PSK
Polskie Stowarzyszenie Korozyjne

Doroczna IV konferencja naukowo-techniczna
WSPÓŁCZESNE TECHNOLOGIE PRZECIWKOROZYJNE
Modern Anticorrosion Technologies
337th Event of European Federation of Corrosion
MAGELLAN - 21-23 kwietnia 2010 r.

OCHRONA PRZECIWKOROZYJNA ŚCIANEK ZBIORNIKÓW KONTAKTUJĄCYCH SIĘ Z ZIEMIĄ I ELEKTROLITAMI. OCHRONA KATODOWA – NORMY, PRZEPISY, ZASTOSOWANIA

CORROSION PROTECTION OF TANK WALLS HAVING CONTACT WITH THE GROUND AND ELECTROLYTES CATHODIC PROTECTION – STANDARDS, REGULATIONS, PRACTICAL APPLICATIONS

Wojciech Sokólski
SPZP CORRPOL Gdańsk
Polski Komitet Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją SEP

słowa kluczowe: zbiorniki, ochrona katodowa, normy, przepisy, zastosowania
keywords: tanks, cathodic protection, standards, regulations, applications

Streszczenie

Pomimo utrwalonych zasad w technice światowej ochrony przed korozją zbiorników stalowych, których ścianki kontaktują się bezpośrednio z ziemią, za pomocą ochrony katodowej, w Polsce takich ogólnych wymagań nie ma, a istniejące przepisy nie są w tym względzie jednoznaczne. W pracy omówiono pokrótce problem korozji stalowych zbiorników podziemnych oraz podstawowe normy ochrony katodowej takich obiektów i na tym tle zaprezentowano obecnie obowiązujące polskie przepisy. Zwrócono uwagę na problemy ekologiczne – rolę ochrony katodowej w ochronie środowiska. Pokazano typowe zastosowania ochrony katodowej do zbiorników podziemnych i den naziemnych zbiorników paliwowych.

Abstract

Consolidated principles exist in world technology for cathodic protection of steel tanks, the walls of which are in direct contact with the ground. No such requirements are in force in Poland and existing regulations are not unequivocal in this respect. In the paper the problem has been discussed of underground steel tank corrosion and basic cathodic protection standards of such objects. Against this background current Polish regulations have been presented. Attention has been focused on ecological problems – the role of cathodic protection in protection of the environment. Typical applications of cathodic protection have been given for underground tanks and bottoms of aboveground fuel tanks.

1. Wprowadzenie

Spustoszenie ekologiczne, jakie pozostawiły po sobie jednostki radzieckie opuszczające w Polsce wojskowe bazy paliwowe – przekorodowane rurociągi, cieknące zbiorniki, ziemia przesiąknięta paliwami, okoliczna ludność wydobywająca olej napędowy ze studni, to obraz jaki przedstawiły Polakom masmedia. Ten propagandowy obrazek zaćmił fakt, że w naszym kraju tego rodzaju baz wojskowych i cywilnych jest dużo więcej, a wszystkie one budowane były w oparciu o taką samą technologię. Dodajmy do tego jeszcze kilkanaście tysięcy stacji paliwowych by zrozumieć wielkość problemu – pod ziemią znalazły się zbiorniki na paliwa płynne i inne groźne dla środowiska naturalnego media poza kontrolą ich oddziaływania na środowisko. A chodzi tu o stalowe dna olbrzymich naziemnych zbiorników magazynowych z osią pionową oraz krocie małych podziemnych zbiorników z osią poziomą. Pamiętać należy, że jeden litr węglowodorów powoduje, że niezdatnych do użycia staje się milion litrów wody pitnej. Pozostało mieć nadzieję, że kultura techniczna eksploatacji tych obiektów nadrobi niedoróbki z przeszłości. Czy tak się stało?

Stalowa ścianka rurociągów czy zbiorników podziemnych lub podwodnych odgradza transportowane lub magazynowane medium od środowiska naturalnego. Tę cienką przegrodę, trwałą mechanicznie, ale bezbronną przed agresywnym działaniem środowiska, na całym świecie zabezpiecza się przed korozją poprzez stosowanie ochrony katodowej współpracującej z odpowiednio dobraną ochronną powłoką izolującą. Dla niektórych zastosowań, gdy media te są niebezpieczne dla środowiska lub stanowią zagrożenie dla zdrowia lub życia ludzi, ujarzmienie takich substancji szkodliwych i niedopuszczenie do ich niekontrolowanych wycieków jest prawnie nakazane. Należą do nich przede wszystkim bezciśnieniowe i ciśnieniowe zbiorniki służące do magazynowania węglowodorów (ropa naftowa i jej pochodne, gaz naturalny i LPG). Ale nie tylko – w krajach rozwiniętych technicznie nie dopuszcza się do wycieków ścieków, a także wody, której cena w niektórych rejonach świata jest bardzo wysoka.

