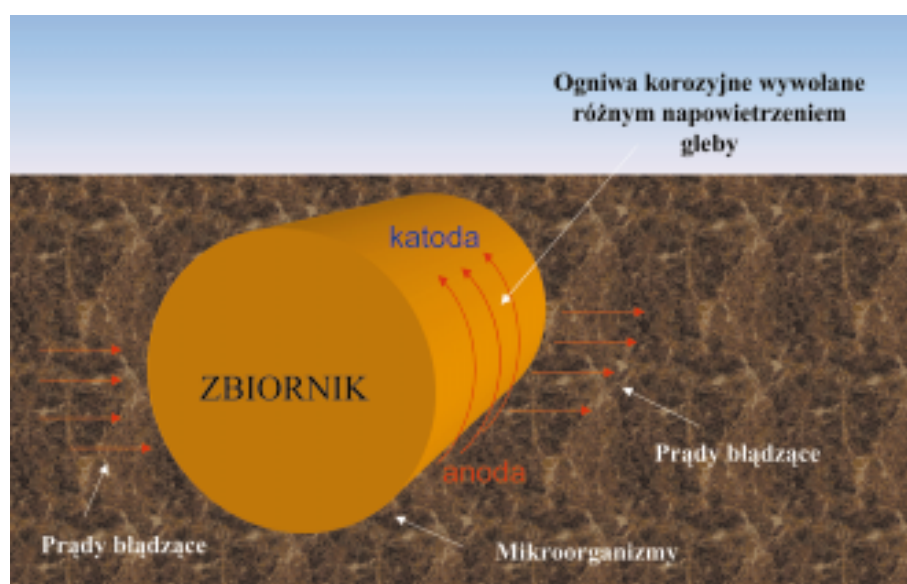


Ochrona katodowa stalowych zbiorników podziemnych

WOJCIECH SOKÓLSKI

- Ochrona katodowa jest jedną z najbardziej skutecznych metod ochrony stali przed korozją w środowiskach naturalnych. Stosowana zazwyczaj razem z dobranymi powłokami ochronnymi może gwarantować długowieczną eksploatację konstrukcji stalowych.



Czynniki przyspieszające korozję stalowych zbiorników w ziemi.

Jest całkowicie zrozumiałe, że stal w powietrzu, w ziemi i w wodzie, szczególnie morskiej, ulega korozji - zniszczenie elementów stalowych wskutek tego zjawiska uzależnione jest w zasadzie tylko od czasu. Ale o żywotności obiektu czy konstrukcji stalowej decyduje przede wszystkim ich funkcja techniczna, która może być zbyt szybko zniweczona przez zjawisko korozji. Dlatego od lat udoskonala się różnego rodzaju metody umożliwiające przedłużenie żywotności urządzeń i konstrukcji stalowych, eksploatowanych w różnorodnych środowiskach korozyjnych.

Ochrona katodowa jest jedną z najbardziej skutecznych metod ochrony przeciwkorozyjnej stali w środowiskach naturalnych. Może być stosowana wtedy, gdy powierzchnia metalu kontaktuje się ze środowiskiem elektrolitycznym, przewo-

dzącym prąd elektryczny. Stosowana jest przede wszystkim do wszelkiego rodzaju konstrukcji stalowych podziemnych i podwodnych, zazwyczaj razem z dobranymi do takich warunków powłokami ochronnymi. Prąd ochrony katodowej dociera do miejsc w uszkodzeniach (defektach) warstwy ochronnej (izolacji), oddzielającej od środowiska powierzchnię stali i uniemożliwia przebieg procesów korozyjnych. To kompatybilne współdziałanie ochrony katodowej i powłok ochronnych może zagwarantować długowieczną eksploatację konstrukcji stalowych w stałym kontakcie z agresywnym ciekłym środowiskiem korozyjnym. Do typowych zastosowań technologii ochrony katodowej należy zaliczyć w pierwszym rzędzie różnego rodzaju konstrukcje i urządzenia metalowe, eksploatowane w wodzie morskiej (kad-

tuby statków, konstrukcje hydrotechniczne, podpory wież wiertniczych) oraz pod ziemią (rurociągi, pancerze kabli, a także zbiorniki).

