

бетона. Тезиси доклада Межотраслевої конференції молодих учених «Пути и методы рационального использования материальных и трудовых ресурсов, создание и внедрение ресурсосберегающих технологических процессов и оборудования». Николаев, 1983. С. 99-101

6. Твардовский И.А. Длительное сопротивление элементов бетонных и железобетонных конструкций при различных режимах загрузки и предложения по его учету. Диссертация на соискания ученой степени кандидата технических наук, защищенная в 1992 году, Одесса, 1992г.

7. Калинин А.А., Твардовский И.А., Калинина Т.А., Дмитренко П.С.. Особенности деформирования армированного бетона. «Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури», випуск №30, Одеса, 2008, С. 112-118

8. Паламарь Е.В., Калинин А.А. Методика экспериментальных исследований начального модуля упруго-мгновенных деформаций бетона на железобетонных образцах. Збірка студентських наукових праць, Одеса 2012. С. 143-146.

УДК 627.221.13

МЕТОДИ ОЦІНКИ ТА ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПІДВОДНОЇ ЧАСТИНИ МОРСЬКИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ЕСТАКАДНОГО ТИПУ

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

Актуальність. У портовій інфраструктурі України причали є спорудами, що були побудовані в 50-60-і роки ХХ століття. Досягнувши терміну експлуатації більше 50 років, вони застаріли як фізично, так і морально. Проведення ремонтно-відновлювальних робіт на таких об'єктах в специфічних умовах їх експлуатації постає складним інженерним, економічним та екологічним завданням.

Таким чином, в цій роботі пропонується розглянути процес обрання технології ремонту підводної частини залізобетонних естакад як багатопараметричну систему з метою обґрунтування та

впровадження найбільш оптимального методу за оцінкою якісних та кількісних показників.

Мета. Розробка методики експертної оцінки вибору методів ремонтно-відновлювальних робіт на основі багатокритеріального аналізу техніко-економічних показників.

Завдання: - провести огляд проектної документації та звітів технічних обстежень залізобетонних конструкцій морських портових гідротехнічних споруд;

- ознайомитися с методами аналізу проектних рішень морських портових гідротехнічних споруд пального типу,

- дослідження якісної та кількісної оцінки технології виконання ремонтних робіт на основі аналізу інформаційних джерел;

- вивчення методики експертної оцінки ефективності інженерних рішень;

- освоєння інструменту «зведена діаграма» програмного комплексу Excel для обробки результатів багатокритеріального аналізу;

- складання рекомендацій по впровадженню обраної технології ремонтно-відновлювальних робіт.

Використана методика дослідження. Аналіз проектних рішень та результатів інженерних обстежень споруд, багатопараметрична оцінка підбору, систематизації та опису інновацій при їх виборі для процесів будівництва або реконструкції, робота з сучасним інженерним програмним забезпеченням.

За останні 20 років проблема матеріального утримання та технічної експлуатації вантажного та пасажирського причального фронту постає особливо гостро. Адже саме він забезпечує безперервну та безпечну роботу морського сегменту у ланцюгу міжнародних і внутрішніх транспортних перевезень. Які в свою чергу грають надзвичайно важливу роль у формуванні зовнішньоекономічних зв'язків України та сприяють інтенсивнішому процесу інтеграції нашої держави до Європейського Союзу.

На сьогодні в портовій інфраструктурі України причали є спорудами, велика частина якої була побудована ще в 50-60-і роки ХХ століття. Досягнувши терміну експлуатації більше 30 років, вони застаріли як фізично, так і морально. Визначені на момент їх проектування навантаження були достатніми для того часу. Проте економічна кон'юнктура диктує нові умови для роботи портів: міняються пріоритетні види вантажів, вдосконалюється перевантажувальне устаткування, з'являються судна більших технічних характеристик (габаритні розміри, дедвейт, осадка). Причальні комплекси портів виявилися не готові до таких вимог.

Складність їх реконструкції і переобладнання полягає в їх комплексності. Розташовані «по сусідству» причали внаслідок особливих природних умов, найчастіше, були запроектовані різних типів: больверки з металевих паль або шпунту, залізобетонні естакади на призматичних залізобетонних палях або палях-оболонках.

За результатами інженерних обстежень, виконаних з 1995 по 2015 року фахівцями ГП «ЧорноморНДІпроект» було встановлено, що в процесі експлуатації причали морських портів піддаються прогресуючому зносу, який складає більше 70%. Отже, переважна більшість портових об'єктів знаходяться в незадовільному технічному стані.

