

WOJCIECH SOKÓLSKI¹

OCHRONA KATODOWA DEN ZBIORNIKÓW KONTAKTUJĄCYCH SIĘ Z ZIEMIĄ LUB FUNDAMENTAMI wg prEN 16299

Wprowadzenie

Ochrona przed korozją stalowych konstrukcji podziemnych, takich jak rurociągi czy zbiorniki, realizowana jest obecnie w sposób gwarantujący pełną skuteczność zabezpieczenia przeciwkorozyjnego za pomocą technologii ochrony katodowej, której działanie wzmacnia się odpowiednio dobranymi powłokami izolacyjnymi. Autor niniejszego opracowania wielokrotnie prezentował, także na forum konferencji „Problemy eksploatacyjne baz magazynowych produktów naftowych”, różne aspekty stosowania tej techniki przeciwkorozyjnej w odniesieniu do zbiorników podziemnych, jak i naziemnych zbiorników magazynowych [1-9]. Zaprezentowane i opublikowane zostały także niektóre zastosowania praktyczne [10].

Ochronę katodową naziemnych zbiorników magazynowych (Aboveground Storage Tanks – AST), w odróżnieniu od zbiorników podziemnych (Underground Storage Tanks – UST), cechuje przede wszystkim to, że chronioną powierzchnią stalową zbiornika przed korozją jest jego dno posadowione bezpośrednio na powierzchni gruntu lub odpowiednio przygotowanego utwardzonego podłoża (podsypki). Zadaniem ochrony katodowej w obu przypadkach jest zapewnienie bezpiecznej eksploatacji ścianki lub dna stalowego zbiornika w kontakcie z otaczającym gruntem w miejscach defektów powłoki izolującej tę ściankę od ziemi. Nie wymaga chyba szczególnych uzasadnień fakt, że gołe powierzchnie metalowe w defektach powłoki kontaktując się z otaczającym środowiskiem elektrolitycznym ulegają procesom korozji, a zniszczenie stalowej ścianki poprzez jej perforację jest tylko kwestią czasu. Jak wykazały badania w USA korozja zbiorników (AST i UST), których ilość oszacowano na 8,5 mln sztuk, przysparza znaczące nakłady finansowe na ich utrzymanie i zabezpieczenie przeciwkorozyjne, bo aż ok. 4,5 mld USD rocznie [11].

O ile eksploatacja i związane z nią problemy zbiorników podziemnych są bardziej znane, chociażby dlatego, że w olbrzymich ilościach stosowane są jako zasobniki paliw do indywidualnego ogrzewania budynków mieszkalnych czy też materiałów pędnych na stacjach paliwowych, to w odniesieniu do naziemnych zbiorników magazynowych, skupionych w dużych i zwykle zamkniętych aglomeracjach przemysłowych, informacje tego rodzaju nie docierają do szerszej wiadomości. Do mało rozpoznanych problemów zaliczyć trzeba korozję dna zbiornika naziemnego od strony zewnętrznej, tj. od strony ziemi, oraz proponowanego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego tego elementu zbiornika za pomocą ochrony katodowej.

Technologia ochrony katodowej den stalowych naziemnych zbiorników magazynowych z osią pionową opisana została w normach amerykańskich około 20 lat temu. Obecnie przygotowywana jest do wydania – opisana poniżej - analogiczna norma europejska.

¹ dr inż., SPZP CORRPOL Gdańsk
Polski Komitet Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją SEP

Normalizacja ochrony katodowej zbiorników AST w USA

Stalowe zbiorniki magazynowe buduje się wg zasad sformułowanych w wymaganiach (rekomendacjach praktycznych American Petroleum Institute) API 650 wydanych w roku 1961 [12], zabezpiecza przed korozją powłokami wg API 652 [14], a eksploatuje i remontuje wg API 653 [15]. Niewiele osób wie, że dna tych zbiorników powinno się chronić przed korozją od strony ziemi za pomocą ochrony katodowej wg wymagań określonych w API 651 (pierwsza edycja – kwiecień 1991 r., obecna trzecia – styczeń 2007 r.) [13]. Sposób realizacji tego rodzaju zabezpieczenia określony jest także w normie NACE International [16], największego na świecie stowarzyszenia naukowo-technicznego inżynierów zajmujących się problematyką korozji.

Podejście do zasadności stosowania ochrony katodowej jest ujęte w jednoznacznie brzmiącym zaleceniu: ochronę katodową zewnętrznych powierzchni stalowych den naziemnych zbiorników magazynowych z osią pionową należy zawsze projektować, instalować i eksploatować zgodnie z zasadami tej technologii przeciwkorozyjnej, chyba że specjalnymi badaniami wykaże się brak takiej potrzeby z przyczyn technicznych. Tego typu rozumienie nakazu stosowania ochrony przeciwkorozyjnej jest manifestowane nie tylko w normach, ale także w szeregu obligatoryjnych przepisach w Stanach Zjednoczonych. Ukształtowało się ono pod wpływem amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (EPA) pod koniec lat osiemdziesiątych po szeregu spektakularnych katastrofach ekologicznych spowodowanych wyciekami węglowodorów ze zbiorników paliwowych do wód gruntowych. To wtedy udowodniono, że 1 litr takiego zanieczyszczenia pociąga za sobą brak możliwości konsumpcji miliona litrów skażonej wody. Od tego czasu w odniesieniu do wszelkich zbiorników stalowych zawierających substancje szkodliwe (HAZMAT) odnotować można zaostrzenie wymagań technicznych nakierowanych na ograniczenie możliwości rozlewów i wycieków tego rodzaju substancji oraz przedostawania się ich do gruntu i wód gruntowych, w pierwszej kolejności poprzez stosowanie i kontrolowanie skuteczności działania technologii przeciwkorozyjnych.

