

Wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji hydrotechnicznych w strefie zmiennych poziomów wody i rozbryzgów

Dr inż. Aleksander Szypułow
GT Poland Ltd. Sp. z o.o.

OPIS I STAN OGÓLNY KONSTRUKCJI

Przeznaczona do remontu konstrukcja hydrotechniczna Wschodniej wnęki promowej stanowi jeden z podstawowych elementów przeprawy przez Martwą Wisłę w Nowym Porcie

w Gdańsku, wybudowanej w latach siedemdziesiątych XX wieku (rys. 1 – plan budowli). Konstrukcja przyczółka promowego składa się z:

- **nabrzeża płytowego** po obu stronach wnęki głównej: po stronie południowej - przyczółka o długości około 30 m, przechodzące w nabrzeże skarpowe o długości 18 m; po

stronie północnej – przyczółka o długości około 17 m; nabrzeża te posadowione są na prefabrykowanych palach żelbetowych 35×35 cm oraz ściankach szczelnych z brusów stalowych Larssen III i stanowią **wnękę główną** przyczółka promowego;

- **wnęki pomostu uchylnego**, utworzonej ze ścianki szczelnej z brusów Larssen III zapuszczonej z trzech stron wnętrza na głębokość od -9,5 do -15,2 m; stalowy pomost uchylny od strony kanału portowego ma belkę stalową opartą na trzech kozłach ze skrzynkowych pali stalowych;

- **kierownic** po obu stronach wnętrza głównej w postaci stalowych pali rurowych $\phi 508$ i 720 mm, do których zamontowane są elementy opierzenia drewnianego oraz odbojnic.

Przeprowadzone badania stanu technicznego budowli po ponad 40 latach ciągłej eksploatacji wykazały poważne uszkodzenia korozyjne stalowych elementów konstrukcji tak podwodnych, jak i znajdujących się nad wodą. Szczególnie duże uszkodzenia korozyjne zaobserwowano w strefach zmiennych poziomów wody. Stwierdzono skorodowanie stali brusów Larssen III ścianki szczelnej wynoszące od 40 do 55%, pali rurowych do $60 \div 65\%$ oraz całkowite skorodowanie poszczególnych odcinków belki czołowej i podtrzymujących ją pali kozłowych (rys. 2, 3, 4). Stwierdzono również, że znacznej degradacji uległy pale żelbetowe oraz głowice pali podporowych (rys. 5). Warto podkreślić, że największe wartości stopnia skorodowania tak konstrukcji stalowych, jak i żelbetowych, zaobserwowano w strefie zmiennych poziomów wody oraz w strefie rozbrzdgów. Jest to zjawisko powszechne w przypadku konstrukcji hydrotechnicznych [2, 5], ale naprawa oraz zabezpieczenie przeciwkorozyjne tych fragmentów budowli jest bardzo utrudnione z powodu falowania i braku możliwości dostępu do części konstrukcji znajdujących się pod wodą. Dlatego też zgodnie z założeniami przyjętymi przez inwestora remont konstrukcji hydrotechnicznych powinien być wykonywany w warunkach suchych, co wskazywało na konieczność wykorzystania podczas



Rys. 1. Widok ogólny na wnękę główną i prowadnice przyczółku promowego



Rys. 2. Uszkodzenia korozyjne stali ścianki Larssen III



Rys. 4. Stan stalowej belki czołowej oraz podpór z kozłowych pali skrzynkowych



Rys. 3. Korozja pali stalowych prowadnic promowych



Rys. 5. Uszkodzenia betonu pali i głowicy wnętrza pomostu uchylnego

przewodzenia robót urządzeń pozwalających na odizolowanie od wody naprawianych fragmentów budowli [3, 4].

PRACE NAPRAWCZE WE WNĘCE POMOSTU UCHYLNEGO

Przed przystąpieniem do prac remontowych wykonawca przeprowadził dodatkowe szczegółowe badania podwodne, w wyniku których stwierdzono rzeczywisty układ palowy we wnętrze pomostu uchylnego, uniemożliwiający wykorzystanie komór roboczych przeznaczonych do montażu na konstrukcjach budowli i ich częściowego osuszenia. W związku z tym podjęto decyzję o odgródzeniu wnętrza pomostu tymczasową grodzą roboczą w postaci ścianki szczelnej z brusew Larssena i osuszeniu całego wygrodnzonego obszaru (rys. 6).