Аналіз умов будівництва

Кінцевою метою роботи є створення технологічної карти на реконструкцію підводної частини морських портових гідротехнічних споруд у вигляді причалів естакадного типу. В якості об'єкту впровадження інновацій був вибраний причал № 23 в місті Чорноморськ.

Місто Чорноморськ знаходиться в Одеській області і відноситься до II кліматичній зоні. II кліматична зона характеризується найвищим рівнем інсоляція, більшою посушливістю і перебуває переважно під впливом дії антициклонів. Абсолютні середні висоти її території незначні (10-150 м), середня температура січня коливається від - 2 ° до - 7 ° 3, липня - +21,5 ° від до +30 ° 3, а щорічна кількість опадів - від 370 мм до 465 мм. В Одеській області поширені наступні інженерно-геологічні процеси: карст, зсув, ерозія. Це посилюється інтенсивною господарською діяльністю людини. З діяльністю людини пов'язані такі процеси, як просідання ґрунту, підйом рівня ґрунтових вод. Просідання ґрунту розвинені в місцях поширення льосовидних суглинків і супісків. На узбережжі моря розвиваються зсуви і обвали. Також, область потрапляє в зону сейсмічної активності з епіцентром в горах Румунії. [1]

Аналіз базового проектного рішення

Причал 23 побудований в 1966г. за проектом інституту «ЧорноморНДІпроект». Довжина причалу - 100,0м, відмітка кордону - 2,44, проектна глибина у кордону - 6,5м. Причал обладнаний швартовими та відбійними пристроями, каналами інженерних комунікацій, залізничними коліями, покриттям та ін. Причал розрахований на II категорію навантажень.

Розрахунок фізичних об'єктів виконання комплексу робіт, для якого слід використати інновації



Рис.1.,2. Характер пошкоджень паль портових естакад

Ушкодження залізобетонних паль морських портових гідротехнічних споруд, зокрема естакад, виникають в результаті надмірних силових дій, багатократного заморожування і відтавання бетону у водонасиченому стані, хімічної дії морської води. До характерних ушкоджень залізобетонних паль відносяться тріщини, відколи захисного шару бетону з оголенням арматурних стержнів і подальшою її корозією. У більшості випадків ушкодження локалізуються поблизу зони змінного рівня води.

У цій роботі розглядатимуться варіанти ремонту підводної частини конструкції естакад - паль, перерізом 45х45 см.

Згідно з результатами контрольно-інспекторського обстеження причалу 23 пошкоджених паль – 13 од. Характер пошкоджень паль портових естакад приведено у фотофіксації (Рис.1,2) та у таблиці 1.

Встановлення номенклатури робіт і розрахунок об'ємів робіт зведені в таблицю 1. [6]

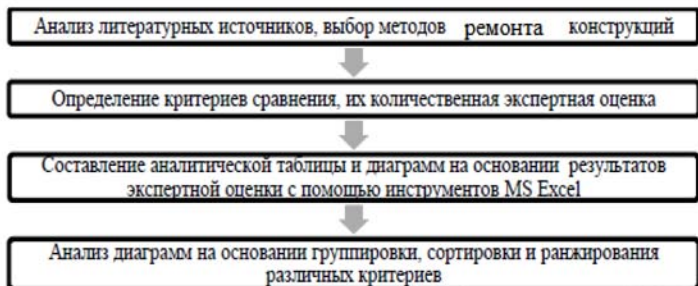


Рис.3. Алгоритм багатокритеріального аналізу методів ремонту конструкцій паль гідротехнічної споруди у вигляді естакади.

Багатокритеріальний аналіз (БКА) - це практична реалізація структури системного дослідження в рішенні складних, комплексних проблем. БКА забезпечує раціональний, систематизований і прозорий процес ухвалення рішень при аналізі впливів і взаємозв'язків в складних системах. Алгоритм методики багатокритерійного аналізу представлений на рис.3. [10]

Таблиця 1. Характер руйнування паль портів естакад

Зона Конструкція	Надводна зона	Зона перемінного зволоження	Підводна зона
Залізобетонна пальова основа	Відколи кутів, вертикальні тріщини, корозія бетону	Руйнування бетону з оголенням і корозією арматури, корозія бетону, біологічна агресія	Біологічна агресія, відколи, тріщини