W Polsce pierwsze zastosowania technologii ochrony katodowej do zabezpieczania przed korozją stalowych zbiorników paliwowych zostały wdrożone przez Politechnikę Gdańską w końcu lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia dla zastosowań wojskowych (magazyny paliwowe na lotniskach) [1]. Obecny zakres zastosowań ochrony katodowej uzależniony jest w zasadniczej mierze od przepisów wynikających z Prawa budowlanego oraz dobrej woli projektantów. Wzorcem, określającym ogólnie akceptowany poziom techniczny, są normy –zarówno europejskie, amerykańskie jak i międzynarodowe.

Poniżej zebrano szereg informacji dot. ochrony przed korozją stalowych ścianek zbiorników kontaktujących się ze środowiskiem elektrolitycznym, głównie z ziemią, ale nie tylko. Zakres zastosowań ochrony katodowej w odniesieniu do zbiorników obejmuje:

- stalowe ścianki od strony zewnętrznej zbiorników podziemnych i podwodnych (w całości zakopanych w ziemi), zbiorniki w postaci walczaków z osią główną poziomą, stosowane do magazynowania wszelkiego rodzaju substancji płynnych i gazów,
- stalowe ścianki zbiorników obsypanych ziemią, zbiorniki w postaci walczaków z osią poziomą, stosowane do magazynowania gazów i cieczy,
- stalowe ścianki den zbiorników magazynowych z osią pionową od strony ziemi,
- stalowe ścianki den zbiorników magazynowych w przestrzeni między-dennej, jeśli zastosowano ochronę przed wyciekami w postaci podwójnego dna, a przestrzeń ta jest wypełniona kruszywem,
- stalowe ścianki den zbiorników magazynowych od strony wewnętrznej, głównie w surowej ropie naftowej,
- stalowe ścianki zbiorników i komór na ścieki (oczyszczalnie) i wodę (zbiorniki wody pitnej).

2. Korozja stalowych ścianek zbiorników (paliwowych) w kontakcie z ziemią

Dlaczego zbiorniki przeciekają? Z powodu korozji stalowych ścianek od strony ziemi, ponieważ w większości przypadków procesy korozyjne od strony przechowywanego medium, np. w środowisku paliw (węglowodorów), nie zachodzą w ogóle albo z ograniczoną szybkością. Korozja stalowych ścianek zbiorników paliwowych wybija się na pierwsze miejsce realnych przyczyn zanieczyszczeń wód podskórnych węglowodorami.

Szybkość korozji stali w ziemi jest, podobnie jak w wodzie morskiej, uzależniona od transportu tlenu do powierzchni metalu, a wiec od rodzaju gruntu oraz głębokości zakopania konstrukcji. Jest ona w ziemi zwykle znacznie mniejsza niż w wodzie morskiej. Jednak nie szybkość korozji samej stali decyduje o żywotności i przydatności technicznej takich obiektów jak rurociągi czy zbiornik podziemne. Zasadniczą przyczyną uszkodzeń konstrukcji podziemnych są:

- makroogniwa korozyjne, wynikające z kontaktu konstrukcji w odrębnych miejscach z środowiskiem o różnych właściwościach fizyko-chemicznych, zróżnicowanym natlenieniem, temperaturą, zasoleniem itp.
- prądy błądzące upływające ze źródeł prądu stałego – trakcji elektrycznych, urządzeń spawalniczych, galwanizerni itp. oraz indukujące się ze źródeł prądu przemiennego o częstotliwości przemysłowej z linii napowietrznych wysokiego napięcia,
- mikroorganizmy biorące udział w reakcjach korozyjnych lub stymulujące procesy korozyjne, np. bakterie redukujące siarczany,
- błędy konstruktorów i wykonawców, stwarzających dogodne warunki do przyspieszenia szybkości niszczenia korozyjnego obiektów lub pozbawiające możliwości ich skutecznej ochrony przeciwkorozyjnej.

W powszechnej opinii nieuchronność uszkodzenia korozyjnego zbiorników stalowych jest zupełnie oczywista – to problem jedynie czasu. Szybkość korozji stali w ziemi szacuje się na 0,1 do 0,2 mm/rok w najbardziej łagodnych warunkach oraz wielokrotnie więcej w przypadku szkodliwych oddziaływań zewnętrznych w postaci prądów błądzących czy mikroorganizmów wspomagających proces korozji. Zatem podsumowując – przyczyną zagrożenia środowiska naturalnego jest korozja w ziemi stalowych ścianek zbiornika, zaś skutkiem – wyciek magazynowanego medium i skażenie środowiska.

