железобетонных конструкций. – М. : Стройиздат, 1976. – С. 132–137.

15. Семенов А. И. Предварительно напряженный железобетон с витой проволочной арматурой / А. И. Семенов. – М. : Стройиздат, 1976. – 208 с.

16. Расчет конструкций на динамические и специальные загрузки [Н. Н. Попов, Б. С. Расторгуев, А. В. Забегаев.]. – М. : Высшая школа, 1992. – 319 с. – (Учебное пособие для вузов по специальности "Промышленное и гражданское строительство").

17. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона / О. Я. Берг. – М. : Стройиздат, 1961. – 96 с.

18. Лолейт А. Ф. Новый проект Норм : тр. конф. по материалам I Всесоюзной конференции по бетону и железобетону (Москва, апрель 1930 г.) / А. Ф. Лолейт. – М., 1931.

19. Мурашев В. И. Трещиноустойчивость, жесткость и прочность железобетона (Основы сопротивления железобетона) / Василий Иванович Мурашев. – М. : Министерство строительства предприятий машиностроения, 1950. – 268 с.

20. Prandtl L. Spannungsverteilung in Plastichen Korpern : Proc. of 1 st Int. Congr. of Appl. Mech / L. Prandtl – 1924. – P. 43–54.

21. Рейсс Э. Учет упругой деформации в теории пластичности / Э. Рейс // Теория пластичности. – М. : Изд–во иностр. лит., 1948. – С. 206–222.

УДК

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ МОРСЬКИХ ПОРТОВИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ПАЛЬОВОГО ТИПУ

Цвігун С.І., ***Іванець Г.Є.***, *гр. ПЦБ-608м(н).*
Науковий керівник – ***Рубцова Ю.О.*** *Консультант* – *к.т.н., доц.* ***Данелюк В.І.***

Актуальність. Морські причали - це технічні об'єкти, які будуються і експлуатуються у сфері складного довготривалого впливу або прямої дії одночасно трьох середовищ: суша-повітря-вода, а також значних силових експлуатаційних навантажень. Зростання ризику виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних з ненормативними навантаженнями на конструктивні елементи причалів, складні природні дії на будівельні матеріали споруд, а також обмежені умови проведення ремонтно-

відновних і будівельних робіт на об'єктах вимагають уважнішого інженерного підходу до контролю технічного стану існуючих морських портових гідротехнічних споруд.

До теперішнього часу в Україні не існує узагальнених інженерних інструкцій і нормативних документів з питання забезпечення життєвого циклу портових причалів від ідеї створення, проектування, будівництва, утримання експлуатаційної придатності до ухвалення рішення про припинення функціонування споруди у проектному призначенні. Ця робота визначила напрями для майбутніх досліджень і розвитку загальних теоретичних основ забезпечення життєвого циклу морських гідротехнічних споруд за допомогою комплексної системи управління, що включає аналіз їх технічного стану та оцінку взаємодії різних показників при порівнянні, виборі та оптимізації альтернатив економіки. Останніми роками такі дослідження постають більш актуальними у зв'язку зі значним прискоренням технічного прогресу в області сучасного морського суднобудування та вантажообігу, а також за умов розвитку систем планування інвестицій та оцінки фінансово-економічної ефективності утримання споруд у морських портах України.

Мета. Створення концепції забезпечення якості життєвого циклу морських портових гідротехнічних споруд на етапах їх проектування, будівництва та експлуатації (утримання).

Завдання: - ознайомитися з методами обстеження конструкцій морських портових гідротехнічних споруд;

- проаналізувати результати інженерних обстежень;

- провести огляд параметрів системи управління технічним станом морських портових гідротехнічних споруд;

- розробка рекомендацій для подальших досліджень з проектування життєвого циклу причальних споруд.

Використана методика дослідження. Аналіз результатів інженерних обстежень та методів неруйнівного контролю міцності бетону. Класифікаційний розподіл показників життєвого циклу споруд. Робота з сучасним інженерним програмним забезпеченням щодо методик розрахунків несучої здатності.