Wraz z rozwojem przemysłu wydobywczego ropy naftowej i rafineryjnego oraz olbrzymią konsumpcją paliw płynnych we współczesnych gospodarkach, z każdym rokiem wzrasta ilość zbiorników magazynowych, liczona obecnie w milionach sztuk na całym świecie. Na szczęście w zbiornikach nowobudowanych stosuje się wszystkie wymagane przepisami środki ostrożności podyktowane względami ochrony środowiska i bezpieczeństwa pożarowego, w tym także ochronę katodową den zbiorników. Dla obiektów istniejących, w szczególności na świecie tam, gdzie powstawały masowo podczas burzliwego rozwoju przemysłu rafineryjnego, ochronę katodową instaluje się obecnie masowo i to dla całych parków tego rodzaju zbiorników.

Powszechne zaufanie do techniki amerykańskiej spowodowało, że wymagania API 651 w odniesieniu do instalacji ochrony katodowej den zbiorników magazynowych uznane zostały za standard światowy, tym bardziej, że rekomendacje te z biegiem lat były odpowiednio modyfikowane i zmieniane w miarę rozwoju technologii i postępu technicznego. Nic też dziwnego, że na bazie tego dokumentu od lat wykonuje się instalacje ochrony katodowej zbiorników także w Europie, i pewnie też dlatego Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN), przystępując na początku XXI wieku do uporządkowania norm z zakresu ochrony katodowej, odłożył kwestię omawianych zbiorników do opracowania w terminie późniejszym. W chwili obecnej w Komitecie Technicznym nr 219 CEN trwają prace nad nadaniem ostatecznego kształtu nowej normie europejskiej prEN 16299 [17], która z konieczności jest związana z kierunkiem nadanym przez normy amerykańskie, ale w dużej mierze odnosi się do wcześniej opracowanych w technologii ochrony katodowej dokumentów europejskich. Poniżej pokrótce omówiona została zawartość tej normy europejskiej.

Norma europejska prEN 16299

Norma europejska „Ochrona katodowa zewnętrznej powierzchni den naziemnych zbiorników magazynowych kontaktujących się z gruntem lub fundamentami” znajduje się obecnie w ostatniej fazie uzgadniania tekstu i jeszcze w tym roku zostanie w CEN zatwierdzona. Przygotowana została przez Techniczny Komitet CEN/TC219 „Cathodic protection”, którego sekretariat prowadzony jest przez British Standards Institute (BSI). SPZP CORRPOL, członek Komitetu Technicznego nr 290 w PKN odpowiedzialny za problematykę normalizacyjną ochrony katodowej w Polsce, zakłada, że uda się skłonić zainteresowane firmy (rafinerie, bazy paliwowe) na sfinansowanie tłumaczenia i przygotowania tej normy w języku polskim natychmiast po jej ustanowieniu. Wszystkie dotychczas wydane normy europejskie dotyczące technologii ochrony katodowej zostały przetłumaczone przy współudziale Polskiego Komitetu Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją SEP.

Zawartość normy

Norma posiada 11 rozdziałów i dwa załączniki informacyjne, całość w obecnej postaci obejmuje 44 strony tekstu. W normie omówione są kolejno: zagrożenie korozyjne i metody jego zmniejszania za pomocą ochrony katodowej, zagrożenie korozją den zbiorników magazynowych, warunki zastosowania skutecznej ochrony katodowej, kryteria ochrony, różne aspekty projektowania, wykonawstwa, uruchomienia i eksploatacji systemu ochrony elektrochemicznej od strony gruntu lub fundamentów. Informacje dodatkowe dotyczą anod oraz zależnych od nich parametrów ochrony katodowej zbiorników. Zakres normy dotyczy stalowych zbiorników AST zarówno nowych, jak i eksploatowanych oraz den posadowionych na gruncie, podsypce lub stałym fundamencie.

Podobnie jak wszystkie inne normy europejskie dotyczące systemów ochrony katodowej również i ta norma zaopatrzona jest w następującą preambułę dotyczącą kwalifikacji personelu ochrony katodowej:

Osoby, które podejmują się projektowania, nadzoru montażu, uruchomienia, nadzoru eksploatacji, pomiarów, monitorowania i nadzoru nad utrzymaniem systemów ochrony katodowej, powinny posiadać odpowiedni do zakresu wykonywanych zadań poziom kompetencji.

