних конструкцій типу «больверк» в наслідок значних землетрусів; побудувати блок-схему визначення видів відмов причалу типу «заанкерований больверк» при сейсмічній дії; визначити ймовірність безвідмовної роботи причалу типу «больверк» при сейсмічній дії.

Аналіз публікацій. Види пошкоджень причальних гідротехнічних споруд під час значних землетрусів, проблеми, що виникали та шляхи їх усунення.

Порт Куширо, Японія. Пошкодження стали наслідком землетрусу 15 січня 1993 року Куширо-Окі із величиною $M = 7,8$. Поверхнєве пікове прискорення $0,47g$, а поверхнєва пікова швидкість коливань ґрунту $0,63$ м/с. Будівництво порту було завершено в 1980 р., а його проектування базувалося на коефіцієнті сейсмічності $k = 0,2$ [8, 11].

Південна шпунтова набережна в рібній частині порту Куширо постраждала через розрідження засипки.

Причал Південної набережної № 1 у районі західного порту не зазнав руйнувань. Шпунтова стінка мала загальну висоту 15 м, з яких 12 м під водою. Не відбулося жодного розрідження, отже, постійного горизонтального переміщення або вертикального переміщення чи нахилу не було зареєстровано. Шар з гравію, дренаж та ґрунтові палі використовувались як засіб для запобігання розрідженню засипки. З цього випадку бачимо, що такі заходи спрацювали на відмінно.

Порт Акіта, Японія. 26 травня 1983 р. землетрус в Ніхонакай-Чубу в Японії пошкодив декілька причалів. Цей землетрус мав магнітуду $M = 7,7$. Оцінене поверхнєве прискорення ґрунту складало $0,24 g$, а пікова швидкість – $0,32$ м/с [9,12]. Коефіцієнт сейсмічного проектування, прийнятий для області, становив $k = 0,10$. Під час землетрусу шпунтовий причал Охама № 2 горизонтально змістився на 2 м, а вертикальне переміщення становило від $0,3$ до $1,3$ м внаслідок розрідження засипки та зрушення анкерної системи на $1,2$ м [6, 12].

Порт Хакодате, Японія. 12 липня 1993 р. відбувся землетрус Хоккайдо-Нансі-Окі величиною $M=7,8$. На підставі інструментальних записів пікове прискорення ґрунту складало лише $0,12g$, а пікова швидкість коливань ґрунту – $0,33$ м/с. Незважаючи на низьке значення прискорення, причальна стінка №6 зазнала значної деформації через розрідження засипки та ґрунтів. Максимальне переміщення $5,2$ м, вертикальне переміщення $1,6$ м із результирующим нахилом 15 градусів. Шпунтова стіна має висоту $10,3$ м від морського дна, а глибина води складає 8 м. Причал було сконструйовано з коефіцієнтом сейсмічності $k = 0,15$ і його будівництво було завершено в 1973 [13].

Реалізація задачі. Причальні конструкції типу больверк можуть використовуватись, якщо ґрунти основи дозволяють занурення шпунту і палі у будь-яких кліматичних умовах, а також у сейсмічних районах. Три основні види конструкцій, що використовуються при будівництві у сейсмічно небезпечних районах:

1. Незаанкерований больверк - висота причальної стінки до $6,0$ м;
2. Заанкерований больверк - висота причальної стінки до $18,0$ м;
3. Екранований больверк - висота причальної стінки до $25,0$ м.

Спираючись на аналіз руйнувань шпунтових стінок під час землетрусів необхідно систематизувати та згрупувати види відмов для складання ймовірностної моделі руйнування причалів. Заанкерована шпунтова стінка складається з лицьової стінки, анкерних пристроїв (анкерна стінка, анкерна плита або похилі палі) і анкерних тяг. Незначні переміщення анкерної системи, призводять до зниження напружень в вузлах і збільшення згинального моменту в лицьовій стінці. Добре збалансована система зусиль в стінці та анкері має важливе значення для продуктивної роботи шпунтової стінки під час землетрусу.

