

Prace badawcze nad ochroną stalowych ścianek szczelnych przed korozją

ISSN 197-1-624-11

Mgr. inż. Paweł Słomianko, M. I. T.

W dniu 23 lutego 1950 r. odbyła się z inicjatywy MIT konferencja przedstawicieli zainteresowanych instytucji wybrzeża, na której zostały przedstawione wyniki badań prowadzonych w 1950 r. nad możliwością ochrony przed korozją stalowych ścianek szczelnych w konstrukcjach portowych.

Na konferencji tej został także przedłożony program dalszych badań, w którym specjalny nacisk położono na dokładniejsze zbadanie możliwości ochrony stalowych ścianek przez podłączenie ich do zewnętrznego źródła prądu. Badania przeprowadzane w r. 1950 nad ochroną krótkich odcinków doświadczalnych dały w warunkach portu gdańskiego bardzo pozytywne rezultaty.

Badania w r. 1951 ograniczyły się do prac laboratoryjnych. Celem tych badań było:

1. wyjaśnienie wpływu prądu na konstrukcje żelbetowe,
2. wyjaśnienie przebiegu korozji na granicy grunt-woda,
3. wyjaśnienie, czy stosowana metoda ochrony katodowej oddziałuje tylko na część ścianki wystającej z gruntu, czy też na całą ściankę.

Katodowa ochrona ścianek przez podłączenie do zewnętrznego źródła prądu polega na tym, że ściankę podłącza się do ujemnego bieguna źródła prądu stałego, natomiast biegun dodatni łączy się z anodą, którą albo zakopuje się w gruncie poza nabrzeżem, albo umieszcza się w wodzie.

Proces elektrochemicznej korozji stali, odgrywający w naszych warunkach najważniejszą rolę, polega na tworzeniu się na powierzchni ścianek tzw. ogniw lokalnych, na skutek niejednorodnej budowy materiału.

Działanie ochronne prądu zewnętrznego polega na zwiększeniu polaryzacji powstającej w czasie przepływu prądów między anodami i katodami ogniw lokalnych, a tym samym na ograniczeniu tych prądów i ograniczeniu korozji stali. W procesie tym produkty skorodowanej uprzednio stali odpadają, a na oczyszczonych w ten sposób z rdzy powierzchniach ścianek powstaje skamieniała powłoka, tzw. osad katodowy, trudno rozpuszczalny w wodzie morskiej, a składający się w przeważnej części z węglanu wapnia (do 80%).

Ścianki stalowe są z reguły w konstrukcjach hydrotechnicznych wpuszczone w żelbetową nadbudowę, a zatem przy podłączeniu ścianek do zewnętrznego źródła prądu cała konstrukcja znajduje się w polu elektrycznym.

Prace wymienione w punkcie 1 niniejszego artykułu, jak już wspomniano, miały na celu wyjaśnienie oddziaływania pola elektrycznego na trwałość betonu. Prace zostały przeprowadzone na zlecenie MIT w Zakładzie Korozji Politechniki Gdańskiej.

Stworzone w laboratorium warunki były bardziej ostre niż te, jakich można by spodziewać się w rzeczywistości. Ujemny biegun źródła prądu był podłączony do odcinka ścianki znajdującej się w wodzie morskiej, a ścianka była bezpośrednio połączona ze zbrojeniem, w które były zaopatrzone próbki betonowe. Kostki betonowe były poddane

obciążeniu prądem stałym o natężeniu 100 mA przez okres 200 dni i po upływie tego czasu nie wykazały żadnych rys ani pęknięć, a wytrzymałość ich na ściskanie nie była praktycznie mniejsza niż kostki kontrolnej, wykonanej z tego samego zarobu, a nie poddanej obciążeniu przez prąd. Wytrzymałość ta znajdowała się w granicach dopuszczalnych, przewidzianych dla betonów tego rodzaju.

Wyniki opisanych doświadczeń są zgodne z podanymi doświadczeniami wykonywanymi przez Niemców w Darmstadzie, w Zakładzie Wytrzymałości tamtejszej Politechniki, które wykazały również, że beton znajdujący się w polu elektrycznym prądu stałego nie wykazuje żadnych ujemnych zmian.

Na podstawie powyższego można przypuszczać, że omówiona instalacja dla ochrony stalowych ścianek również w warunkach naturalnych nie będzie szkodliwie wpływała ani na wytrzymałość żelbetowej nadbudowy nabrzeży, ani na jej zachowanie się.

Dla wyjaśnienia zagadnień podanych w poz. 2 i 3 zbudowana została w laboratorium Zakładu Korozji Politechniki Gdańskiej specjalna aparatura, która pozwala przeprowadzać pomiary potencjałów elementu stalowego znajdującego się częściowo w wodzie, częściowo na powietrzu i częściowo w piasku.