Uwaga 1: Norma EN 15257 [18] ustanawia odpowiednią metodę oceny kompetencji personelu ochrony katodowej, która może być wykorzystana.

Uwaga 2: Kompetencje kadr ochrony katodowej do podejmowania zadań odpowiedniego poziomu powinny być wykazane poprzez certyfikację zgodnie z normą EN 15257 lub w innej równorzędnej procedurze wstępnej kwalifikacji.

Zagrożenie korozyjne den zbiorników

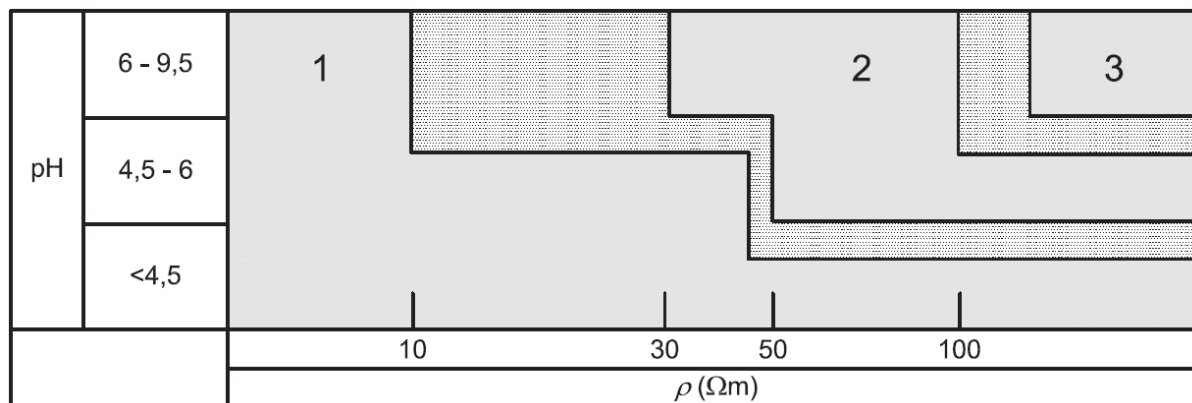
Do zasadniczych czynników mających wpływ na korozję den zbiorników należy zaliczyć agresywność korozyjną podsypki (warstwy znajdującej się bezpośrednio pod dnem zbiornika) kontaktującej się z dnem, efektów galwanicznych, zróżnicowanego natlenienia i warunków środowiskowych.

Dno zbiornika podlega dużym zmianom obciążenia spowodowanym załadunkiem i wyładunkiem paliwa, poddawane jest zmianom termicznym zależnym od temperatury magazynowanego czynnika lub pory roku, a także elastycznym pionowym przemieszczeniom części środkowej w stosunku do sztywnych fragmentów posadowionych na pierścieniowym fundamencie, co przyczynić się może do penetracji pod dnem wilgotnego powietrza, a nawet i wody.

Rodzaj podsypki pod dnem zbiornika, nierzadko wymieszanej z rodzimym podłożem, ma istotny wpływ na zagrożenie korozyjne dna stalowego, które ocenia się na podstawie:

- warunków hydrogeologicznych w miejscu posadowienia zbiornika,
- retencji opadów atmosferycznych w rejonie obwałowania,
- pomiarów rezystywności podsypki i otaczającego gruntu,
- obecności bakterii redukujących siarczany.

Posiłkując się wymaganiami norm EN 12501-1: 2003 i EN 12501-2: 2003 [19,20] ryzyko korozji oceniane jest jak na rys. 1.



Rys. 1. Zagrożenie korozyjne 1- duże, 2 – średnie, 3- małe w zależności od rezystywności gruntu oraz jego pH wg normy EN 12501-2 [17,20].

Obecność jonów chlorkowych pomiędzy 300 a 1000 ppm lub siarczanów pomiędzy 1000 a 5000 ppm kwalifikuje grunt do agresywnych korozyjnie, zaś większa zawartość chlorków niż 1000 ppm lub siarczanów większa od 5000 ppm – do kategorii gruntów bardzo agresywnych. Obecność wilgoci w podsypce zwiększa szybkość korozji.

Na procesy korozyjne zasadniczy wpływ mogą mieć efekty galwaniczne. Dolna strona dna zbiornika pokryta zazwyczaj jest produktami bitumicznym (powłoka, mazut), które są spalane podczas prac spawalniczych, co w rezultacie przy niewielkim dostępie powietrza może doprowadzić do powstania przewodzących cząstek węgla tworzących ogniwo galwaniczne ze stalą dna zbiornika. Również groźne ogniwa galwaniczne występują przy wykorzystaniu do uziemień zbiornika elementów wykonanych z miedzi lub połączeń ze zbrojeniem żelbetu.

Norma zwraca uwagę także na możliwość wystąpienia korozji wywołanej przez prądy błądzące wpływające z różnych instalacji prądu stałego, między innymi sąsiednich instalacji ochrony katodowej (jeśli nie są we właściwy sposób wykonane i eksploatowane), trakcji elektrycznych, spawarek, instalacji elektroenergetycznych przesyłowych prądu stałego (HVDC) i odwołuje się w tym zakresie do normy szczegółowej EN 50162 [21].