Ключові слова: причал, пальова естакада, категорії технічного стану, техніко-економічне планування.

Аналіз результатів інженерних обстежень показав, що значна частина морських портових гідротехнічних споруд так чи інакше вимагає ремонтних робіт, а деякі практично вичерпали експлуатаційний ресурс і досягли граничного стану. У ситуації, що склалася, дуже актуальне питання про продовження експлуатаційно-технічного

ресурсу споруд, їх модернізації і тому подібне, відповідно до сучасних техніко-економічних і інших вимог. Будівництво ж нових споруд повзв'язане зі значними капітальними витратами.

Морські порти є важливим елементом як внутрішньої, так і зовнішньої економіки країни, які вносять значний фінансовий внесок у її розвиток. Україна має найпотужніший портовий потенціал серед усіх країн Чорного моря. Сьогодні в Україні функціонує 20 морських торгових портів, з причальною лінією близько 43 км (близько 330 причалів). У Одеському регіоні знаходиться сім портів, з яких три - Іллічівськ (порт Чорноморськ), Одеський і Південний - мають найкращі морські підходи, з глибиною біля причалів до 15 м, що забезпечують близько 60 % усього вантажообігу портів України. Причальний фронт і територію портів обслуговують близько 600 портальних кранів, тисячі навантажувачів різних типів і інших одиниць портової техніки. Порти мають більше 330 тис. $м^2$ критих складів і більше 2,5 млн. кв. м відкритих складських площ.

Аналіз даних про технічний стан причальних споруд, що знаходяться в експлуатації транспортних підприємств України, дозволяє стверджувати, що в процесі експлуатації причали в морських портах піддаються прогресуючому зносу. Більшість причалів в сучасній портовій інфраструктурі України являються споруди з терміном експлуатації 30 і більше років. Визначені на момент їх проектування навантаження були достатніми для того часу.

Але, з роками змінювалася економічна кон'юнктура, і порти переорієнтовувалися з одних вантажів на інші, з одних судів на більші, у тому числі на ті, під які гідротехнічні споруди (ГТС) спочатку не були запроектовані. У зв'язку з цим змінюються і навантаження на ГТС.

Найчастіше експлуатуючі організації нехтують необхідністю дотримуватися норм навантажень, зокрема, не розробляють довідників допустимих навантажень, не роблять спеціальних розрахунків, що визначають навантаження, які допускаються, з урахуванням фактичного технічного стану.

Для забезпечення здатності конструкції гідротехнічної споруди, що несе, в обов'язковому порядку повинен вестися контроль за експлуатаційними навантаженнями на складські майданчики, розташовані в перехідній і тиловій зоні причальної споруди і відповідальність за це повинна нести експлуатуюча організація і це необхідно відобразити в нормативно-правовій документації, що визначає межі причальних споруд і обов'язки експлуатуючих організацій. Це дозволить підтримувати технічний стан ГТС на належному рівні і забезпечуватиме їх безпечну експлуатацію.

У цій студентській науковій статті розглянута проблематика портових гідротехнічних споруд, приведена характеристика категорій технічного стану конструкцій, представлений аналіз технічного стану причальних споруд.

Портові гідротехнічні споруди не є напірними спорудами, проте аварії на цих спорудах можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій, у тому числі з людськими жертвами.

За даними «ЧорноморНДІпроект» і Регістра судноплавства України, мають місце факти зниження рівня безпеки експлуатації портових гідротехнічних споруд. Не проводиться профілактична робота по недопущенню перевантаження причалів і оцінці впливу перевантажень на здатність, що несе, і технічний стан конструкцій (випадки перевантаження не реєструються, допустимі навантаження на причали практично ніде не переглядаються).

Поточний і капітальний ремонти проводяться несвоєчасно, не в повному об'ємі, часто із залученням малокваліфікованих організацій, що не мають досвіду роботи в морській гідротехніці. Несвоєчасно проводяться інженерно-технічні огляди і обстеження гідротехнічних споруд.