Do doświadczeń zostały użyte cztery płytki stalowe, z których dwie były chronione przed korozją przez podłączenie do zewnętrznego źródła prądu, a dwie nie były chronione. Z każdej pary jedna płytka służyła do pomiarów potencjałów, druga była kontrolną. Pomiary były prowadzone przez okres pięciu i pół miesiąca i dały następujące wyniki:

1) Płyty nie chronione są w warunkach laboratoryjnych korodowane najbardziej w poziomie zetknięcia piasku z wodą, a więc przy dnie doświadczalnego basenu. W poziomie tym pomierzone potencjały płyty były najniższe, co wskazuje na to, że część ta słabiej się anoda w stosunku do pozostałych i jest zatem najbardziej niszczone, jak też było w rzeczywistości.

Wynik ten potwierdzają również badania prowadzone w Związku Radzieckim, które doprowadziły do stwierdzenia, że zarówno dla gruntów piaszczysto-żwirowych, jak też dla gruntów gliniastych, część ścianek w zetknięciu wody morskiej z gruntem jest jedną z najbardziej narażonych na korodowanie. Nie wyklucza to faktu, że przy zmiennych stanach wody, co obserwujemy w warunkach terenowych, strefa przypowierzchniowa ulega również intensywniejszej korozji, jak to wykazały badania w r. 1950; fakt ten znany jest zresztą z literatury obcej i z obserwacji.

2) Część ścianki tkwiąca w piasku wykazała w czasie doświadczeń najwyższy potencjał i była korodowana najmniej.

3) Płytkę chronioną podłączoną była do źródła prądu zewnętrznego. Napięcie prądu wynosiło 2V. Pomiary potencjałów w różnych miejscach płyty chronionej wykazywały duże wahania w okresie prowadzenia doświadczeń. Uszeregowanie potencjałów według wysokości też nie było stałe. Szczegółowe obserwacje wizualne, przeprowadzone na wyjętych z doświadczalnego basenu płytkach chronionych, wykazały, że osad katodowy tworzy się na długości całej płyty niezależnie od tego, czy to jest część tkwiąca w grun-

cie, czy w wodzie. Oczyszczone z osadu katodowego płytki nie były skorodowane w żadnej części, co prowadzi do wniosku, że omawiana ochrona katodowa jest skuteczna również jeśli chodzi o tę część płyty, która tkwi w gruncie.

Reasumując wyniki doświadczeń laboratoryjnych w roku 1951, można powiedzieć, że istnieją podstawy do twierdzenia, że:

- 1) Żelbet konstrukcyj hydrotechnicznych nie powinien ulec przez podłączenie ścianki szczelnej do zewnętrznego źródła prądu.
- 2) Ochrona katodowa będzie skuteczna nie tylko na dłu gości ścianki stalowej wystającej ponad dno, ale również na części, która znajduje się poniżej dna basenu.
- 3) Ścianka stalowa koroduje najsilniej w poziomie zwierciadła wody oraz na granicy między gruntem a wodą, zatem potrzebna jest ochrona ścianki na całej jej długości.

Wnioski powyższe wynagają jednak dalszego opracowania w warunkach terenowych. Badania takie konieczne są już choćby z tego względu, aby ustalić konkretne liczby odnoszące się do zapotrzebowania prądu, rozstawu anod itd.

Przeprowadzone dotychczas prace, jak również istniejące publikacje zagraniczne na ten temat potwierdzają, zdaniem MIT, w dostatecznym stopniu realne możliwości techniczne wykorzystania omawianego sposobu ochrony stali dla przedłużenia trwałości już istniejących ścianek stalowych w naszych portach.

Jeśli chodzi o podejście do sprawy z punktu widzenia ekonomicznego, na szczególną uwagę zasługują badania radzieckie prowadzone od kilku lat w tym kierunku. Wyniki tych badań pod względem technicznym pokrywają się w dużym stopniu z naszymi. Uwydatniają one znaczenie ochronnej osady katodowej, wytwarzającego się na ścianie, oraz wpływ prądów wody i falowania na gęstość prądu elektrycznego, potrzebnego do ochrony elementów stalowych.

Największe zużycie energii następuje w początkowym okresie narastania powłoki katodowej, po czym natężenie dostarczanego prądu może być zupełnie małe, a nawet ścianka może być zupełnie wyłączona z obwodu.

Gdyby wytworzony osad nie rozpuszczał się w wodzie morskiej po przerwaniu dopływu prądu, nie byłoby prawdopodobnie w ogóle potrzeby dalszego zużycia energii elektrycznej. Osad ten jednak po pewnym czasie po ustaniu dopływu prądu zaczyna się rozpuszczać lub odpadać na skutek oddziaływań mechanicznych (uderzenia fal, statków, prądów wody, pływających przedmiotów itp.) i dalszy dopływ staje się niezbędny. Aczkolwiek potrzebne zagęszczenie prądu przy najmniej korzystnych warunkach (falowanie, prądy) jest dość duże, bo wynosi około 1 A/m^2 powierzchni chronionej, zaoszczędzenie energii elektrycznej można w myśl powyższego osiągnąć na następującej drodze:

1. przez stopniowe zmniejszanie gęstości prądu w miarę narastania osadu ochronnego,
2. przez okresowe wyłączanie prądu na okres, w którym na powierzchni ścianki jeszcze będzie się zachowywał osad ochronny dostatecznej grubości,
3. przez kombinację obydwu tych sposobów.