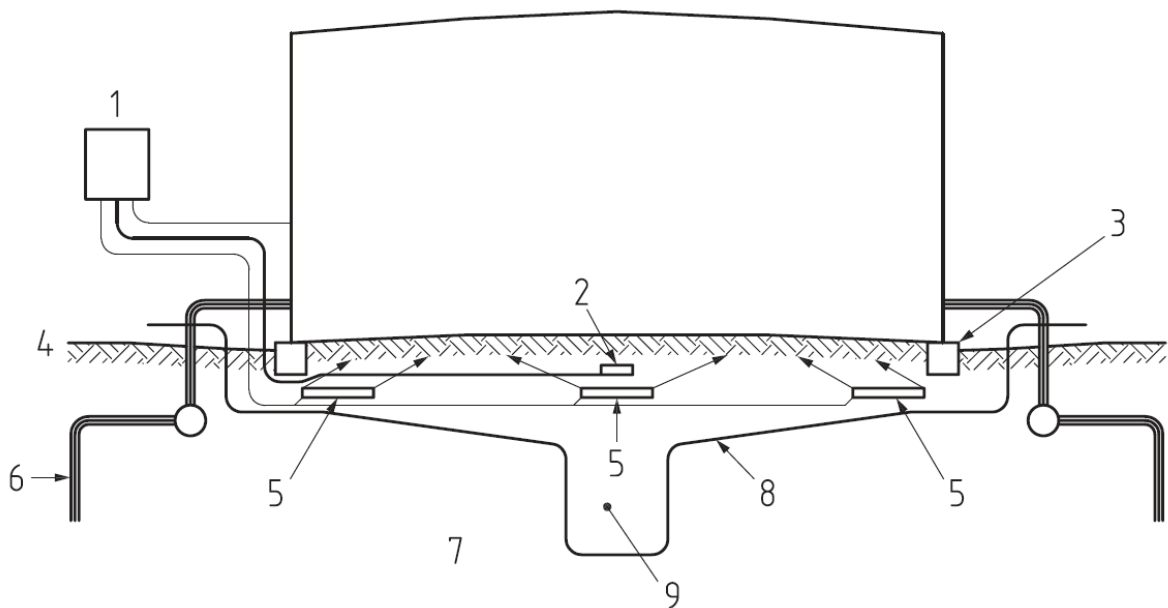
Warunki wstępne stosowania ochrony katodowej zbiorników AST

Dla nowych zbiorników projekt ochrony katodowej powinien być skompletowany i zatwierdzony przed rozpoczęciem jakichkolwiek robót budowlanych. Powinien brać pod uwagę rodzaj podsypki, fundamenty i połączenia uziemiające zbiornika. Najlepszym materiałem na podsypkę jest oczyszczony i wymyty oraz przesiany drobny piasek o pH wyższym od 6,5 i zawartości jonów chlorkowych mniejszej od 100 ppm. Nie powinien on być impregnowany w jakikolwiek sposób olejem (emalią smołową, mazutem, ropą itp.) lub koagulantem, które utrudniają rozptyw prądu ochrony katodowej i nie wnoszą żadnych korzyści związanych z ochroną przed korozją powierzchni stalowych.

Dno zbiornika w miejscu posadowienia na fundamencie powinno być w odpowiedni sposób uszczelnione w taki sposób, aby tą drogą nie dostawała się woda pod dno zbiornika. Jednocześnie uszczelnienie to powinno gwarantować brak możliwości połączenia stalowych elementów zbiornika ze stalą prętów zbrojeniowych w fundamencie.

W celu zredukowania wielkości prądu ochrony katodowej arkusze blachy dna mogą posiadać powłokę zewnętrzną. Niezależnie od wszelkich powłok stosowanych w celu ochrony przed korozją atmosferyczną podczas transportu oraz magazynowania, płyty te powinny być wtedy pokryte odpowiednią warstwą izolacyjną odporną na działanie czynników zewnętrznych, głównie temperatury, oraz zgodną z wymaganiami stawianymi takim powłokom przy współpracy z ochroną katodową.

Jeśli pod dnem zbiornika znajduje się membrana przeciwdziałająca wyciekom (nazwyczaj wykonana z materiału dielektrycznego), to system ochrony katodowej musi być umieszczony w przestrzeni pomiędzy membraną a dnem zbiornika – jak na rys. 2.



Rys. 2. Ochrona katodowa stosowana łącznie z plastikową membraną [17]:
1 – stacja ochrony katodowej, 2 – elektroda odniesienia, 3 – pierścień fundamentu,
4 – grunt, 5 – anody, 6 – uziemienie z gołej miedzi, 7 – wilgotny grunt,
8 – plastikowa membrana, 9 – studzienka.

Minimalna odległość pomiędzy membraną a dnem zbiornika nie powinna być mniejsza od 600 mm. Rodzaj zastosowanego uziemienia w tym przypadku nie ma istotnego znaczenia.