Konstrukcje podziemne

Szybkość korozji stali w ziemi jest, podobnie jak w wodzie morskiej, uzależniona od transportu tlenu z atmosfery do powierzchni metalu. Jednak nie szybkość korozji samej stali decyduje o żywotności i przydatności technicznej rurociągu czy zbiornika podziemnego. Zasadniczą przyczyną ich uszkodzeń są:

- makroogniwa korozyjne, wynikające z kontaktu konstrukcji w odrębnych miejscach

W technice ochrony katodowej wykorzystywany jest stały prąd elektryczny. W wyniku przepływu prądu przez granicę pomiędzy metalem a środowiskiem korozyjnym występuje zjawisko polaryzacji elektrochemicznej, która bezpośrednio ingeruje w przebieg procesów korozyjnych. Tym w zasadniczy sposób technika ta różni się od metod barierowych, tj. wszelkiego rodzaju powłok ochronnych. Eliminuje także występowanie różnego rodzaju makroogniw korozyjnych i korozję mikrobiologiczną.

Poważne ograniczenie możliwości jej wykorzystania - to głównie konieczność istnienia przy zabezpieczanej powierzchni odpowiednio grubej warstwy środowiska elektrolitycznego, przez którą musi przepłynąć prąd ochronny. Z tego właśnie powodu stosuje się ją jedynie do elementów stalowych zanurzonych w wodach naturalnych, w ziemi, wewnątrz aparatury i urządzeń napełnionych mediami przewodzącymi prąd elektryczny, ostatnio także w betonie.

cach z środowiskiem o różnych właściwościach fizyko-chemicznych, zróżnicowanym natlenieniem, temperaturą itd.

- prądy błądzące upływające ze źródeł prądu stałego - trakcji elektrycznych, urządzeń spawalniczych, galwanizacji itd.

- mikroorganizmy biorące udział w reakcjach lub stymulujące procesy korozyjne,

- błędy konstruktorów i wykonawców, stwarzających dogodny warunki do przyspieszenia szybkości niszczenia korozyjnego obiektów lub pozbawiające możliwości ich skutecznej ochrony przeciwkorozyjnej.

Wymienione czynniki, a nie są to przecież wszystkie przypadki, w znaczący sposób przyspieszają szybkość korozji stali, często wielokrotnie. Zazwyczaj nie zdajemy sobie sprawy, jak szybko w niektórych przypadkach może nastąpić uszkodzenie korozyjne ścianki zbiornika. Chociażby oddziaływanie prądów błądzących, o których wiadomo z prawa Faradaya, że prąd o natężeniu 1A w ciągu roku roztwarza ok. 9 kg żelaza. W takich warunkach wydrążenie przez prąd otworu o średnicy 1 cm w ściance stalowej o grubości 10 mm odbyłoby się w ciągu jednego dnia. Na szczęście warunki takie zdarzają się rzadko, a gęstości prądu są zazwyczaj jednak mniejsze.

Jedyną techniką ochrony konstrukcji podziemnych przed wszystkimi wyżej wymienionymi zagrożeniami jest ochrona katodowa. Może być ona stosowana nie tylko do konstrukcji nowych, ale także do obiektów już istniejących, eksploatowanych w ziemi od wielu lat.

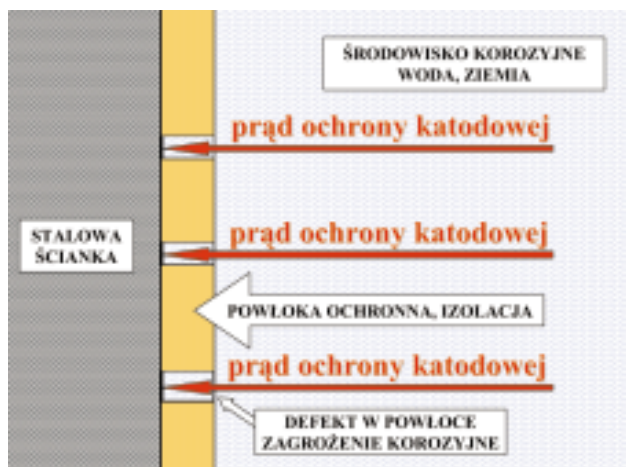
Zagrożenie korozyjne zbiorników i ich ochrona katodowa