Різноманітність інженерно-геологічних умов може призвести до різних видів руйнувань. Найчастіше зустрічається руйнування в наслідок розрідження ґрунту засипки, це з одного боку може призвести

до переміщень анкерної конструкції в бік акваторії, зменшення зусиль в анкерному тяжі та збільшенню згинальних моментів у лицьовій стінці (рис. 1, а). З іншого боку розрідження засипки може призвести до збільшення тиску на лицьову стінку, що негативно впливає на роботу всієї конструкції (рис. 1, в). Окремо слід розглянути можливість виходу з ладу окремих елементів анкерного тяжу (рис. 1, г) або анкерної конструкції (плити, стінки або похилих паль) (рис. 1, б). У разі деформацій ґрунту основи, що сприймає навантаження від лицьової стіни, як показано на (Рис. 1, д) велика ймовірність втрати стійкості конструкції з випором ґрунту перед стінкою. Однак, такий режим руйнування конструкції може мати місце тільки тоді, коли анкер дуже міцно закріплений, і обидві стінки і анкерні тяжі дуже міцні. У сучасній практиці проектування, передбачається, що лицьова стінка буде добре закріплена, і, таким чином, першим вийде з

ладу анкер або анкерні тяжі. Саме тому історія не знає випадків, які відповідають виду руйнувань, наведеному на (рис. 1.д).

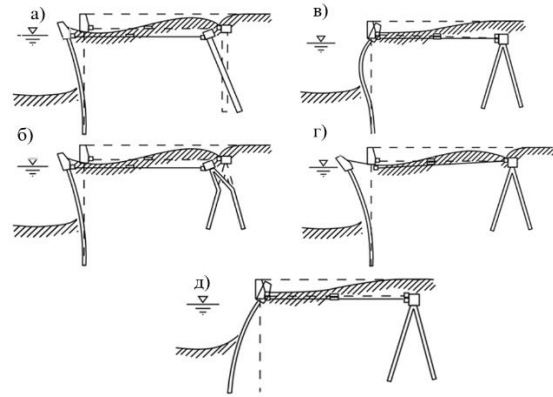


Рис. 1. Види руйнувань заанкерованих шпунтових стінок внаслідок землетрусів

У табл. 1 наведені можливі види руйнувань окремих елементів конструкції причалу типу «заанкерований больверк». Складена логічна блок-схема, що описує всі можливі види відмови елементів та конструкції в цілому (рис. 2).

Таблиця 1 - Можливі види руйнувань окремих елементів

Елемент	Можливі руйнування																				
	Розрідження засипки	Розрідження основи	Деформації ґрунту засипки	Деформації ґрунту основи	Вузел палія-ростверк	Втрата жорсткості в закладенні палі в ґрунт	Стійкість всієї конструкції	Поперечні деформації ґрунту	Переміщенні в бік моря	Розкриття тріщин в лицьовій стінці	Деформації палі	Руйнування похилих палей	Тріщини у верхній будові	Тріщини та руйнування ростверку (надбудови)	Руйнування оголовку палей	Втрата стійкості металевих палей	Руйнування анкерного тяжу	Руйнування анкерної стінки або плити	Вирив анкерного тяжу	Випор ґрунту	
Шпунт				1		1				1	1	1			1	1				1	1
Анкерна опора (плита, стіна)				1		1									1	1			1	1	
Анкерна тяга				1													1		1		
Ґрунт засипки	1		1				1	1	1												1
Ґрунт основи		1		1			1	1	1												1
Верхня будова				1									1								
Похилі палі				1	1	1			1		1	1			1	1					

самий час як граничну відмову системи приймають при катастрофічному руйнуванні, коли всі елементи на даному шляху зруйнуються. Передбачається, що кожен режим відмови сам по собі може виникнути з однаковою ймовірністю.