Obniżenie poziomu wody za grodzą pozwoliło na dokładne zinventaryzowanie uszkodzeń konstrukcji budowli oraz wykonanie niezbędnych napraw w warunkach suchego środowiska. Stalową ściankę szczelną wnętrza promowej oczyszczono wodą pod ciśnieniem około 60 MPa, a po wykonaniu niezbędnych napraw całą powierzchnię stali przygotowano do zabezpieczenia antykorozyjnego czyszczeniem szlaką pomiedziową metodą strumieniowo-ścierną do stopnia Sa2½. W miejscach całkowitego skorodowania ścianki wykonano stalowe łąty. Elementy wzmacniające wykonano z blachy stalowej i zespolono z kon-

strukcją stalowej ścianki szczelnymi spoinami pachwinowymi (rys. 7). Ogółem, w trakcie prac remontowych wykonano 48 napraw tego rodzaju o łącznej powierzchni ponad 3 m².

W celu uzyskania jednolitej powierzchni przed zabezpieczeniem antykorozyjnym wszystkie zamki ścianki były zespawane ciągłą spoiną likwidującą możliwość przecieków wody od strony zasypu. Tak przygotowaną powierzchnię zabezpieczono następnie wielowarstwowym systemem przeciwkorozyjnym jednoskładnikowych farb poliuretanowych (PUR), spełniającym wymagania norm C5-M zgodnie z ISO 12944-5:2007 (E) [1] (rys. 8). Położono 8 warstw farby: 3 × PU Zink, 3 × PU Combination, 2 × PU Cover UV, a całkowita grubość powłoki wyniosła 550 µm (mierzona na sucho).

Całkowicie skorodowaną stalową belkę czołową wymieniono na nową, natomiast duże uszkodzenia korozyjne na palach skrzynkowych były naprawiane przez przyspawanie łąt stalowych. Całość konstrukcji po wykonaniu prac mechanicznych zabezpieczono systemem antykorozyjnym analogicznym jak w przypadku ścianki szczelnej.

Pod osłoną tymczasowej grodzy wyremontowano również zniszczone głowice pali żelbetowych: odtworzono zbrojenie, a następnie wykonano betonowanie konstrukcji. Uszkodzenia pali żelbetowych w strefie zmiennych poziomów wody były naprawiane metodą reprofilacji ubytków specjalną mieszanką naprawczą (rys. 9).



Rys. 6. Wygrodnienie wnętrza promowej ścianką z brusew Larssena



Rys. 8. Widok ścianki stalowej po wykonaniu zabezpieczenia systemem farb poliuretanowych



Rys. 7. Naprawa uszkodzeń korozyjnych i zaspawanie zamków ścianki szczelnej



Rys. 9. Wyremontowana głowica i pale żelbetowe we wnętrze pomostu uchylnego

PRACE ANTYKOROZYJNE NA KONSTRUKCJACH NABRZEŻA PŁYTOWEGO ORAZ KIEROWNICACH

W celu spełnienia założeń projektowych, dotyczących wykonania remontu oraz zabezpieczeń przeciwkorozyjnych konstrukcji stalowych w warunkach powietrzno-suchych, przed rozpoczęciem prac oraz w trakcie wykonania zadania zaprojektowano i wykonano kilka rodzajów nowych komór roboczych pozwalających na osuszenie odcinków naprawianych fragmen-



Rys. 10. Osuszony pal oraz fragment ścianki szczelnej przy stosowaniu jednej komory specjalnej (na palu widoczna jest założona stalowa „koszulka” wzmacniająca)



Rys. 11. Wyremontowana ścianka szczelna pod osłoną „plaskiej” komory roboczej



Rys. 12. Remont i zabezpieczenie antykorozyjne pojedynczych pali

tów budowli. Przy wykonaniu remontu ścianki szczelnej i pali stalowych wnętrza głównej przeprawy promowej zastosowano specjalną komorę pozwalającą na jednoczesne osuszenie części ścianki z brusów Larssena i pala kierownicy przy jednym ustawieniu roboczym sprzętu (rys. 10).