Stalowe ścianki zbiorników, oddzielające niebezpieczne substancje od otaczającego środowiska, nie kontaktują się jednak bezpośrednio z ziemią, tj. gruntem zawierającym wodę i rozpuszczone w niej sole mineralne. Oddzielone są zazwyczaj odpowiednio dobraną ochronną powłoką izolacyjną – adekwatną do stosowania pod ziemią, a więc odpowiednio grubą, przyczepną do podłoża stalowego, nieprzewodzącą prąd elektryczny i szczelną. Niestety utrzymanie tych cech w czasie eksploatacji nie jest możliwe, w szczególności trudne jest uzyskanie wymaganej szczelności powłoki, która narażona jest na mechaniczne uszkodzenia we wszystkich fazach budowy, a następnie eksploatacji w ziemi. Można z góry przyjąć, że uzyskanie w warunkach technicznych trwale szczelnych (bez żadnych defektów) powłok pod ziemią nie jest w praktyce technicznej możliwe. Procesy korozyjne mogą zachodzić jedynie na powierzchni metalu, a więc tylko w miejscach defektów powłoki ochronnej. To z tego powodu uszkodzenia korozyjne w ziemi mają zazwyczaj charakter lokalny i objawiają się w postaci głębokich wżerów. Zjawisko to jest szczególnie przyspieszane przez czynniki zewnętrzne (np. makroogniwa korozyjne, prądy błądzące), ponieważ skupia się na niewielkiej powierzchni metalu, podczas gdy pozostała powierzchnia jest chroniona za pomocą powłoki ochronnej. To właśnie w tych niewielkich miejscach dochodzi do perforacji ścianki, to tędy może wyciec paliwo do środowiska.

Aby krytycznie ocenić podejmowane działania w celu ograniczenia wycieków ze zbiorników substancji niebezpiecznych do ziemi warto im poświęcić chwilę uwagi. Groźba zanieczyszczenia środowiska wymusiła stosowanie zbiorników z podwójną ścianką.

3. Ochrona przed przeciekami mediów ze zbiorników do ziemi

W roku 1988 amerykańska Agencja Ochrony Środowiska doprowadziła do wdrożenia dziesięcioletniego projektu zabezpieczenia przed przeciekami około 1.200.000 zbiorników podziemnych zainstalowanych na terenie USA, głównie do magazynowania oleju opałowego, paliw i ropy naftowej. Wśród środków zaradczych dla istniejących obiektów, oprócz mechanicznych metod ograniczenia przelewania i rozlewania paliwa, znalazła się na pierwszym miejscu ochrona katodowa i wewnętrzne wykładziny, jako skuteczne techniki przeciwdziałania wyciekom (wewnętrzna szczelna warstwa chroni przed wyciekiem, nawet jeśli ścianka stalowa ulegnie perforacji). Również dla zbiorników nowych ochrona katodowa znalazła się wśród wytypowanych środków zaradczych. Do roku 2000 zastosowano ochronę katodową do ponad 650 tys. zbiorników, część zastąpiono zbiornikami z tworzyw sztucznych, część po prostu zlikwidowano. Podejście takie, w którym głównym winowajcą przecieków jest korozja stalowej ścianki, a środki przeciwdziałające korozji stanowią podstawę eliminowania tych przecieków, jest w USA uznawane za podstawowe do dnia dzisiejszego.

W jakiś czas później w Europie powstały przepisy związane z ochroną środowiska, które na pierwszym miejscu wymagają kontroli wycieku węglowodorów do wód gruntowych, co ma się osiągać za pomocą monitorowania szczelności przestrzeni pomiędzy ściankami zbiornika dwupłaszczowego. Ta koncepcja znajduje zwolenników na całym świecie, jednak zdaniem autora tego referatu, jest to rozwiązanie nie mające racjonalnego uzasadnienia technicznego i należy zaliczyć je do tej samej kategorii dobrze sprzedających się „pomysłów" jak ochrona katodowa pojazdów samochodowych.

Ponieważ wyciek paliwa ze zbiornika może nastąpić, oprócz uszkodzeń mechanicznych oraz przelewów przy napełnianiu, wyłącznie wskutek korozji stalowej ścianki, która ma miejsce od strony ziemi, na wewnętrznej ściance zbiornika w ogóle takie zjawisko nigdy nie wystąpi! To po co stała kontrola przestrzeni miedzyściennej, tym czujniki obecności węglowodorów? Na perforację narażona będzie jedynie zewnętrzna ścianka zbiornika dwupłaszczowego (wewnętrzna kontaktuje się z nieagresywnym paliwem oraz przestrzenią międzyścienną – pustą lub napełnioną obojętnym gazem lub cieczą), co oznacza, że wykryty przez system monitorowania po jakimś czasie eksploatacji brak szczelności przestrzeni międzyściennej, wcale nie będzie oznaczał wystąpienia przecieku zgodnie z przyjętą koncepcją, a jedynie korozję zbiornika od strony ziemi. Dodać do tego jeszcze należy, ze zgodnie z normą PN-EN 12285-1 ścianka zewnętrzna jest znacznie cieńsza od wewnętrznej – patrz Tab. 1., co jedynie okres oczekiwania na taki efekt skróci.