Ймовірність безвідмовної роботи елемента H_j за сукупністю можливих відмов визначається, виходячи з уявлення про відмови, як несумісні випадкові події, відповідно до теореми додавання ймовірностей за формулою

$$H_j = 1 - \sum (1 - H_{ij}).$$

Ймовірність безвідмовної роботи споруди в цілому визначається, виходячи з уявлення про відмови різних елементів, як незалежних випадкових події, на основі теорем множення ймовірностей за формулою

$$H = \prod_j H_j$$

Таблиця 2 - Матриця ймовірності безвідмовної роботи

Можливі руйнування Елемент	Розрідження засипки	Розрідження основи	Деформації ґрунту засипки	Деформації ґрунту основи	Вузел палія-ростверк	Втрага жорсткості в закладенні палі	Стойкість всієї конструкції	Поперечні деформації ґрунту	Переміщенні в бік моря	Розкриття тріщин в лицьовій стінці	Деформації палі	Руйнування похилих палі	Тріщини у верхній будові	Тріщини та руйнування ростверку (надбудови)	Руйнування оголовку палі	Втрага стійкості металевих палі	Руйнування анкерного тяжу	Руйнування анкерної стінки або плити	Вирир анкерного тяжу	Випор ґрунту	Ймовірність безвідмовної роботи
Шпунт				0.85	0.9			0.85	0.9	0.9					0.95	0.95			0.95	0.85	0.10
Анкерна опора (плита, стіна)				0.85	0.9										0.95	0.95		0.95	0.95		0.55
Анкерна тяга				0.85													0.95	0.95			0.75
ґрунт засипки	0.85		0.85				0.95	0.85	0.85											0.85	0.20
ґрунт основи		0.85		0.85			0.95	0.85	0.85											0.85	0.20
Верхня площадка				0.85									0.9								0.75
Похилі палі				0.85	0.98	0.9		0.85	0.9	0.9				0.95	0.95						0.28

Нормативні значення надійності встановлюються на основі досвіду проектування причальних споруд з використанням методів теорії надійності і економічних критеріїв [15]. В якості орієнтовних можуть прийматися [4]:

для бетонних і залізобетонних елементів причальних споруд по відмовах, пов'язаним з роботою матеріалу по першій і другій групах граничних станів, відповідно $H_{n,I}=0,98 \div 0,99$; $H_{n,II} = 0,90 \div 0,95$;

для елементів причальних споруд по відмовах, пов'язаним з роботою ґрунтів по першій і другій групах граничних станів, відповідно $H_{n,I}=0,95 \div 0,98$; $H_{n,II}=0,85 \div 0,90$.

Прийmemo найменші значення нормативної надійності в якості проектних та визначимо мінімальне значення для надійності всього причалу типу «заанкерований больверк». На основі таблиці 1 складемо матрицю ймовірності безвідмовної роботи та представимо її в табл. 2.

Тоді ймовірність безвідмовної роботи всієї конструкції причал типу «заанкерований больверк» при перевищенні

проектних значень сейсмічних навантажень визначимо за (2)