Według danych radzieckich, po utworzeniu się na ściankach osadu katodowego prąd ten można włączać zaledwie raz na dwie — trzy doby na czas do 1 godz., i to w warunkach silnego falowania, a więc najbardziej niekorzystnych.

Według orientacyjnych wyliczeń, zużycie energii elektrycznej w pierwszym okresie ochrony wyrażałoby się liczbą rzędu 15 KW stałego obciążenia na 100 mb ścianki o długości ok. 12 m.

Podane tu liczby można traktować tylko jako zupełnie orientacyjne. Jak już wspomniano, ostateczne wnioski zarówno co do możliwości technicznej realizacji, jak również

co do opłacalności instalacji ochronnej można będzie ustalić po przeprowadzeniu badań w terenie w warunkach naszych portów.

W związku z powyższym MIT opracował następujący program ramowy dalszych prac badawczych w terenie, i to w dwóch alternatywach:

I. Wbicie około 6—12 długich elementów ścianek stalowych w jednym z portów, podłączenie ich do zewnętrznego źródła prądu i przeprowadzenie obserwacji i pomiarów nad zachowaniem się elementów i zapotrzebowaniem prądu.

Takie postawienie sprawy ma tę dodatnią stronę, że elementy doświadczalne mogą być po pewnym czasie wyciągnięte i zbadane na całej ich długości. Poza względami finansowymi, przeciwko temu rozwiązaniu przemawia cały szereg innych okoliczności, z których najważniejsze są:

a) niemożność wyciągnięcia wniosków co do zachowania się nadbudowy żelbetowej,

b) niemożność wyciągnięcia wniosków co do skuteczności ochrony katodowej w odniesieniu do dawno istniejących, silnie skorodowanych i obrosniętych wodorostami, skorupiakami itp. ścianek, ponieważ elementy doświadczalne byłby w tym wypadku albo słabo skorodowane, albo zupełnie nowe.

II. Podłączenie instalacji ochronnej do jakiegoś istniejącego nabrzeża o mniejszym znaczeniu gospodarczym, co umożliwi ustalenie wszystkich szczegółów odnośnie ewent. przyszłych rozwiązań w skali praktycznej.

Badania skuteczności ochrony katodowej w tym wypadku polegałyby nie tylko na wizualnej kontroli nadwodnej części, lecz również na wycięciu niewielkich próbek z elementów ścianki i poddaniu ich zarówno szczegółowym badaniom wizualnym, jak również próbom wytrzymałościowym. Wycięcie w ścianie otwory mogłyby być uszczelnione przez dospawanie odpowiednich nakładek, co zapobiegłoby przeciekowi gruntu spoza nabrzeża. Wbicie jednego lub dwóch dodatkowych elementów i połączenie ich ze ścianką nabrzeża dałoby możliwość stwierdzenia zachowania się elementów ścianki również w części poniżej dna, oczywiście po uprzednim wyciągnięciu omawianych elementów.

Niezależnie od badań w skali naturalnej, MIT zamierza prowadzić dalej również badania w skali laboratoryjnej, a to w celu:

a) wyjaśnienia skuteczności ochrony katodowej w różnych warunkach gruntowych,

b) wyjaśnienia skuteczności ochrony przy różnych prędkościach przepływu wody.

W dniu 15 maja br. odbyła się z inicjatywy MIT konferencja z udziałem przedstawicieli zainteresowanych instytucji wybrzeża oraz rzeczoznawców Politechniki Gdańskiej, na której zostało przedłożone sprawozdanie z dotychczasowych prac i wyżej nakreślony program prac dalszych oraz zostały zademonstrowane skorodowane płyty jednej z istniejących stalowych ścianek.

W wyniku konferencji wszyscy obecni zaakceptowali jednogłośnie celowość i konieczność prowadzenia dalszych badań nad ochroną stalowych ścianek przed korozją.

Obecni wypowiedzieli się także za potrzebą prowadzenia badań w obu wariantach przewidzianych w programie MIT, a to ze względu na konieczność ochrony nie tylko nowobudowanych ścianek, lecz również ścianek istniejących.

Wyniki konferencji roją nadzieję, że wobec dużego zainteresowania i zrozumienia dla omawianego problemu, jakie okazały na konferencji instytucje resortu Żegluga, wszystkie techniczne trudności wiążące się z uruchomieniem prac w skali terenowej, będą pokonane.