Tab. 1. Typowe grubości ścianek zbiornika dwupłaszczowego wg PN-EN 12285-1

Średnica zbiornika, mm	**Grubość ścianki, mm**	
	wewnętrznej	**zewnętrznej**
800 do 1600	5	3
1602 do 2000	6	3
2001 - 2500	6	4
2501 - 3000	7	4

Zgodnie z dzisiaj obowiązującymi przepisami wystąpienie nieszczelności w przestrzeni międzypłaszczowej powinno wyłączyć z eksploatacji zbiornik dwupłaszczowy. Znalezienie uszkodzenia zewnętrznej ścianki bez odkopania zbiornika pewnie nie będzie możliwa. Kto jednak mając świadomość, że wewnętrzny zbiornik nie jest uszkodzony zgodzi się na przerwanie jego eksploatacji? Można prognozować zmianę przepisów lub narodzenie się nowych pomysłów napełniania przestrzeni międzyściennej „preparatem antyprzeciekowym".

4. Ochrona katodowa zbiorników w świetle przepisów i norm

Razem z powłoką izolacyjną ochrona katodowa tworzy układ przeciwdziałający korozji zbiorników podziemnych ze 100% skutecznością na okres co najmniej 30 lat przewidywanych dla tego rodzaju obiektów w Prawie budowlanym. To ze względu na te niezaprzeczalne zalety ochrona katodowa powszechnie wykorzystywana jest do zabezpieczenia przeciwkorozyjnego podziemnych oraz podwodnych rurociągów i zbiorników stalowych na całym świecie. W odniesieniu do ochrony katodowej zbiorników mają w Polsce zastosowanie następujące przepisy:

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 21 listopada 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz. U. nr 243, poz. 2063) – wraz z późniejszymi zmianami

§ 64. 1. Nowo budowane zbiorniki stalowe [w bazach paliwowych] powinny być zabezpieczone przed korozją za pomocą odpowiednio dobranych powłok ochronnych oraz wyposażone w zabezpieczenie przeciwkorozyjne zewnętrznych powierzchni stykających się z gruntem za pomocą ochrony katodowej, odpowiednio do wymagań określonych w Polskich Normach dotyczących tych zabezpieczeń.
2. Ochrona katodowa nie jest wymagana, jeżeli zewnętrzna powierzchnia zbiornika stykająca się z ziemią posiada powłokę, której szczelność jest monitorowana w czasie jego użytkowania.

§ 113.1. Zewnętrzne powierzchnie zbiorników stalowych podziemnych i rurociągów technologicznych stacji paliw płynnych zabezpiecza się przed działaniem korozji, stosując odpowiednie powłoki ochronne.
2. Jeżeli zbiornik lub rurociąg, o którym mowa w ust. 1, są narażone na zwiększone zagrożenie korozyjne ze względu na występowanie prądów błądzących lub obecność bakterii redukujących siarczany, należy zastosować odpowiednie systemy ochrony katodowej eliminujące ten rodzaj zagrożenia korozyjnego.
4. Ochrona katodowa nie jest wymagana do zabezpieczenia podziemnego zbiornika stalowego lub rurociągu technologicznego, jeżeli zewnętrzna powierzchnia zbiornika stykająca się z ziemią posiada powłokę, której szczelność jest monitorowana w czasie ich użytkowania.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 31 marca 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki bezciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów ciekłych zapalnych (Dz. U. Nr 60 poz. 371)

§ 73. 1. Zbiorniki podziemne oraz zbiorniki naziemne stykające się z gruntem, z zastrzeżeniem ust. 2 i 3, wykonane ze stali węglowych lub stopowych, zabezpiecza się przed działaniem korozji poprzez stosowanie ochrony katodowej spełniającej kryteria określone w Polskich Normach.
2. Ochrona katodowa nie jest wymagana, jeżeli zewnętrzna powierzchnia ścianek zbiornika, o którym mowa w ust. 1, ma powłokę ochronną, której szczelność w czasie użytkowania jest potwierdzana przez jej monitorowanie.
3. Wymagania dotyczące ochrony przed korozją zbiorników w bazach i stacjach paliw płynnych, w zakresie stosowania ochrony katodowej, określają odrębne przepisy dotyczące warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki bezciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów trujących lub żrących. (Dz. U. Nr 63, poz. 572)

§ 81. 1. Zbiorniki stalowe podziemne oraz dna stalowych zbiorników naziemnych o osi pionowej stykające się z gruntem powinny być wyposażone w system zabezpieczenia katodowego, z zastrzeżeniem ust. 4. System ten powinien gwarantować ujemny potencjał zbiornika w stosunku do gruntu.
2. Ujemny potencjał w stosunku do elektrody porównawczej miedź-siarczan miedzi powinien być nie większy niż 0,85 V, a w przypadku zagrożenia korozją przez beztlenowe bakterie redukujące siarczany nie powinien być większy niż 0,95 V.
3. Jeżeli zbiorniki, o których mowa w ust. 1, znajdują się w strefie występowania prądów błądzących, należy zastosować specjalne środki ochrony katodowej.
4. Ochrona katodowa nie jest wymagana, jeżeli ścianka zewnętrzna zbiornika nie styka się z gruntem.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ z dnia 9 lipca 2003 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji niektórych urządzeń ciśnieniowych. (Dz. U. Nr 135, poz. 1269)