Передусім, для підтримки працездатності ГТС, необхідно наслідувати нормативні вимоги до їх експлуатації, які визначені в НД 31.3.003:2005 «Правила технічної експлуатації портових споруд і акваторій» і доповненнях внесених наказом Міністерства інфраструктури України №411 від 18.06.2013 р. Повинен передбачатися комплекс організаційних і інженерно-технічних заходів по дотриманню встановленого режиму експлуатації, а також вимог по оптимальному технічному обслуговуванню і ремонту.

У свою чергу для створення і ефективного функціонування такого режиму потрібна інформаційна і технологічна основа - дані про технічний стан споруд, сучасна науково-дослідна база гідротехнічного будівництва і виробництва будівельних матеріалів, розробка індивідуальних інженерних рішень при проведенні ремонтно-відновних робіт для кожного об'єкту з урахуванням природно-кліматичних чинників, особливостей конструктивних схем і умов експлуатації.

У загальній довжині причальних споруд більше половини складають споруди естакадної конструкції. Вони є наскрізними конструкціями з опор, що окремо стоять, у вигляді паль, занурених в ґрунт на певну глибину і сполучених між собою верхньою будовою. Найбільш застосовні у вітчизняній практиці збірні залізобетонні естакади на заздалегідь напружених призматичних палях і палях-оболонках з

верхньою будовою з великоблочних елементів з глибинами біля причалів 4,5-13 м.

Дослідження умов експлуатації причалів показали, що конструкції естакад, що знаходяться в надводній зоні, піддаються навантаженням від вантажів на верхній будові і від переміщуваних кранами вантажів, а також навантаженням, що викликаються судами. На збереження конструкцій впливають речовини, що обробляються на причалах, а також атмосферні впливи. Як правило, стан конструкцій визначається при обстеженні без проведення спеціальних досліджень.

Зона змінного горизонту води є ділянкою між рівнями високих і низьких вод. Коливання рівня води залежать від місцезнаходження і кліматичних показників. Щорічні коливання можуть бути значними. Вода, яка замерзає і тане, призводить до значних пошкоджень поверхонь конструкцій. Як правило, в зоні обмерзання сталевих конструкцій не утворюється захисний корозійний шар, оскільки він стирається льодами. Підхід судна до причалу в льодах і руйнування льоду біля причалу призводить до пошкодження конструкції в зоні змінного горизонту води.

Підводні конструкції – піддаються навантаженням, викликаним навалюванням судів. Особливо носові бульби судів можуть викликати великі руйнування в стінних конструкціях і палях. Ушкодження підводних конструкцій важко виявити без проведення водолазних обстежень.

У зв'язку з цим виникає необхідність у відновленні бетонних і залізобетонних конструкцій, яка пов'язана з підбором, випробуваннями і впровадженням будівельних матеріалів підвищеної стійкості, здатних забезпечити необхідну якість ремонтно-відновних робіт, залежно від типів дефектів, що усуваються, а також з розробкою індустріальної технології виконання ремонтних робіт конструкцій причалів.

Матеріали, які використовуються для ремонту портових гідротехнічних споруд, окрім міцності повинні мати ряд захисних властивостей в умовах періодичної або постійної дії морської води і льоду, максимальну сумісність з бетоном, мати високий показник адгезії. Відповідність фізичних, хімічних і електрохімічних характеристик ремонтної і існуючої систем є обов'язковим, якщо ремонтна система повинна витримувати усі зусилля і напругу, що викликаються повним навантаженням, і при цьому не втрачати своїх властивостей і не руйнуватися в конкретних умовах довкілля і впродовж певного тимчасового проміжку. Під ремонтною системою, в даному випадку, мається на увазі композитна система, що складається з ремонтного матеріалу, контактного шару і ремонтованого бетону.

Тільки збереження композитної системи може служити основою довговічності відремонтованої конструкції. Критерієм забезпечення збереження композитної системи являється показник адгезії.