$$H=0.00035.$$

Висновок. В даній роботі наведено аналіз можливих руйнувань причалів типу «больверк» при дії сейсмічних впливів, для аналізу використовувались вітчизняні та іноземні літературні джерела за останні роки. На основі аналізу визначено основні види руйнувань, як окремих елементів так і всієї конструкції, побудовано блок-схему та матрицю для визначення ймовірності безвідмовної роботи конструкції, що дорівнює $H=0.00035$.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДБН І.1-12:2014. Державні будівельні норми України. Будівництво в сейсмічних районах України. Київ: Мінрегіонбуд України, Укрархбудінформ, 2014. 110 с.
2. РД 31.3.06-2000. Руководство по учету сейсмических воздействий при проектировании морских гидротехнических сооружений типа «Больверк».
3. РД 31.31.55-93. Инструкция по проектированию морских причальных сооружений. Москва: Федеральная служба морского флота России, 1996. 110 с.
4. РД 31.31.35-85 Основные положения расчета причальных конструкций на надежность. Москва: «Мортехинформреклама», 1986. 31 с.
5. СНиП II-7- 81*. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. Москва: МИНСТРОЙ России, 1985. 116 с.
6. Borg R.C. *Seismic performance, Analysis and Design of Wharf Structures: a Comparison of Worldwide Typologies. A Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Master Degree in Earthquake Engineering*, 2007. 256 p.
7. Buslov, V.M. Evaluating earthquake damage to concrete wharves. *Concrete International*, 1996. pp. 50-54.
8. Comatin C.D. Guam earthquake of August 8, 1993 Reconnaissance Report. *Earthquake Spectra; Supplement B*, 1995. Vol. 11. EERI.
9. Eidinger J.M. Gujarat (Kutch) India Earthquake of January 26, *Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering/Kutch*, 2001. 135. URL: http://www.geen-gineering-systems.com/ewExternalFiles/Bhuj_M7.4_2001.pdf
10. Egan J.A., Hayden R.F., Scheibel. Otus M., Seventi, G.M. Seismic repair at Seventh Street Marine Terminal. *Grouting, Soil Improvement and Geosynthetics, Geotechnical Special Publication*, 1992. No. 30. ASCE, pp. 867-878.
11. Iai S., Matsunaga, Y., Morita, T., Miyata, M., Sakurai, H., Oishi, H., Ogura, H., Ando, Y., Tanaka, Y., Kato, M. Effects of remedial measures against liquefaction at 1993 Kuroshiro-Oki earthquake. *Proc. 5th US-Japan Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Facilities and Countermeasures against Soil Liquefaction, NCEER-94-0026*, National Center for Earthquake Engineering Research, 1994. pp. 135-152.
12. Iai S., Kameoka T. Finite element analysis of earthquake induced damage to anchored sheet pile quay walls. *Soils and Foundations*, 1993. Vol. 33(1). P. 71-91.
13. Inatomi T., Uwabe T., Iai S., Kazama M., Yamazaki H., Matsunaga Y., Sekiguchi S., Mizuno Y., Fujimoto Y. Damage to Port Facilities by the 1993 Hokkaido-Nansei-Oki Earthquake. *Technical Note of the Port and Harbour Research Institute*. 1994.
14. *Preliminary Report of JSCE*. Japan Society of Civil Engineer, Reconnaissance Team on July 16, 1990. 160p.
15. *PIANC Seismic Design Guidelines for Port Structures, International Navigation Association*. Tokyo: A.A. Balkema Publishers, 2001. 88 p.

Безушко Д.И., Егупов К.В, Ильчов В.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩИХ ВИДОВ РАЗРУШЕНИЙ И КРИТЕРИЕВ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ПРИЧАЛА ТИПА «БОЛЬВЕРК» ВО ВРЕМЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ. В работе представлена блок-схема и определена вероятность безотказной работы причала типа «больверк» при сейсмическом воздействии. Возможные типы разрушений анкерированных шпунтовых стенок вследствие землетрясений были определены на основе анализа поврежденных причальных конструкций типа «больверк» вследствие значительных землетрясений (порт роголистник 1993г., Акита 1983г., Хакодате 1993г., Япония; порт Гуам 1993г., США). Разнообразие инженерно-геологических условий может привести к различным видам разрушений анкерированных шпунтовых стенок. Чаще всего встречается разрушения вследствие разжижения грунта засыпки, это может привести к перемещениям анкерной конструкции в сторону акватории. На основе анализа определены основные виды разрушений, как отдельных элементов так и всей конструкции, построено блок-схему и матрицу для определения вероятности безотказной работы конструкции $H = 0.00035$.

Ключевые слова: сейсмическое воздействие, сейсмический риск, надежность, «больверк», разжижения грунта, морской порт, причал.