§ 28. 2. Dla zbiorników podziemnych organ właściwej jednostki dozoru technicznego, w przypadku wyposażenia zbiorników w funkcjonującą elektrochemiczną ochronę przed korozją, może przesunąć termin wykonania rewizji wewnętrznej albo wyrazić zgodę na zastąpienie jej innymi badaniami, uwzględniając, że powinna ona być wykonywana nie rzadziej niż co 10 lat.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA OBRONY NARODOWEJ z dnia 5 lipca 2004 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać wojskowe podziemne zbiorniki do magazynowania paliw płynnych (Dz. U. Nr 162, poz. 1701)

§ 51. 1. Zbiorniki wykonane ze stali węglowych lub stopowych wyposaża się w system zabezpieczenia katodowego, z zastrzeżeniem ust. 4. System ten gwarantuje ujemny potencjał zbiornika w stosunku do gruntu.
2. Potencjał zbiornika mierzony w stosunku do elektrody porównawczej miedź - siarczan miedzi nie przekracza 0,85 V. W przypadku zagrożenia korozją przez beztlenowe bakterie redukujące siarczany potencjał ten nie przekracza 0,95 V.
3. Jeżeli zbiorniki, o których mowa w ust. 1, znajdują się w strefie występowania prądów błądzących, stosuje się specjalne środki ochrony katodowej.
4. Ochrona katodowa nie jest wymagana, jeżeli zbiornik nie styka się z gruntem.

Zacytowane wyżej przepisy nie wymagają w zasadzie komentarza. Panuje w zapisach bałagan, niejednoznaczności i jeszcze szereg błędów. Ich interpretacja może odbywać się na szereg różnych sposobów, co w praktyce kończy się ostatecznie lekceważeniem uznanych zasad technicznych. O podejmowanych próbach z inicjatywy PSK uporządkowania przepisów związanych z zabezpieczeniami przeciwkorozyjnymi zbiorników można znaleźć informacje na stronie internetowej Stowarzyszenia.

Pomimo tego, że ochrona katodowa idealnie nadaje się do zabezpieczenia przeciwkorozyjnego istniejących zbiorników, bo nie wymaga ich odkopywania, jak również istniejące normy wyraźnie tę zaletę podkreślają, to w polskiej praktyce inżynierskiej większość zastosowań tej technologii dotyczy zbiorników nowych, także dwupłaszczowych. Bez wątpienia jest to skutek brzmienia ww. przepisów i braku zachęty do przedłużenia bezpiecznej eksploatacji obiektów istniejących.

4.1 Normy - zbiorniki podziemne z osią poziomą oraz zakopcowane

Zasady stosowania ochrony katodowej typowych zbiorników podziemnych z osią poziomą opisane są m.in. w następujących normach:

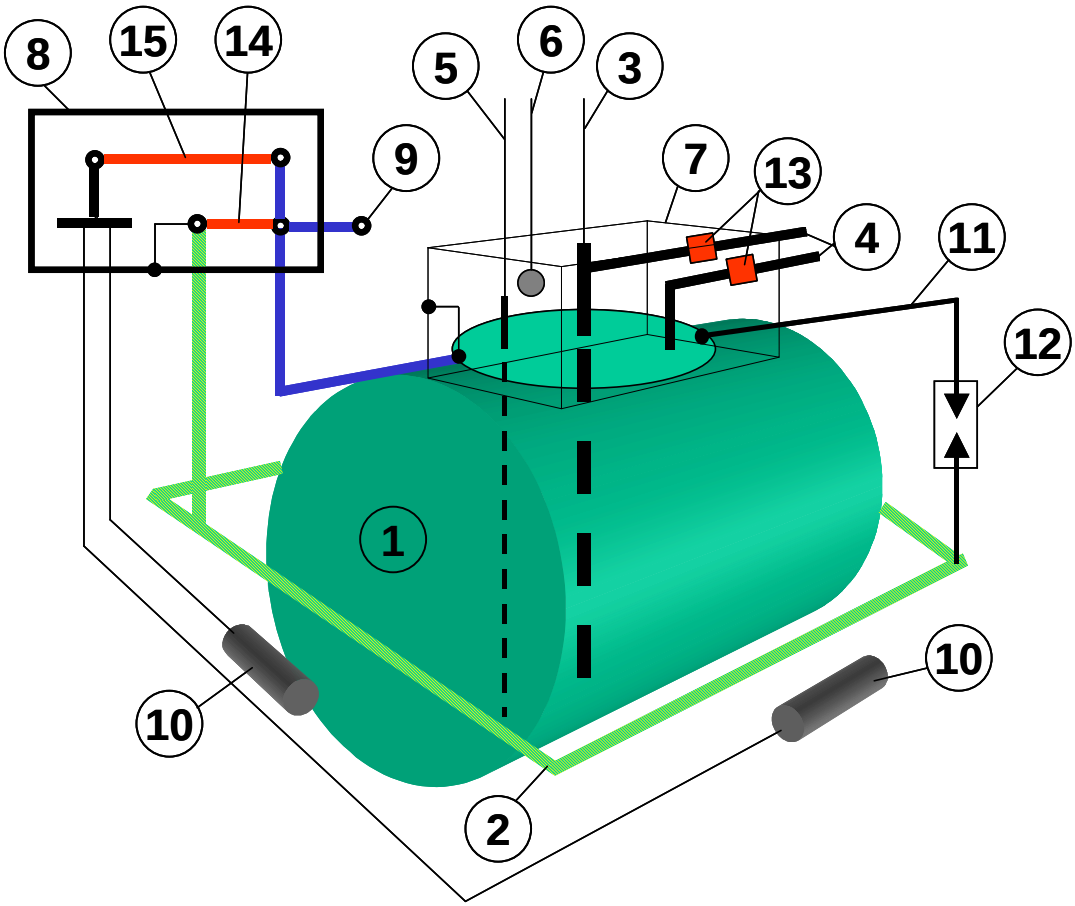
PN-EN 13636:2006 Ochrona katodowa metalowych zbiorników podziemnych i związanych z nimi rurociągów.
PN-EN 12954:2004 Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach - Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów.
NACE RP 0285-02 Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection.
NACE TM 0101-01 Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Tank Systems.
API Recommended Practice 1632 (1996) Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems.
UL 1746 (1993) Standard for Safety: "External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks".
UL 58 (1996) Standard for Safety: "Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids"