Na odcinku remontowanej ścianki szczelnej bez poprzedzających pali stalowych wykorzystywano „płaską” komorę roboczą (rys. 11), a do naprawy i zabezpieczenia wolnostojących pali stalowych zastosowano komorę pokazaną na rys. 12.

Prace przygotowawcze do zabezpieczenia antykorozyjnego na palach kierownic polegały na: przyspawaniu do nich ciągłym spawem po całym obwodzie pala stalowych „koszulek” w strefie największych ubytków korozyjnych materiału (to jest w strefie zmiennych poziomów wody oraz strefie rozbryzgów [4]), założeniu nowych stalowych wsporników służących do montażu opierzenia z drewnianych belek; dokładnym przygotowaniu powierzchni do stopnia czystości Sa2½ na całej odsłoniętej wysokości pala. Następnie zabezpieczano stal szczelną odpowiednią powłoką przeciwkorozyjną. Ze względu na duże ubytki korozyjne stali na dwóch skrajnych palach ϕ 720 mm, oprócz wzmacniających „koszulek”, we wnętrzu pala utworzono dodatkowo zbrojony żelbetowy korek od korony pala do rzędnej -1,5 m pod poziomem wody w kanale portowym.

Innym wyzwaniem przy realizacji zadania było zabezpieczenie przeciwkorozyjne fragmentów budowli, gdzie nie było możliwe wykorzystanie żadnego ze stosowanych wcześniej



Rys. 13. Widok wyremontowanych konstrukcji prowadnic promowych



Rys. 14. Widok na wyremontowany pomost uchylny i nową belkę czołową na palach

rodzajów komór roboczych (na przykład w narożniku konstrukcji i w miejscu załamania kształtu konstrukcji kierownicy). W związku z tym, w celu utworzenia przestrzeni wolnej od wody, dodatkowo zaprojektowano i wykonano jeszcze dwa rodzaje konstrukcji komór, które wykorzystano tylko na jedno ustawienie robocze każda.

Po wykonaniu prac remontowych i antykorozyjnych na palach prowadnic zainstalowano drewniane belki opierzenia, odbojnice z opon oraz rozebraną tymczasowo ściankę szczelną osłaniającą wnękę pomostu uchylnego.

PODSUMOWANIE

Wykonano remont oraz zabezpieczenie przeciwkorozyjne konstrukcji hydrotechnicznych wnęki promowej poniżej lustra wody w warunkach suchego środowiska.

W celu utworzenia wokół remontowanych fragmentów budowli suchej przestrzeni zaprojektowano, wykonano i zastosowano na placu budowy sześć rodzajów specjalnych komór roboczych.

Do oczyszczenia stali i przygotowania powierzchni pod zabezpieczenie antykorozyjne wykorzystano metodę strumienio-

wo-ścierną z zastosowaniem ostro krawędziowego ścierniwa ze szlaku pomiedziowej.

W celu zabezpieczenia przeciwkorozyjnego zastosowano wielowarstwowy system powłokowy z jednoskładnikowych farb poliuretanowych Steelpaint GmbH o grubości 550 µm (mierzony na sucho).

LITERATURA

1. ISO 12944-5:2007. Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 5: Protective paint systems.
2. Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways EAU 1996, 7th English Edition. Ernst & Sohn, 2000, Berlin.
3. Rosiński M. i inni.: Port Gdańsk – przedsięwzięcia budowlane ostatniej dekady. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3/2015.
4. Szypułow A.: Doświadczenia z wykonywania zabezpieczeń antykorozyjnych morskich konstrukcji hydrotechnicznych. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3/2012.
5. Zadroga B., Mioduszewski T.: Długotrwały wpływ obciążeń środowiskowych na stan techniczny morskich budowli hydrotechnicznych. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 6/2018.