



УДК 550.34:69.07:338.2

**DETERMINATION OF THE GENERAL TYPES OF DESTRUCTION OF
OVERPASS WHARF IN SEISMIC ACTION****ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИДІВ РУЙНУВАНЬ ПРИЧАЛЬНИХ СПОРУД
ЕСТАКАДНОГО ТИПУ ПРИ СЕЙСМІЧНІЙ ДІЇ****Bezushko D.I. / Безушко Д.І.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-2215-1136

*Odessa National Maritime University,**Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одеський національний морський університет,**Одеса, вул.Мечникова 34, 65029***Illichov V. / Іллічов В.Г.***s.t.s. / к.т.н.,**Odessa National Maritime University,**Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одеський національний морський університет,**Одеса, вул.Мечникова 34, 65029*

Анотація. В даній роботі наведено аналіз можливих видів руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусу, для аналізу використовувались вітчизняні та іноземні літературні джерела. На основі аналізу визначено основні види руйнувань, як окремих елементів так і всієї конструкції.

Ключові слова: безвідмовна робота, «естакада», розрідження ґрунту, морський порт, причал.

Порти є стратегічно важливими елементами національної і міжнародної торгівлі. До теперішнього часу значна частина причалів морських портів України практично вичерпала нормативний термін служби. При цьому розвиток нових видів перевезень та поява нових типів суден виявили одну з головних причин морального старіння причальних споруд - для прийому судів нових типів портам необхідно забезпечити глибини у причалів від 11,5 до 20 м.

Перераховані обставини зумовили необхідність модернізації експлуатованих споруд. Більше того, подальше нарощування вантажообігу портів нині неможливе без реконструкції (посилення) певної частини причального фронту або будівництва нового, що у свою чергу накладає підвищені вимоги до забезпечення надійності конструкцій. Відповідно до [1] 7-м з 13 Морських портів України знаходяться в сейсмічно небезпечних районах з більшістю вище 7-ми. Сейсмічні впливи призводять 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.

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

Порт Сан-Фернандо, Філіппіни

16 липня 1990 року землетрус Лузона на Філіппінах з величиною $M=7,8$ пошкодив причал № 1 у порту Сан-Фернандо. Пірс на залізобетонних



палях квадратного перетину, довжиною 200 м і шириною 19 м, мав бетонну палубу. Використовувалися спарені вертикальні та похилі палі (рис. 1.).

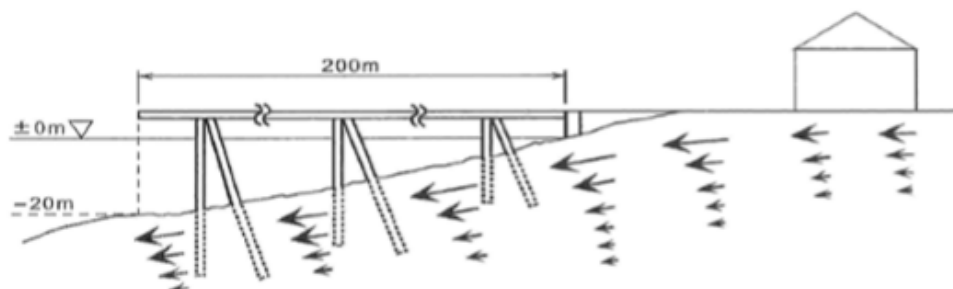


Рис. 1. Порт Сан-Фернандо, Філіппіни

Джерело: [12].

Причал у вигляді пірсу зазнав повздовжніх переміщень в бік моря [6,12] внаслідок зрушень та деформацій несучого ґрунту. Багато розривів виникло у поздовжньому напрямку верхньої будови. Найбільший розрив сягав 1,5 м. Також спостерігались тріщини та руйнування оголовків палей.

Порт Ейлат, Ізраїль

Землетрус 22 листопада 1995 року в Ізраїлі мав магнітуду $M = 7.2$. Порт Ейлат був розташований на відстані 100 км від епіцентру цього землетрусу. Головний причал мав загальну висоту 13 м і глибину води 10,5 м (рис. 2). Цей причал відкритого типу складається з збірних плит та ростверку на восьмикутних попередньо-напружених залізобетонних палях діаметром 46 см. Після землетрусу палі не було пошкоджено, але постійні переміщення в діапазоні від 5 до 15 мм призвели до розкриття стиків [7,12].