Norma PN-EN 13636 była pierwszym w Polsce normatywem, która w całości dedykowany był technice ochrony katodowej stalowych zbiorników podziemnych. Podobnie jak w normie PN-EN 12954, dotyczących zagadnień ogólnych ochrony katodowej, zabezpieczenie przeciwkorozyjne stalowej ścianki zbiornika podziemnego uzyskuje się poprzez zmniejszenie jej szybkości korozji poniżej 0,01 mm/rok. Wymagania norm określają

sposoby ustalania w warunkach rzeczywistych tego kryterium. Przedstawione w zestawieniu normy amerykańskie i kanadyjskie posiadają wymagania analogiczne do europejskich.

Dla zbiorników nowych ochronę katodową realizuje się zazwyczaj za pomocą anod galwanicznych, najczęściej magnezowych, które umieszcza się w ziemi łącznie z obiektem podczas jego budowy. Typowy schemat takiej instalacji przedstawiony został na rys. 1.

Przy dobrej organizacji pracy koszt wykonania instalacji takiej ochrony katodowej wszystkich zbiorników na typowej stacji paliwowej nie przekracza 1-2 % sumarycznych nakładów na budowę całego obiektu, a więc w granicach błędu kalkulacji kosztów. Zupełnie niezrozumiały jest ciągle jeszcze odczuwalny opór środowisk decyzyjnych przed uporządkowaniem kwestii przeciwdziałania nieuchronnej korozji tych obiektów w przyszłości.



Rys. 1. Ochrona katodowa podziemnego zbiornika stalowego: 1 – zbiornik, 2 – uziemienie otokowe, 3 – pompa, 4 – przewody paliwowe, 5 – poziomowskaz, 6 – czujnik, 7 – skrzynka nazbiornikowa, 8 – stacja ochrona katodowej, 9 – uziemienie, 10 – anody galwaniczne, 11 – przewód do uziemienia, 12 – iskiernik, 13 – złącza izolujące (monobloki), 14 – miejsce włączenia monolitycznego odgranicznika prądu stałego, 15 – główne połączenie obwodu i miejsce pomiaru prądu ochrony katodowej.

Fig. 1. Cathodic protection of underground steel tank: 1 - tank, 2 - earth otokowe, 3 - pump, 4 - fuel lines, 5 - level indicator, 6 - detector, 7 - Box nazbiornikowa, 8 - cathodic protection station, 9 - ground, 10 - anode plating, 11 - wire to ground, 12 - spark gap, 13 - insulating connectors (monoblock), 14 - place of the monolithic integration odgranicznika DC, 15 - the main circuit connection and place of the cathodic protection current measurement.

Ochrona katodowa zbiorników podziemnych już eksploatowanych od jakiegoś czasu jest zazwyczaj dużo bardziej kłopotliwa, ponieważ konieczne jest umieszczenie w ziemi odpowiednich elektrod i doprowadzenie do nich stałego prądu elektrycznego, co nie jest możliwe bez rozkopania oraz zniszczenia istniejącej infrastruktury. Bardzo często oprócz zbiorników zachodzi konieczność objęcia ochroną katodową wszystkich metalowych elementów znajdujących się w pobliżu zbiorników, np. uziemień i innych rurociągów.

Zbiorniki naziemne obsypane ziemią wykorzystywane są głównie do celów magazynowych paliw lub przeładunku gazu. W tym przypadku również stosowanie ochrony katodowej najkorzystniej wdrożyć razem z budową takich obiektów, co umożliwi umieszczenie elektrod służących do polaryzacji katodowej zbiorników w odpowiednim miejscu kopca. Niewielkie odległości pomiędzy zbiornikami i efekty ekranowania prądu ochrony katodowej stwarzają wiele problemów z uzyskaniem równomiernego poziomu ochrony na wszystkich narażonych na korozję ściankach zbiorników.