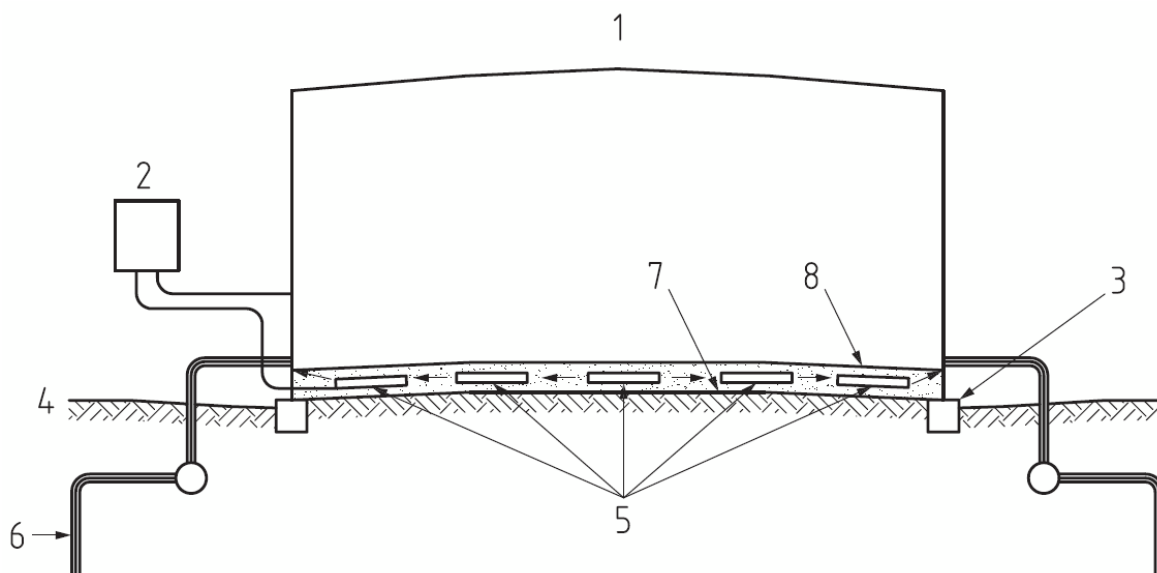
Jeśli zbiornik nie posiada plastikowej membrany, to muszą być podjęte wszystkie możliwe środki zmierzające do obniżenia natężenia prądu ochrony katodowej, między innymi poprzez wyeliminowanie pobierania prądu przez systemy uziemień (zastosowanie uziemień z gołej miedzi powoduje dwukrotny wzrost zapotrzebowania prądowego). Zamiast uziomów z miedzi należy stosować uziomy ze stali ocynkowanej, a jeśli to nie jest możliwe celowe jest zastosowanie odgraniczników prądu stałego (urządzeń umożliwiających przepływ prądu przemiennego, ale jednocześnie blokujących do pewnych granic przepływ prądu stałego), które pozwalają na stosowanie ochrony katodowej z jednoczesnym zapewnieniem bezpieczeństwa przeciwporażeniowego i odgromowego. Również może być stosowane uziemienie lokalne. Wyposażenie elektryczne w oprzyrządowaniu zbiornika w miarę możliwości też powinno uwzględniać potrzebę rozwiązania opisanego problemu koegzystencji ochrony katodowej i systemów bezpieczeństwa elektrycznego (stosowanie separacji od

obiektów chronionych katodowo, stosowanie wyłączników różnicowo-prądowych z lokalnym uziemieniem, transformatorów bezpieczeństwa lub odgraniczników prądu stałego). Jeśli stosowana jest separacja elektryczna rurociągów, powinna być wyposażona w stosowane urządzenia ochrony odgromowej.

Ocena możliwości zastosowania skutecznej ochrony katodowej den zbiorników AST w zależności od jego konstrukcji, rodzaju podsypki i połączenia z uziemieniami przedstawiono we Tabeli 1.

Tabela 1. Konstrukcja zbiornika i ocena wykonalności ochrony katodowej.

Konstrukcja zbiornika	Wykonalność ochrony katodowej
<i>Zbiorniki nowe</i>	
Membrana pod podsypką piaskową, z lub bez podłączenia do systemów uziemień	Wykonalne w przypadku wystarczającej odległości między membraną i dnem, doskonałe warunki zapewniające skuteczność ochrony
Bez membrany, podsypka z czystego piasku, brak bezpośredniego połączenia do systemów uziemień	Wykonalne, doskonałe warunki do zapewnienia skutecznej ochrony
Bez membrany, podsypka dowolnego rodzaju poza czystym piaskiem, nie ma bezpośredniego połączenia z systemem uziemień	Wykonalne, ale skuteczność zależy od rodzaju i jakości podsypki
Bez membrany, podłączenie do systemu uziemień	Wykonalne, ale skuteczność zależy od rodzaju i jakości podsypki, potrzeba zastosowania większego prądu
<i>Zbiorniki istniejące</i>	
Membrana pod dnem z podsypką piaskową, z lub bez podłączenia do systemów uziemień	Niewykonalne
Bez membrany, podsypka z czystego piasku, brak bezpośredniego połączenia do systemów uziemień	Wykonalne, doskonałe warunki do zapewnienia skutecznej ochrony
Bez membrany, podsypka dowolnego rodzaju poza czystym piaskiem, nie ma bezpośredniego połączenia z systemem uziemień	Wykonalne, ale skuteczność zależy od rodzaju i jakości podsypki. Szczególnie trudne, gdzie grunt lub podsypka zawierają materiały oleiste
Bez membrany, podłączenie do systemu uziemień	Wykonalne, ale skuteczność zależy od rodzaju i jakości podsypki, potrzeba zastosowania większego prądu. Szczególnie trudne, gdzie grunt lub podsypka zawierają materiały oleiste
Podwójne dno zbiornika stalowego - jak na rys. 3. (wykonane w ramach modernizacji zbiornika)	Wykonalne, jeśli konstrukcja jest dostosowana do zapewnienia ochrony w pustce między starym i nowym dnem