Таблиця 2. Відомість обсягів робіт на відновлення корозійних залізобетонних призматичних паль в зоні змінного рівня (в середньому 1,5 м висоти ремонтуваної ділянки)

№ п/п	Найменування робіт	Од. вим.	Формула розрахунку	Об'єм робіт
1	Розбирання тріщинуватого бетону з промиванням і продувкою	1 од.	Згідно з результатами контрольно-інспекторського обстеження причалу 23 пошкоджених паль 13	13 од.
2	Очищення арматури від корозії			
3	Нанесення адгезійної промазки			
4	Установка опалубки			
5	Подача і укладання бетону в опалубку			
6	Догляд за бетоном			
7	Демонтаж опалубки			
8	Влаштування поверхневого захисного шару			

Визначення критеріїв порівняння вибраних інновацій. Якісна та кількісна техніко-економічна оцінка альтернатив і порівняння з базовим рішенням

Для вибору найбільш відповідної використані якісні і кількісні критерії.

До якісних критеріїв відносяться:

- потреба у будівельній техніці (чи є необхідність у використанні кранів, лебідок та ін.);
- виробництво робіт досуха (бетонування робиться у воді або досуха, від цього залежить адгезія ремонтної суміші);
- виведення споруди з експлуатації (чи є необхідність виведення споруди з експлуатації);
- зручність виробництва робіт (зручність виробництва робіт на воді).

До кількісних критеріїв відносяться:

- водоцементне відношення;
- осідання конуса бетонної суміші;
- терміни схоплювання;
- товщина відновлюваного шару бетону (від і до);
- глибина бетонування (на яку глибину технологія дає можливість виконувати роботи);
- трудомісткість виконання робіт (з розрахунку на 1 кв. м).

Для попереднього аналізу на підставі експертної оцінки наявної інформації була складена таблиця порівняння методів відновлення бетонних поверхонь за вибраними критеріями (таблиця 3).

Порівняння методів підводного бетонування

Таблиця 3

Найменування	Метод торкретування	Метод заливки бетону	Метод цементної пластиру	Метод штукатурний
Використання вантажопідіймальних механізмів	Так	Так	Ні	Ні
Виробництво робіт досуха	Ні	Ні	Ні	Так
Виведення споруди з експлуатації	Так	Так	Ні	Ні
Водоцементне відношення, В/Ц	0,4	0,4	0,5	0,4
Адгезія, МПа				
Морозостійкість, F	400	200	300	400
Потреба в технічній перерві	Ні	Так	Ні	Ні
Трудомісткість на 1палю, чол-год	371,2	330,3	285,8	260,5

Перший етап аналізу - ранжирування по мірі значущості методів підводного бетонування, на підставі відомостей, представлених в таблиці 3. У таблиці четвертий критерій був переведений з якісних показників в кількісні, шляхом привласнення йому балів за шкалою від мінімального 1 до максимального 4. [5] Кількісна оцінка показників 5,6,7 робилася на підставі аналізу наявних документів [5,6].

Складання аналітичної таблиці і діаграм на підставі оцінки інновацій

Зведемо усі критерії до єдиної бальної системи, розташувавши їх в порядку важливості кожного з них. Оцінка технологій за кількісними критеріями проводилася за десятибальною шкалою, де мінімальним і максимальним значенням привласнювалися бали 1 і 10 відповідно. Інші бали рахувалися за допомогою інтерполяції і представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Критерії порівняння вибраних інновацій (у балах)

Найменування	Метод ВПТ	Метод ВР	Цементация пластиру	Бетонування із застосуванням <u>гермокамер</u>
Використання вантажопідіймальних механізмів	Так	Так	Ні	Ні
Виробництво робіт в сухих умовах	Ні	Ні	Ні	Так
Виведення споруди з експлуатації	Так	Так	Ні	Ні
Зручність виробництва робіт (у балах від 1 до 4)	1	3,3	6,6	10
Глибина бетонування, м	1	4,3	10	10
Осідання конуса бетонної суміші, см	10	5	1	5
Трудомісткість на 1м ² , чол -год	1	4,7	8,1	10

Для проведення ранжирування критеріїв використовувався інструмент MS Excel - «звідні діаграми». Звідна діаграма представлена на рис. 4.