Instalacje ochrony katodowej zbiorników z wykorzystaniem zewnętrznego źródła prądu muszą być wykonywane wyłącznie przez wyspecjalizowany i doświadczony zespół, ponieważ niewłaściwie wykonane mogą spowodować uszkodzenia infrastruktury podziemnej.

4.2 Normy - zbiorniki naziemne z osią pionową

Duże naziemne zbiorniki magazynowe z osią pionową, przeznaczone głównie do przechowywania ropy naftowej i produktów jej przeróbki, wykonywane są na całym świecie zgodnie z amerykańska normą API 650, stale udoskonalaną w miarę postępu techniki i wymagań ochrony środowiska. Znane są normy API 652 dot. ochrony dna zbiorników za pomocą powłok oraz norma API 653 związana z eksploatacją zabezpieczeń przeciwkorozyjnych tego rodzaju zbiorników. Trudno jest zrozumieć, dlaczego w większości zastosowań tego rodzaju zbiorników, zarówno podczas projektowania jak i eksploatacji, zapomina się o normie opracowanej w 1991 roku:

ANSI/API RP 651 (2007) Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks, Third Edition

w której w najnowszym wydaniu czytamy: “zabezpieczenie przed korozją za pomocą ochrony katodowej dla nowych zbiorników należy opracować już na etapie wstępnego projektowania, i jeśli jest zastosowane, należy je utrzymywać przez cały okres eksploatacji zbiornika”.
Podobny wydźwięk i zakres zastosowań do zewnętrznej powierzchni dna zbiornika ma norma:

NACE RP 0193-01: External Cathodic Protection of On-Grade Metallic Storage Tank Bottoms.

Dla zbiorników starych, już od lat eksploatowanych decyzję o stosowaniu ochrony katodowej należy podjąć na podstawie oceny zagrożeń korozyjnych zbiornika i jego stanu technicznego dokonanej zgodnie z normą:

API Std 653 (2001) Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Third Edition.

Ze względu na ilość eksploatowanych na świecie zbiorników magazynowych i różnorodność sposobów ochrony przed rozlewami magazynowanego medium, opracowanych zostało szereg różnego rodzaju technik ochrony katodowej, głównie związanych z rozmieszczeniem anod względem dna zbiornika. Do najczęściej stosowanych należy:

- pionowe płytkie anody rozmieszczone w równomiernych odstępach wokół zbiornika w odległości kilku do kilkunastu metrów od jego ścianki,
- pojedyncze głębokie anody (do kilkudziesięciu metrów) zazwyczaj pomiędzy kilkoma zbiornikami,

- anody w odwiertach ukośnych pod dnem zbiornika,
- anody poziome w przewiertach kierowanych pod dnem zbiornika (najnowsza technologia),
- anody poziome w przestrzeni pomiędzy dnem a geomembraną lub inną przegrodą przeciwrozlewową (montowane w trakcie budowy zbiornika),
- anody poziome w przestrzeni międzydennej (w przypadku naprawy zbiornika poprzez dobudowę drugiego dna).

Ochrona katodowa w odniesieniu do zbiorników z osią pionową najczęściej odnosi się do jego dna wtedy, gdy w sposób bezpośredni kontaktuje się z ziemią. Jednak znajduje ona zastosowanie także do ochrony katodowej dna zbiornika od strony wewnętrznej, gdy przy dnie zbiera się woda, osady i zanieczyszczenia. Wymagania takiej ochrony podane są w normie:

NACE RP 0575-01 Internal Cathodic Protection Systems in Oil-Treating Vessels.

W takim przypadku do ochrony katodowej wykorzystuje sie anody galwaniczne wprost przyspawane do dna zbiornika analogicznie jak w zbiornikach balastowych na statkach.

W końcu nie sposób nie wspomnieć o aktualnej propozycji (marzec 2010) tekstu normy europejskiej dot. ochrony katodowej den zbiorników magazynowych z osią pionową:

CEN/TC 219 - 00219031 (draft) Cathodic protection of external surfaces of above ground storage steel tank bottoms in contact with soil or foundations.

Jest to najnowsza propozycja komitetu technicznego CEN/TC219, w której już we wprowadzeniu czytamy: „Podczas projektowania nowych zbiorników, powinny być przeprowadzone kompleksowe badania, w tym możliwość wykorzystania ochrony katodowej. W przypadku, gdy ochrona katodowa nie jest przyjęta, musi być podane udokumentowane techniczne uzasadnienie, że za pomocą metod alternatywnych uzyskana zostanie równoważna jej skuteczność zabezpieczenia przeciwkorozyjnego." Norma odnosi się do kryteriów ochrony katodowej ujętych w normach europejskich, jak również i amerykańskich. Powyższy zapis oznacza, że jeśli nie udowodni się możliwości obniżenia szybkości korozji dna zbiornika w danych warunkach do wartości mniejszej niż 0,01 mm/rok – stosowanie ochrony katodowej będzie wymagane. Norma podaje zasady wyboru układów anodowych oraz metody obliczeń projektowych. Należy oczekiwać, że uzgodniona wersja powstanie w przyszłym roku.