Rys. 3. Zastosowanie ochrony katodowej do podwójnego dna [17]:
 1- AST z systemem ochrony katodowej, 2 – stacja ochrony katodowej,
 3 – pierścień fundamentu, 4 – grunt, 5 – anody, 6 – uzimienie z gołej miedzi,
 7 – stare dno zbiornika, 8 – nowe dno zbiornika.

Kryteria ochrony katodowej

Dla nowych zbiorników norma przewiduje wykazanie skuteczności zabezpieczenia przeciwkorozyjnego dna poprzez spełnianie kryterium ochrony katodowej zgodnego z normą EN 12954 [22] (i EN 13636 [23]) oraz ogólnie przyjętą koncepcją oceny ochrony katodowej w Europie. Dla zbiorników istniejących należy także dążyć do spełnienia ww. wymagań, ale jeśli to nie jest możliwe, norma wskazuje dodatkowe metody i kryteria alternatywne.

Kryterium ochrony katodowej zakłada, że pełne i skuteczne zabezpieczenie przeciwkorozyjne katodowo polaryzowanej powierzchni stalowej następuje wtedy, gdy szybkość korozji powierzchni tego metalu jest z technicznego punktu widzenia zaniedbywalna. W cytowanych normach szybkość korozji spełniająca ten warunek to 0,01 mm/rok. Obrazowo mówiąc – stalowa ścianka (dna zbiornika, rurociągu) w kontakcie z gruntem poddawana skutecznej ochronie katodowej nie powinna wykazać równomiernych ubytków korozyjnych większych niż 1 mm w ciągu 100 lat eksploatacji.

Efekt obniżenia szybkości korozji może być określony za pomocą pomiaru potencjału zabezpieczanej powierzchni względem niepolaryzującej się elektrody odniesienia. Przyjęto w normie wartość -0,85 V względem elektrody Cu/nasycony roztwór CuSO_4 wraz z wszystkimi uwagami zawartymi w normie ogólnej EN 12954. Mierzona wartość potencjału powinna być pozbawiona błędu omowego spadku napięcia IR oraz powinna uwzględniać efekty makroogniw korozyjnych wynikających z obecności uzemień połączonych galwanicznie ze zbiornikiem. Zalecane jest w pomiarach potencjału stosowanie co najmniej klasycznej już metody wyłączeniowej ON/OFF, a także posługiwanie się do tego celu elektrodami symulacyjnymi umieszczonymi pod dnem zbiornika (najczęściej podczas budowy zbiornika, możliwie w jego centralnej części). Elektrody te mogą być wykorzystywane również do pomiaru gęstości prądu ochrony katodowej, a jeśli są wykonane w postaci czujnika korozymetrycznego – także do bezpośredniego pomiaru szybkości korozji. Ta ostatnia technika nabiera na znaczeniu i w coraz to większej ilości doniesień literaturowych z dziedziny technologii ochrony katodowej zwraca się uwagę na jej wiarygodność i niezależność od błędów wynikających z czynnika ludzkiego (pomiar odbywa się metodą instrumentalną, rezultat – w $\mu\text{m}/\text{rok}$ – od razu nadaje się do konfrontacji z kryterium ochrony katodowej).

Projektowanie systemów ochrony katodowej

Norma w tej części wymienia wszystkie aspekty, które powinny być rozpatrywane przez projektanta ochrony katodowej, i wskazuje na potrzebę uwzględnienia szeregu specyficznych czynników związanych z konstrukcją, lokalizacją i otoczeniem zbiornika. Obejmują one:

- szczegóły konstrukcji i dane techniczne (lokalizacja, dokumentacja techniczna, aspekty bezpieczeństwa),
- środowisko (grunt, zanieczyszczenia, sąsiednie konstrukcje),
- separacja elektryczna – możliwość zastosowania,
- wymagana gęstość prądu ochrony,
- wybór systemu ochrony i konfiguracji anod,
- połączenia kablowe,
- elektrody odniesienia, elektrody symulujące, czujniki i punkty pomiarowe,
- zabezpieczenia przeciwwybuchowe (jeśli są potrzebne) – wyposażenie elektryczne, złącza izolujące.