Рис. 2. Порт Ейлат, Ізраїль

Джерело: [12].

Порт Окленд, США

Землетрус Лома Прієта 1989 року з магнітудою 6,9 в Каліфорнії заподіяв серйозної шкоди спорудам терміналу в порту Окленда [11, 12], що знаходився в 90 км на північ від епіцентру землетрусу. Прискорення в порту Окленд було в межах 0.25 - 0.3g.

Найбільш серйозних пошкоджень було завдано Терміналу в районі 7-ї



вулиці (рис. 3). Розрідження засипки призвело до просідань, бокового розширення і розтріскування покриття на великій площі.

Максимальний осад контейнерних майданчиків складав близько одного фути. Було завдано істотної шкоди кільком кранам, працюючим на насипу. Кордонний крановий рейок був на пальових опорах на залізобетонній балці і не зазнав суттєвого пошкодження. А тиловий крановий рейок, який опирався на насип уздовж більшої частини терміналу, був пошкоджений в результаті нерівномірних просідань насипу і пошкодження покриття. Через це пошкодження кілька основних кранів не могли працювати після землетрусу.



Рис. 3. Термінал 7-ї Вулиці, порт Окленд

Джерело: [11].

Бокові переміщення, що виникли в результаті розрідження насипу, і глин під дамбою викликали пошкодження в верхній частині декількох паль, що підтримували причал. Пошкодження паль виникли у верхній частині тлових похилих паль і, головним чином, являли собою руйнування при розтягу. Кордонні вертикальні палі в основному не постраждали. Пошкодження паль стають прикладом того руйнування, що може виникнути в результаті використання похилих паль для стримування поперечних деформацій у відносно слабких ґрунтах основи. Ці палі – "жорстке" включення в структурну систему, що призводить до великих концентрацій напруг під час сейсмічного впливу. Однак характер ушкоджень був, в основному, пов'язаний з руйнуванням при розтягу в результаті зовнішнього тиску насипу, що свідчить про те, що розрідження і супутні цьому поперечні деформації були вирішальними факторами.

2. Конструктивні рішення набережних та пірсів естакадного типу.

До причальних споруд естакадного типу слід відносити конструкції набережних і пірсів, що спираються на пальові опори.

Конструкції естакадного типу слід підрозділяти [3]:

залежно від конструкції верхньої будови і розташування опор - на споруди естакадного і мостового типів;



залежно від розташування на акваторії та сполучення з берегом - набережні-естакади, що перекривають підпричальний укіс по усій довжині споруди, та пірси, що включають вузькі рейдові причали;

залежно від конструкції верхньої будови та опор - із збірною, збірно-монолітною і монолітною верхньою будовою, на призматичних палях, палях-оболонках, металевих трубах, оболонках великого діаметру і на опорах з кладки масивів.