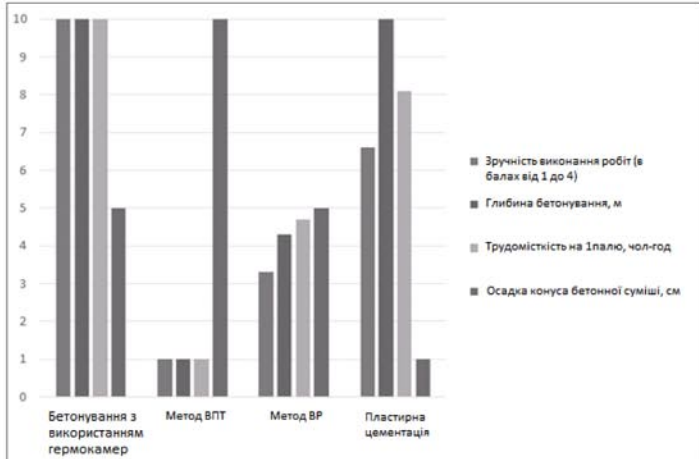


Рис. 4. Діаграма порівняння методів підводного бетонування за кількісними критеріями

Аналіз діаграм на підставі угруповання, сортування і ранжирування інновацій за різними критеріями

Якісний критерій виведення об'єкту з експлуатації є головним критерієм оцінки методів ремонту споруд, оскільки зупинка роботи причалу неприйнятна.

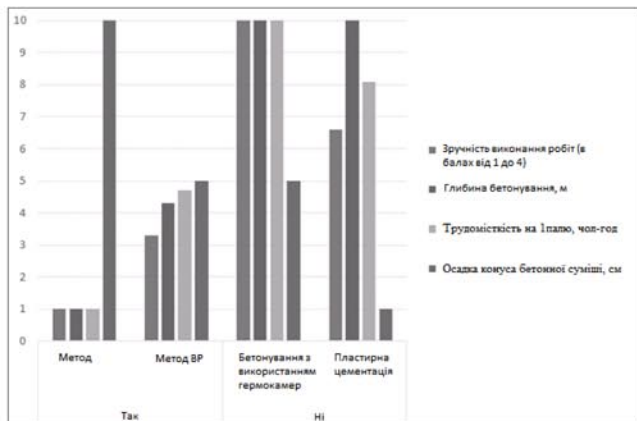


Рис. 5. Діаграма порівняння методів підводного бетонування згрупованих за якісним критерієм виведення об'єкту з експлуатації.

Аналізуючи цю діаграму і отримані результати, робимо висновок, що з подальшого аналізу можна виключити методи ВПТ і ВР, оскільки вони не відповідають основним вимогам. На малюнку 6 представлені

порівняння двох технологій, що залишилися, за усіма вибраними критеріями.

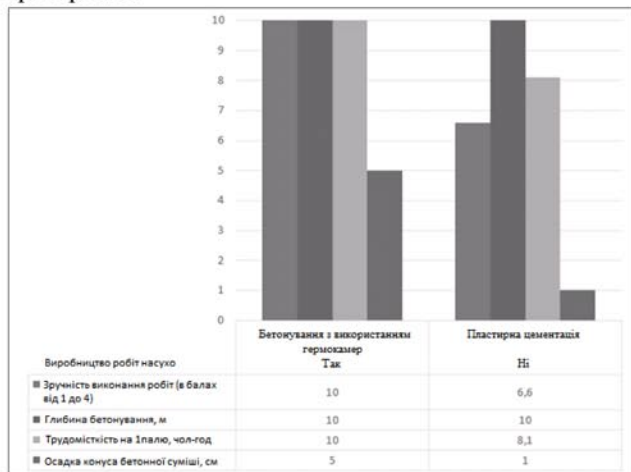


Рис. 6.
Порівняння методів, які найбільш відповідають вибраним вимогам

Виходячи з отриманих даних, можна зробити укладення, що метод бетонування за допомогою гермокамер, по більшості з параметрів, перевершує метод цементациі пластиру і це є обґрунтуванням у виборі цієї технології.

Підготовка інновації до впровадження в умовах виробництва. Складання технологічного регламенту по використанню обраної технології

Цей технологічний регламент є практичним керівництвом при проектуванні і виконанні робіт по ремонту залізобетонних паль морських портових гідротехнічних споруд с застосуванням гермокамер.

Відновлення повинне проводитися із застосуванням матеріалів і технологій, які забезпечать задані міцнісні характеристики і довговічність конструкції.