Stalowe ścianki zbiorników podziemnych narażone są na korozyjne oddziaływanie gruntu w sposób analogiczny do innych konstrukcji podziemnych. Cechą charakterystyczną korozji tych zbiorników jest występowanie makroogniw korozyjnych wynikających ze zróżnicowanego napowietrzenia różnorodnych jego elementów, przede wszystkim fragmentów odd-

alonych od miejsc dopływu tlenu, jak również lokalnie miejsc o podwyższonym zawilgoceciu gruntu. W aglomeracjach miejskich i przemysłowych zbiorniki narażone są na silne oddziaływanie prądów błądzących.

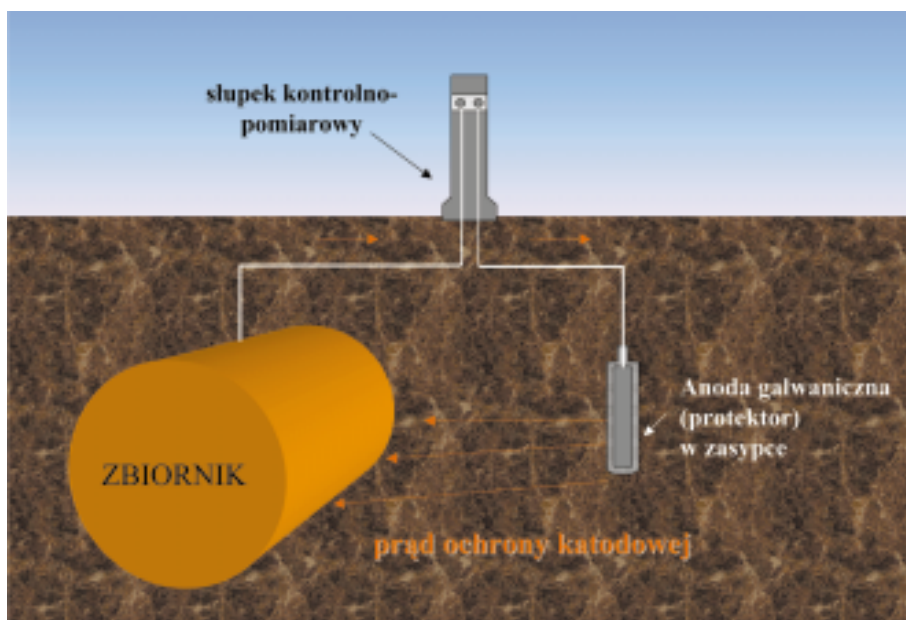
Podziemne stalowe zbiorniki na paliwa doskonale nadają się do zabezpieczenia przeciwkorozyjnego za pomocą ochrony katodowej. Prąd płynie od odpowiednio zaprojektowanego układu anod do zabezpieczanych elementów metalowych zbiornika, które kontaktują się bezpośrednio z otaczającym środowiskiem elektrolitycznym. Realizacja ochrony katodowej zbiorników jest stosunkowo łatwa, ponieważ mają one zazwyczaj bardzo proste i niewielkie wymiary, np. w porównaniu z wielokilometrowymi odcinkami rurociągów.

Najdogodniej realizuje się ochronę katodową zbiorników zabezpieczonych dobrymi powłokami ochronnymi i wyizolowanych elektrycznie od innych metalowych obiektów, rurociągów czy uzemień elek-



Ilustracja współpracy powłok ochronnych i ochrony katodowej zbiornika.

trycznych. W najprostszymi przypadkach ochronę katodową realizuje się za pomocą kilku anod galwanicznych (zwykle magnezowych) W bardziej rozbudowanych - za pomocą zewnętrznego źródła prądu. Oprócz obwodu prądowego współczesne systemy ochrony katodowej zaopatrzone są w obwody pomiarowe, służące do bieżącej oceny skuteczności zabezpieczenia przeciwkorozyjnego, a także układy automatycznej regulacji, które umożliwiają niezawodną eksploatację pomiędzy okresowymi wizytami obsługi specjalistycznej.