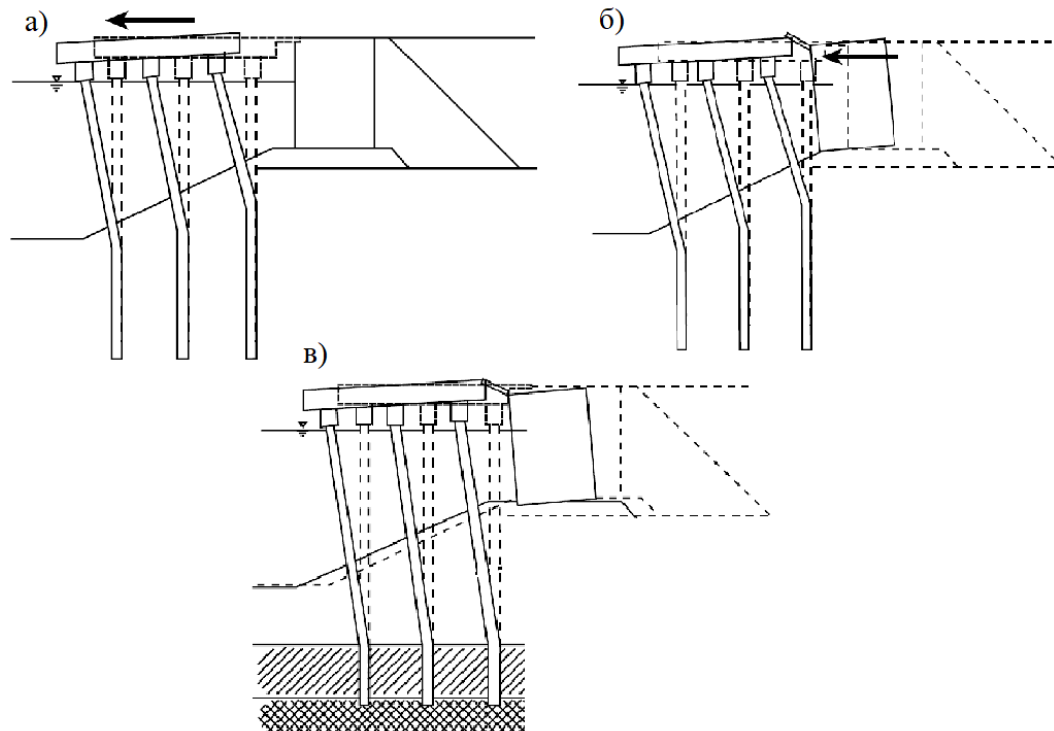


Рис. 4. Можливі види руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусу

а) деформації при дії інерційних сил від верхньої будови; б) деформації у разі виникнення значних зрушень засипки; в) деформації при не стабільному укосі.

Джерело: [10].

Спираючись на аналіз руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусів, можна виділити три основні причини руйнування причальних споруд естакадного типу під час землетрусу [2,10]:

1. Для причалів побудованих на міцних ґрунтах, з стабільним підпричальним укосом - це сприйняття палями сил інерції від верхньої будови – є основною причиною руйнування (рис. 4, а);

2. Максимальний момент, що згинає, виникає в оголовках палей у тилевій зоні, оскільки вони мають найменшу вільну довжину. У разі виникнення значних зрушень засипки, або конструкцій що її стримують, можуть виникнути переміщення верхньої будови у бік моря, що в свою чергу призведе до руйнування, як зображено на Рис. 4, б;

3. Для причалів побудованих на не стабільному укосі, в наслідок його зрушення, виникають переміщення палей у бік моря, як показано на Рис. 4, в.



Висновок.

В даній роботі наведено аналіз можливих видів руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусу, для аналізу використовувались вітчизняні та іноземні літературні джерела. На основі аналізу можна визначити три основні види руйнувань причалів естакадного типу: руйнування паль в наслідок дії сил інерції від верхньої надбудови; руйнування тилових паль в наслідок тиску від зрушення існуючих конструкцій в бік моря; зрушення укусу в бік моря, що призводить до руйнування паль.

Список літератури

1. ДБН 1.1-12:2014. Державні будівельні норми України. Будівництво в сейсмічних районах України. – Київ: Мінрегіонбуд України, Укрархбудінформ, 2014. – 110с.
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.- 110с.
4. РД 31.31.35-85 Основные положения расчета причальных конструкций на надежность.- Москва "Мортехинформреклама", 1986.- 31с.
5. СНиП II-7- 81*. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах.–Москва: МИНСТРОЙ России, 1985.–116с.
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.-256p.
7. Buslov, V.M. Evaluating earthquake damage to concrete wharves// Buslov, V.M./ Concrete International, 1996. pp. 50-54.
8. Comatin C.D. Guam earthquake of August 8, 1993 Reconnaissance Report/ Earthquake Spectra; Supplement B to Vol. 11, 1995 EERI.
9. Eidinger J.M. Gujarat (Kutch) India Earthquake of January 26, 2001. Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering/Kutch, 2001.-P.135. [http://www.geengineeringssystem.com/ewExternalFiles/Bhuj_M7.4_2001.pdf]
10. Earthquake engineering handbook / edited by Wai-Fah Chen, Charles Scawthorn/ CRC Press LLC, 2003.- 1450p.
11. Egan J.A. Seismic repair at Seventh Street Marine Terminal// Egan J.A., Hayden R.F., Scheibel. Otus M., Seventi, G.M. / Grouting, Soil Improvement and Geosynthetics, Geotechnical Special Publication No. 30, ASCE, 1992. -pp.867-878.
12. PIANC Seismic Design Guidelines for Port Structures, International Navigation Association, / A.A. Balkema Publishers, Tokyo, 2001.
13. Егупов К.В. Причальные сооружения эстакадного типа /учебное пособие /Егупов К.В., Москва В/О Мортехинформреклама 1991г. С.85
14. Osamu Kiyomiya New Seismic Design of Port and Harbor Steel Structures /<https://ru.scribd.com/document/147729409/New-Seismic-Design-of-Port-and-Harbor-Steel-Structures>.