При виконанні ремонтних робіт, в ході вибору ремонтного матеріалу необхідно враховувати:

- сумісність ремонтного матеріалу і матеріалу ремонтваної конструкції;
- міра відповідальності елементів конструкції, включаючи залежність здатності споруди, що несе, від їх цілісності;
- глибину руйнувань;
- умови експлуатації (температурний режим, вологість і агресивність середовища, динамічні дії);

- положення і доступність конструкції;
- об'єм тих, що підлягають виконанню робіт

Висновки

У даній науковій роботі був проведений критичний аналіз проектних рішень, аналітичний огляд інформаційних джерел та нормативних документів, обґрунтування вибору інновацій на підставі багатокритеріального аналізу, а також робота з сучасним програмним забезпеченням (MS Excel).

Таким чином, було експертно підтверджено, що якісний критерій виведення об'єкту з експлуатації був головним критерієм оцінки методів ремонту споруд, оскільки зупинка роботи причалу неприйнятна.

Проаналізувавши побудовані діаграми, був зроблений висновок, що з подальшого аналізу можна виключити методи ВПТ і ВР, оскільки вони не відповідали основним вимогам.

Виходячи з отриманих даних, можна зробити висновок, що метод бетонування за допомогою гермокамер, по більшості з параметрів, перевершує метод цементної пластири і це є обґрунтуванням у виборі цієї технології.

Література

1. ДСТУ-Н Би В. 1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010р.
2. Пойзнер М.Б., Орлов В. Ф., Лазуренко С. П., Драненко Н.И., Сокіл А.С., Якубенко Е.Ю., Коник Р. Я., Новіков К.М., Мешкан Э.Э., Балобанова И.В. ГП «ЧорноморНДІпроект» Звіт роботи по контрольно-інспекторському обстеженню причалів №11, 18-24, 26, 27.
3. РД 31.31 38-86 «Інструкція по посиленню і реконструкції причальних споруд».
4. Джунковский Н.Н., Каспарсон А.А., Курлович Е.В., Смирнов Г. Н., Сидорова А.Г. Порти і портові споруди. Частина II. Москва: Стройиздат, 1967. 447с.
5. Рубцова Ю.О. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук на тему «Модифіковані бетони підвищених корозійних і міцнісних характеристик для тонкостінних конструкцій морських портових гідротехнічних споруд».
6. Дані Чорноморндріпроект (кошторисні документи, нормативні трудовитрати).
7. Яковенко В. Г., Яковенко П. І. Гідротехнічні роботи на водному транспорті. Москва: вид-во Транспорт, 1988г.

8. ДБН В. 2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011р.

9. ДБН АЗ.2-2-2009 «Охорона праці та промислова безпека у будівництві» Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012р.

10. Меньлюк А.И., Никифоров А.Л., Методичні вказівки до практичних занять по дисципліні «Наукові основи вибору інновацій» Одеса, 2017р.

УДК 699.82

ПОИСК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВОСТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Иванова Т.И. *гр.ПГС-608м(н)*

Научный руководитель – к.т.н., доцент Дмитриева Н.В.

Одним из факторов влияющим на долговечность конструкции, в частности известняка-ракушечника, является воздействие влаги. С увеличением относительной влажности окружающей воздушной среды материал вновь увлажняется, трещины раскрываются. Скорость разрушения каменных конструкций под действием напряжений, усадки и набухания зависит от интенсивности увлажнения и высыхания. [1].

Гидроизоляция строительных конструкций и сооружений является одним из ключевых факторов, влияющих на качество строительных объектов и увеличение их долговечности. Эксплуатационные свойства гидроизоляционной системы зависят, как от свойств самих гидроизоляционных материалов, так и от технологии устройства.

Нарушение технологии устройства или рекомендуемых условий эксплуатации приводит к ухудшению характеристик элемента и системы в целом.

Вопросам защиты конструкций подземной части зданий и устройства гидроизоляции посвящены труды С.Н. Алексеева, В.О. Афанасьева, В.И. Бабушкина, В.В. Бойко, Ю.М. Баженова, Д.Ф. Гончаренко, В.А. Ивахнюка, В.С. Искрина, В.М. Киринос, В.В. Козлова, Т.С. Кравчуновской, В.В. Савиловского, В. И. Торкатюка, Р.Б. Тянь, И.А. Рыбьева, С.Н. Попченко, К. Хильмера, В.К. Черненко, Т.М. Штоль.