Schemat ochrony katodowej zbiornika za pomocą anody galwanicznej (zespołu anod).

▶ **W najnowszych rozwiązaniach kontrolę pracy instalacji ochrony katodowej wykonuje się zdalnie, interweniując jedynie w przypadkach niezbędnych, np. wystąpienia nieprawidłowości pracy obwodów elektrycznych, zmiany warunków zewnętrznych, działalności osób trzecich, itp.**

Ochrona skuteczna, lecz w Polsce nie wymagana?

Ochrona katodowa zbiorników nie jest w Polsce stosowana w szerokim zakresie. Obowiązujące aktualnie rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych oraz rurociągi dalekosiężne do transportu ropy i produktów naftowych (Dziennik Ustaw nr 98, poz. 1067, Warszawa 2000 r.) nie zawiera żadnych wymagań w omawianym zakresie, poza stwierdzeniem w odniesieniu do baz paliwowych: "zbiorniki naziemne i podziemne powinny być chronione przed

korozją" (§39.13) oraz w odniesieniu do stacji paliw: "zbiorniki i rurociągi paliwowe stacji powinny być zabezpieczone przed działaniem korozji poprzez zastosowanie odpowiednich pokryć antykorozyjnych lub ochrony elektrochemicznej, uziemione..." (§121.1). Nie przewidziano w ogóle w stacjach paliw zbiorników z ochroną katodową (§115).

Nie wiadomo dlaczego powszechnie uważa się za zbędne stosowanie ochrony katodowej zbiorników dwupłaszczowych. Przecież korozja i perforacja zewnętrznego płaszcza i tak wyeliminuje te zbiorniki z użytku w takim samym czasie jak zbiorniki jednopłaszczowe.

Technologia ochrony katodowej praktycznie została pominięta w dotychczasowych polskich przepisach. Była więc chętnie eliminowana przez inwestorów nowych baz i stacji paliw, tym bardziej nie zastosowano jej na obiektach już istniejących. Zagraniczni inwestorzy często rezygnowali z tej techniki na terenie Polski, argumentując to brakiem krajowych wymagań.

Z "litery" przepisów wynika, że można prowadzić eksploatację obiektu tak długo, aż pojawi się perforacja ścianki zewnętrznej. W rzeczywistości okres użyteczności (żywności) zbiornika zależy więc od szybkości korozji stali w miejscach defektów izolacji od strony ziemi, a więc także od tego, czy i w jaki sposób będzie zrealizowana ochrona katodowa tego zbiornika. Na problemy te wielokrotnie zwracano uwagę w środowisku specjalistów ochrony przeciwnikorozyjnej, a w szczególności na potrzebę możliwie szybkiego ustanowienia w Polsce w tym zakresie norm wg wymagań Unii Europejskiej (EN 13636).

Przygotowywane aktualnie rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki beciśnieniowe i niskociśnieniowe, przeznaczone do magazynowania materiałów zapalnych zawiera zapis w §72, z którego wynika, że "zbiorniki ... powinny być wyposażone w system ochrony katodowej". Niestety wzbudza on pewien niepokój przyszłych jego użytkowników. I jeśli ten niepokój podzielać, to jedynie w zakresie związanym ze sferą wiedzy i przygotowania zawodowego z zakresu ochrony katodowej zarówno użytkowników zbiorników jak i inspektorów dozoru technicznego. Niezbędne jest w tym zakresie odpowiednie specjalistyczne szkolenie personelu.

Ochrona katodowa zbiorników a ochrona środowiska

Należy sobie uzmysłowić, że zbiornik paliwowy jest naczyniem, w którym przechowywana jest niebezpieczna dla środowiska ciecz. Nieprzewidziane przedostanie się jej do środowiska, wywołujące skażenie, może odbyć się wskutek rozlania lub przelania cieczy przy napełnianiu zbiornika albo wskutek utraty jego szczelności, poprzez niesprawną armaturę lub uszkodzenie korozyjne.