Стратегію ремонту визначають такі чинники, як оцінка умов розташування конструкції (підводна, надводна, змінного рівня води), величина дії кавітації, схильність ударним і динамічним навантаженням, агресивність середовища (контакт з морською водою), сезонність, обмеження термінів і поєднання ремонтних робіт з функціонуванням портових споруд. Велике значення має розташування конструкції в плані її доступності для ремонту, тобто можливість установки опалубки або необхідність застосування тиксотропних матеріалів. Ремонт бетонних і залізобетонних конструкцій гідротехнічних споруд, залежно від їх розташування, виду і розміру руйнування виконується різними способами. Від вибраного способу ремонту залежить вибір матеріалів, які будуть використані при ремонтно-відновних роботах.

Висновки

Виходячи з технічного стану морських гідротехнічних споруд можна зробити висновок, що до категорій технічного стану : *аварійне*, *непридатне до нормальної експлуатації*, *задовільне*, *що вимагає ремонтних робіт* споруди відносяться внаслідок втрати стійкості тилової частини причалу, відколів і значних пошкоджень паль тилових рядів і масивів тилового сполучення.

До основних пошкоджень причальних гідротехнічних споруд відносяться:

- пошкодження паль - відколи кутів, вертикальні тріщини, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури.

- пошкодження бортових балок - розломи, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури, наскрізні руйнування бортових балок зі значною корозією і деформацією арматури.

За результатами комплексного аналізу портових гідротехнічних споруд може бути розроблена модель пошкодження таких споруд. Найуразливіші елементи споруд естакад у вигляді естакад: ділянки в зоні змінного горизонту води, бортові балки, нижня поверхня плит верхньої будови, фасадні грані масивів тилових сполучень і тилова частина ростверку.

Під проектуванням терміну служби мається на увазі розбиття частин конструкцій на категорії на основі їх терміну служби. Розбиття є модулярним та ієрархічним, тобто передбачені комплекси різних розмірів, у тому числі конструктивні модулі, деталі та матеріали.

Проектні терміни служби конструктивних модулів різняться та залежать від проектного віку споруди. Визначальним фактором терміну служби будівель, споруд та конструктивних модулів є пошкодження або старіння. Старіння може бути технічним, функціональним, економічним або екологічним.

Головний принцип проектування терміну служби: несучі конструкції та основи проектуються на довготривалий строк служби (не менш як на 100 років), а частини з коротким строком служби або ті, що підлягають модифікації, проектуються з урахуванням можливості повторного та вторинного використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пойзнер М.Б., Пушкін Г. Аналіз довговічності і забезпечення безпечної експлуатації причальних споруджень естакадного типу.
2. Мишутин А.В. Підвищення довговічності бетонів тонкостінних конструкцій плавучих і портових гідротехнічних споруд./ А. В. Мишутин, Н.В. Мишутин// Одеса: 2003.
3. Матеріали технічних обстежень і паспортизації, виконаних ЧорноморНДІпроектом.
4. RIL 236-2006 Управління технічним станом портових причалів.
5. Sarja, Asko et al., Predictive and optimised lifetime management - buildings and civil infractures. Taylor&Francis, London and New York, 2006. 668pp. ISBNIO: 0-415-35393-9 (hbk) and ISBNIO: 0-203-34898-2 (ebk).
6. ISO 15686: Buildings and Constructed Assets - Service Life Planning - Part 1: General Principles. 2000. Замінений на ISO15686 -5:2017.
7. ISO 15686: Buildings and Constructed Assets - Service Life Planning - Part 5: Whole Life Costing.
8. Suderqvist, M/-K. & Vesikari E. Generic technical handbook for a predictive life cycle management system of concrete structures (LMS). LIFECON Deliverable D1/1 2004.
9. Vesikari E. Statistical Condition Management and Financial Optimisation in Lifetime Management of Structures. Part 1: Markov Chain Based Life Cycle Cost (LCC).
10. Москвин В.М. Корозія бетону. М.: 1952. 344с.
11. Дворкін О.Л. Проектування складів бетону. Основи теорії і методології. Рівно: УДУВНП, 2003. 265с.
12. Мощанский Н.А. Підвищення стійкості будівельних матеріалів і конструкцій, працюючих в умовах агресивних середовищ. М.: 1962. 264с.