4.3 Normy – inne zbiorniki naziemne i nadziemne z osią pionową

Znacznie mniejsze ilościowo jest zastosowanie systemów ochrony katodowej do wszelkiego rodzaju pojemników zawierających wodę. Tradycję taką, zarówno w sferze wojskowej, jak i cywilnej, wypracowano w USA, gdzie woda pitna gromadzona jest w nowoczesnych „wieżach ciśnień" w zbiornikach stalowych. Stosuje się oba systemy ochrony katodowej: z zastosowaniem anod galwanicznych, jak i zewnętrznego źródła prądu, czego odzwierciedleniem są normy:

NACE RP 0196-04 Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks
NACE RP 0388-01 Impressed Current Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks.

Warto odnotować, przy omawianiu ochrony katodowej zbiorników, stosowane w zauważalnej w Polsce skali elektrochemiczne zabezpieczenie wewnętrznych stalowych komór w oczyszczalniach ścieków. Dotyczy to komór w oczyszczalniach biologicznych, jak również komór fermentacyjnych służących do produkcji biogazu. Obecnie wykorzystuje się do tego celu nowoczesne materiały anodowe na bazie tytanu pokrytego aktywnymi tlenkami. Wymagań normowych stosowania ochrony katodowej odnoszących się do środowiska ścieków nie ma i dlatego wykorzystuje się w tego rodzaju wdrożeniach normę ogólną:

PN-EN 12499:2006 Ochrona katodowa powierzchni wewnętrznych konstrukcji metalowych.

5. Podsumowanie

Pomimo tego, że pierwsze zastosowania do zabezpieczenia zewnętrznej jak i wewnętrznej strony den dużych zbiorników magazynowych surowej ropy naftowej za pomocą ochrony katodowej rozpoczęły się w latach 50-tych [2-4], technika ta nie została w Polsce upowszechniona i do dnia dzisiejszego jej zastosowanie nie jest powszechne w takim stopniu, jak to ma miejsce w krajach technicznie rozwiniętych. Odnotować należy szereg sukcesów w stosowaniu ochrony katodowej zbiorników magazynowych, ale nie wynika to z ugruntowanej potrzeby ochrony środowiska czy wydłużenia żywotności zbiorników, a raczej indywidualnego zaangażowania projektantów lub użytkowników tych obiektów. Brak jasno sformułowanych przepisów jest przyczyną tego, że w szeregu nowych zbiornikach z techniki tej zrezygnowano.

Analogicznie przedstawia się sytuacja w stosowaniu techniki ochrony katodowej do podziemnych zbiorników z osią poziomą, chociaż w tym przypadku ilość zastosowań jest dość duża, ale niestety jakość rozwiązań technicznych pozostawia wiele do życzenia [5-7].

Na tle niejednoznacznych przepisów wymagania normowe ochrony katodowej zbiorników sformułowane są w sposób klarowny, podobnie jak wymagania dotyczące wykształcenia i doświadczenia osób, które powinny być angażowane w proces wdrożeniowy tej technologii, zawarte w normie PN-EN 15257 Ochrona katodowa – Poziomy kompetencji i certyfikacja personelu ochrony katodowej.

LITERATURA

1. Patent nr 68330. Sposób zabezpieczenia przed korozja zbiorników paliwowych przechowywanych w ziemi. Politechnika Gdańska , Gdańsk (Polska). Współw. wynal. R. Juchniewicz, Z. Głowinkowski, W. Leśniak, S. Sadowski: Zgłosz. nr 141298 z 1970 r.
2. S.P. Ewing , J.S. Hutchison: Cathodic Protection Applied to Tank Bottoms, *Corrosion* 9, (7) 221 (1953).
3. J. Graves: An Application of Cathodic Protection to the Inside of a Tank, *Corrosion* 12 (5), 74 (1956).
4. H.M. Patton, Jr: Ten Years of Cathodic Protection for Large Water Storage Tanks, *Corrosion* 16, (8),12, (1960).
5. W. Sokólski: Ochrona katodowa zbiorników paliwowych w świetle przepisów i norm, Międzynarodowa Konferencja, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2001.
6. W. Sokólski: Ochrona katodowa zbiorników według aktualnych polskich przepisów i propozycja ich zmian w świetle normy EN 13636, VIII Krajowa konferencja "Pomiary korozyjne w ochronie elektrochemicznej", Jurata czerwiec 2004, s. 163.
7. W. Sokólski: Ochrona katodowa zbiorników paliwowych w świetle aktualnych przepisów i norm, Ochrona przed Korozją, nr 4-5/2008, s. 197.