Norma przewiduje możliwość zastosowania ochrony katodowej zbiorników za pomocą anod galwanicznych (cynkowych lub magnezowych) lub systemów z zewnętrznym źródłem prądu. Podane są wymagania dotyczące materiałów anodowych, ich lokalizacji, sposobu podłączenia do konstrukcji, stacji ochrony katodowej i kabli.

Zwrócono także uwagę na konieczność rozpatrzenia na etapie projektowania kwestii interferencji ochrony katodowej na sąsiednie podziemne konstrukcje metalowe (rurociągi, inne zbiorniki itp.).

Instalacja systemów ochrony katodowej

Wykonawstwo instalacji ochrony katodowej powinno odbywać się pod ścisłym specjalistycznym nadzorem dokładnie wg zatwierdzonej dokumentacji projektowej, zgodnie ze specyfikacją materiałową i rysunkami. Jakikolwiek odstępstwa muszą być akceptowane przez inwestora lub operatora, a także przez upoważniony do tego wykwalifikowany personel.

Dla obiektów nowobudowanych system ochrony katodowej instaluje się łącznie z budową zbiornika, a w odniesieniu do niektórych elementów (anody, elektrody i czujniki, kable) przed montażem stalowego dna. Jeśli zachodzi ryzyko, że zbiornik może mieć kontakt galwaniczny z innymi konstrukcjami (np. stalą zbrojeniową żelbetu, zakotwieniami), zaleca się zastosowanie trwałej izolacji elektrycznej przed zasłonięciem (zasypaniem, zalaniem) tego miejsca.

Dla obiektów istniejących systemy ochrony katodowej instaluje się wg zatwierdzonego programu prac z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa.

W normie dość szczegółowo podano wymagania związane z zabudową następujących elementów instalacji ochrony katodowej:

- kabli (układanie, podłączenia do zbiornika),
- złącza izolujące,
- anody (anody galwaniczne, anody w systemach z zewnętrznym źródłem prądu, stacje ochrony katodowej, punkty i stacje pomiarowe, stałe elektrody odniesienia, elektrody symulujące i czujniki korozymetryczne),
- złącza z innymi konstrukcjami.

Podczas budowy konieczna jest drobiazgowo kontrola materiałów i wykonawstwa – zakres tych czynności określa norma. Ze względów bezpieczeństwa wszystkie elementy i podzespoły systemu ochrony katodowej powinny być we właściwy sposób oznakowane. Po montażu instalacji wymagana jest dokładna dokumentacja powykonawcza.

Uruchomienie i eksploatacja ochrony katodowej AST

Przed uruchomieniem instalacji konieczne jest sprawdzenie wszystkich obwodów ochrony katodowej oraz zainstalowanych elementów bezpieczeństwa elektrycznego, a także wykonanie pomiarów bazowych, które będą w przyszłości służyły do oceny skuteczności funkcjonowania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego dna zbiornika.

Po uruchomieniu instalacji wykonuje się wszystkie pomiary celem sprawdzenia założeń projektowych oraz dokonania wstępnej regulacji parametrów pracy systemu ochronnego. Wszystkie dane techniczne z tych operacji powinny zostać ujęte w dokumentacji rozruchu instalacji ochrony katodowej i być przechowywane w archiwum.

Podczas eksploatacji system ochrony katodowej musi podlegać okresowej kontroli, a systemy zasilane z zewnętrznego źródła prądu – podlegać stałemu dozorowi elektrycznemu. Skuteczność ochrony katodowej, wymagająca wykonania specjalistycznych pomiarów korozyjnych, powinna być oceniana nie rzadziej niż jeden raz w roku, jednak decyduje o tym projektant znający wszystkie aspekty związane z chronionym obiektem i jego otoczeniem. Ze względu na specyfikę ochrony katodowej den zbiorników nie można w stosunku do tego typu instalacji bezpośrednio zastosować typowych normowych technik pomiarowych [24].

Systemy ochrony katodowej wymagają stałej konserwacji i wymiany zużywających się lub uszkodzonych z innych przyczyn elementów systemu ochrony katodowej (np. anod, kabli, elektrod pomiarowych, punktów pomiarowych). Jedynie stałe utrzymywanie instalacji w dobrej kondycji technicznej i zapewnienie jej stabilnej pracy daje gwarancje uzyskania założonych efektów techniczno-ekonomicznych ochrony przeciwkorozyjnej zbiorników.

Podsumowanie

Nowa norma europejska dotycząca ochrony katodowej den zbiorników magazynowych łączy w sobie dotychczasowe doświadczenia w stosowaniu tej technologii w Stanach Zjednoczonych oraz wypracowane procedury wdrożone w innych normach europejskich z tej dziedziny techniki ochrony przeciwkorozyjnej. Na szczególną uwagę zasługuje jednolite w tym zakresie podejście do kryteriów ochrony katodowej umożliwiające wykorzystanie do oceny skuteczności działania tego zabezpieczenia korozymetrii rezystancyjnej, obiektywnej i instrumentalnej metody pomiarowej dającej bezpośrednią ocenę jej funkcjonowania.