Bezushko D.I., Iegupov K.V., Illichov V.G. DETERMINATION OF THE GENERAL TYPES DESTRUCTION AND CRITERIA OF reliability «BOLVERK» TYPE of wharf DURING EARTHQUAKE. The block diagram is constructed in the work and the probability of failure-free operation of the «Bolverk» type of wharf during seismic action is determined. Possible types of earthquake breakage of anchored sheet pile walls were determined on the basis of an analysis of damages mooring structures of the «Bolverk» type of wharf due to significant earthquakes (Port of Kushiro 1993, Akita 1983, Hakodate 1993, Japan; Guam Port 1993, USA). A variety of engineering and geological conditions can lead to

different types of destruction of anchored sheet pile walls. The most common is the destruction due to thinning of the backfill soil, which on the one hand can lead to displacement of the anchor structure towards the water area.

On the basis of the analysis the main types of destructions, both individual elements and the whole structure were determined, a block diagram and a matrix were constructed to determine the probability of reliability operation of the structure, equal to $H = 0.00035$.

Key words: seismic action, seismic risk, reliability operation, «Bolverk» type of wharf, soil thinning, seaport, wharf.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-97-3-48-53

УДК 624.21.092

Більченко А.В., Лозицький А.С., Кіслов О.Г., Ігнатенко А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61002, Україна; e-mail: Bilchenko39@gmail.com; akislov548@ukr.net;

orcid.org/0000-0001-5077-6235; orcid.org/0000-0001-80028-3511; orcid.org/0000-0002-5164-8515;

orcid.org/0000-0001-9222-1051)

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВЛАШТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТОВИХ СПОРУД

У науковому середовищі існує думка, що головна причина малого терміну довговічності мостових споруд - це погане їх технічне обслуговування. Однак досвід показав, що основною причиною все-таки є низька якість матеріалів, дуже низька якість виконання робіт і слабкий професіоналізм виконавців будівельних робіт. Тому необхідно конкретизувати причини деградації кожного з видів конструктивних елементів дорожнього одягу і виконати розрахунки по визначенню його гарантованої міцності з часом і визначити, як будуть зберігатися експлуатаційні властивості. Тому вимога нормативних документів по влаштуванню монолітної залізобетонної плити при виконанні ремонтів дорожнього одягу передбачає деградацію залізобетону в верхній частині прогонових будов. Метою даної роботи є вивчення питання виникнення технологічних тріщин при бетонуванні монолітної залізобетонної плити в процесі ремонту мостової споруди. Технологічні процеси, що відбуваються, під час бетонування викликають появу тріщин на поверхні плити. Було висунуто припущення про накладення усадочних тріщин на технологічні, і розвиток їх у часі. Цей процес впливає на якість виконання напилюваної гідроізоляції, яка отримала в даний час великого поширення.

Ключові слова: мостові споруди, монолітна плита, технологічні тріщини, усадочні тріщини, технологія бетонування, гідроізоляція.

Вступ. Основна функція мостової споруди - пропуск транспорту і пішоходів через будь-які перешкоди, тому воно є найбільш вузьким і найбільш проблематичним місцем на дорозі. Цей факт чиновники і дорожні служби повинні використовувати при розподілі фінансування на капітальні ремонти та експлуатацію мостових споруд. Вибоїна на дорозі і вибоїна на покритті мостової споруди це дві абсолютно різні ситуації. У першому випадку страждає тільки транспортний засіб, а в

другому випадку через динамічний вплив - несучі конструкції моста, шари дорожнього одягу, транспортний засіб, і в кінцевому підсумку безпека руху.

Одним з найважливіших конструктивних елементів мостової споруди є дорожній одяг проїжджої частини, який сприймає на себе навантаження від руху транспорту і передає їх на силові елементи споруди (балки, плити і опори).

Успішна експлуатація всієї споруди можлива тільки при спільній роботі