15. Atsushi NOZU SEISMIC DESIGN OF PORT STRUCTURES / Koji ICHII, Takahiro SUGANO / Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.4, No.3 (Special Issue), 2004

References:

1. DBN 1.1-12: 2014. State building codes of Ukraine. Construction in seismic regions of Ukraine. - Kyiv: Ministry of Regional Construction of Ukraine, Ukrhbudinform, 2014. - 110 p.
2. RD 31.3.06-2000. A guide to seismic effects in the design of offshore hydraulic systems of the Bolverk type.
3. RD 31.31.55-93. Instructions for designing marine berths. - Moscow: Federal Service of the Russian Navy, 1996. - 110c.
4. RD 31.31.35-85 Basic provisions for the calculation of berth structures for reliability. - Moscow "Mortekhinformreklam", 1986.- 31s.
5. SNIP II-7- 81 *. Building rules and regulations. Construction in seismic regions. –Moscow: Ministry of Russia, 1985. – 116s.
6. Borg R.C. (2007) Seismic performance, analysis and design of wharf structures / Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Master Degree in earthquake engineering - 256p.
7. Buslov, V.M. (1996) Evaluating earthquake damage to concrete wharves// Buslov, V.M./ Concrete International, pp. 50-54.
8. Comatin C.D. (1995) Guam earthquake of August 8, 1993 Reconnaissance Report/ Earthquake Spectra; Supplement B to Vol. 11, EERI.
9. Eidinger J.M. Gujarat (Kutch) (2001) India Earthquake of January 26, 2001. Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering/Kutch,-P.135. [http://www.geengineeringssystem.com/ewExternalFiles/Bhuj_M7.4_2001.pdf]
10. Earthquake engineering handbook / edited by Wai-Fah Chen, Charles Scawthorn/ CRC Press LLC, 2003.- 1450p.
11. Egan J.A. (1992) Seismic repair at Seventh Street Marine Terminal// Egan J.A., Hayden R.F., Scheibel. Otus M., Seventi, G.M. / Grouting, Soil Improvement and Geosynthetics, Geotechnical Special Publication No. 30, ASCE, -pp.867-878.
12. PIANC Seismic Design Guidelines for Port Structures, International Navigation Association, / A.A. Balkema Publishers, Tokyo, 2001.
13. Egupov K.V. Berth structures of trestle-type / study guide / Yegupov KV, Moscow In / About Mortekhinformreklama 1991 P.85.
14. Osamu Kiyomiya New Seismic Design of Port and Harbor Steel Structures / <https://ru.scribd.com/document/147729409/New-Seismic-Design-of-Port-and-Harbor-Steel-Structures>
15. Atsushi N. (2004) Seismic design of port structures / Koji ICHII, Takahiro SUGANO / Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.4, No.3 (Special Issue).

Abstract. Ports are strategically important elements of national and international trade. Seismic impacts lead to the destruction of port hydraulic structures and to the disruption of the functioning of the port, the assessment of seismic effects and types of failures, along with ensuring trouble-free operation of berthing structures, is an important and urgent task. In this paper, an analysis of possible types of damages of berth structures of the trestle type during an earthquake is used, and domestic and foreign literary sources were used for the analysis. Based on the analysis, three main types of destructions of trestle berths can be identified: the destruction of piles due to inertia forces from the top superstructure; destruction of rear piles as a result of pressure from displacement of existing structures towards the sea; offset of the slope towards the sea, leading to the destruction of piles.

Key words: "overpass wharf", soil thinning, seaport, pier, trouble-free work.

07.10.2019 p.

© Безушко Д.І.