Zazwyczaj uszkodzenia korozyjne zbiorników występują w miejscach niedostęp-

Schemat instalacji ochrony katodowej zbiornika z wykorzystaniem zewnętrznego źródła prądu (stacji ochrony katodowej i kontrolnego obwodu pomiarowego ze stałą elektrodą odniesienia).



Wygląd typowego słupka kontrolno-pomiarowego z tworzywa sztucznego

nych i mogą wywoływać bezpośredni wyciek. Miejsca takich uszkodzeń występują w trudnych do określenia miejscach istnienia defektów w izolacji, zależnych od jakości materiału i poziomu wykonawstwa powłoki.

W tym miejscu dopiero ujawniają się prawdziwe zalety ochrony katodowej:

- może być ona zastosowana do istniejących, już eksploatowanych (a więc także w jakimś stopniu skorodowanych) obiektów,

- prąd ochrony katodowej dociera do miejsc niedostępnych, właśnie do tych, które są potencjalnym ogniskiem zaatakowania korozyjnego ze strony środowiska, w miejscach uszkodzeń powłoki.

Te szerokie możliwości ochrony katodowej zostały dostrzeżone kilkanaście lat temu przez amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (EPA), która w roku 1988 doprowadziła do wprowadzenia przepisów federalnych oraz wdrożenia programu przeciwdziałania skażeniu naturalnego środowiska przez niesprawne zbiorniki paliwowe. Zgodnie z nim wszystkie stare podziemne zbiorniki paliwowe zainstalowane przed 22 grudnia 1988 r. powinny w ciągu 10 lat mieć wykonane odpowiednie zabezpieczenie przed rozlewaniem i przelaniem paliwa oraz odpowiednie zabezpieczenie przeciwkorozyjne.

Warunki ochrony przeciwkorozyjnej istniejących zbiorników i nowych obiektów wg EPA są spełnione, gdy:

- stalowy zbiornik posiada powłokę przeciwkorozyjną (powłoka bitumiczna nie jest zakwalifikowana jako powłoka przeciwkorozyjna) i ochronę katodową,

- zbiornik wykonany jest z materiału nie ulegającego korozji,

- stalowy zbiornik jest platerowany materiałem odpornym na korozję lub umieszczony jest w materiale nie ulegającym korozji (nie dotyczy to blachy stalowej cynkowanej),

- niepokryty stalowy zbiornik posiada ochronę katodową,

- niepokryty zbiornik posiada wewnętrzną wykładzinę nie ulegającą korozji,

- niepokryty stalowy zbiornik posiada ochronę katodową i wewnętrzną wykładzinę nie ulegającą korozji.

Ponieważ dla istniejących zbiorników stosunkowo trudno jest spełnić wymagania wykonania nowych powłok przeciwkorozyjnych, pozostaje tylko zastosowanie jednej z trzech możliwości przewidzianych w cytowanych przepisach amerykańskich:

- wykonać ochronę katodową zbiornika (co zabezpiecza ściankę przed korozją),

- wykonać wewnątrz zbiornika wykładzinę odporną na działanie paliwa (co chroni tylko przed wyciekami paliwa w przypadku korozji ścianki i nie przedłuża jego żywotności), lub zabezpieczyć się całkowicie, tj.

- wykonać łącznie ochronę katodową i wykładzinę wewnątrz zbiornika.

Omawiany dokument dobitnie pokazuje pierwszoplanową pozycję technologii ochrony katodowej zbiorników paliwowych w przeciwdziałaniu możliwości wystąpienia awarii korozyjnej ścianki lub dna zbiornika. Warto zwrócić uwagę na to, że powłoka przeciwkorozyjna (a w szczególności powłoka bitumiczna nie jest w ogóle uważana za powłokę przeciwkorozyjną!) nie może stanowić zabezpieczenia zbiornika bez jednoczesnego zastosowania ochrony katodowej.

Konieczne należy o tym pamiętać ze względu na zacieśniające się obecnie stosunki z NATO i Unią Europejską.