Obserwowany od szeregu lat silny trend związany z ochroną środowiska wymusza stosowanie różnorodnych metod i procedur postępowania, których celem jest zminimalizowanie ryzyka zanieczyszczenia środowiska naturalnego substancjami niebezpiecznymi dla zdrowia i egzystencji organizmów żywych. Bez wątplenia również i norma EN 16299 ma na celu przeciwdziałanie wyciekom paliw do gruntu i wód podskórnych wskutek perforacji korozyjnych den zbiorników magazynowych z osi pionową.

Warto przypomnieć, że w przepisach wykonawczych Prawa budowlanego - Dz. U. nr 243, poz. 2063 [25], w § 64. pkt. 1. znajduje się następujący zapis: „Nowo budowane zbiorniki stalowe 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.” Oznacza to, że z dniem uznania normy europejskiej EN 16299 przez PKN i wydaniu jej w języku polskim, jej wymagania staną się prawnie obowiązujące w odniesieniu do wszystkich nowobudowanych zbiorników magazynowych na terenie baz paliw płynnych w Polsce.

Należy mieć nadzieję, że opracowana w nowoczesny sposób norma, uwzględniająca wymagania techniczne, jak również określająca kwalifikacje uczestników jej wdrożenia, zapewni osiągnięcie celu - skutecznego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego den zbiorników.

Literatura

1. W. Sokółski: Ochrona katodowa a żywotność stalowych zbiorników na paliwa, Konferencja „Problemy eksploatacyjne baz magazynowych produktów naftowych”, Centrum Edukacji „ALIAS”, Poznań 2001 r.
2. W. Sokółski: Ochrona katodowa stalowych zbiorników podziemnych, Paliwa Płynne, 10/2001.
3. W. Sokółski: Zbiorniki. Dlaczego trzeba inwestować w ochronę katodową, Paliwa Płynne, 2/2002.
4. W. Sokółski: Podziemne zbiorniki paliwowe - czy muszą przeciekać?, Nafta&GazBiznes, 3/2002.
5. W. Sokółski: Ochrona zbiorników. Zabezpieczenia przeciwkorozyjne, Stacja Benzynowa, 3/2002.
6. W. Sokółski: Ochrona podziemnych zbiorników paliwowych w świetle aktualnych przepisów i norm, Konferencja „Problemy eksploatacyjne baz magazynowych produktów naftowych”, Centrum Edukacji „ALIAS”, Poznań 2002 r.
7. Ochrona katodowa podziemnych zbiorników paliwowych - aktualne wymagania, zastosowania praktyczne, Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej "ANTYKOROZJA", Systemy - materiały - powłoki, Ustroń-Jaszowiec 2002.
8. W. Sokółski: Ochrona przeciwkorozyjna ścianek zbiorników kontaktujących się z ziemią i elektrolitami. Ochrona katodowa - normy, przepisy, zastosowania, IV Doroczna konferencja naukowo-techniczna PSK "Współczesne Technologie Przeciwkorozyjne", Bronisławów (Magellan), 21-23 kwietnia 2010.
9. W. Sokółski: Ochrona katodowa zbiorników podziemnych – stan techniki, normy i przepisy, Konferencja Naukowo-Techniczna „Problemy eksploatacyjne baz magazynowych produktów naftowych”, Centrum Edukacji „ALIAS”, Poznań 2011; Ochrona przed Korozją, nr 8/2011.
10. S. Kisielewski: Zabezpieczenie przed korozją podziemnej infrastruktury przemysłowej w rafinerii - ochrona katodowa den zbiorników magazynowych, Ochrona przed Korozją, nr 8/2007, s. 313; Konferencja Naukowo-Techniczna „Problemy eksploatacyjne baz magazynowych produktów naftowych”, Centrum Edukacji „ALIAS”, Poznań 2008, s. 63;
11. Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States:
<http://www.nace.org/uploadedFiles/Publications/ccsupp.pdf>
12. API Recommended Practice 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage.
13. API Recommended Practice 651 Cathodic Protection for Above Ground Petroleum Storage Tanks.
14. API Recommended Practice 652 Lining of Above Ground Petroleum Storage Tanks.
15. API Recommended Practice 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction.
16. NACE RP-01-93 External Cathodic Protection of On-Grade Metallic Storage Tank Bottoms.
17. prEN 16299:2011 Cathodic protection of external surfaces of above ground storage tank bases in contact with soil or foundations.
18. PN-EN 15257:2008 Ochrona katodowa – poziomy kompetencji i certyfikacja personelu ochrony katodowej.
19. PN-EN 12501-1:2005 Ochrona materiałów metalowych przed korozją – Ryzyko wystąpienia korozji ziemnej – Część 1: Postanowienia ogólne.
20. PN-EN 12501-2:2005 Ochrona materiałów metalowych przed korozją – Ryzyko wystąpienia korozji ziemnej – Część 2: Materiały ze stali niskostopowych i niestopowych.
21. PN-EN 50162:2006 Ochrona przed korozją wskutek prądów błędzących z układów prądu stałego.
22. PN-EN 12954:2004 Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach - Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów.
23. PN-EN 13636:2006 Ochrona katodowa metalowych zbiorników podziemnych i związanych z nimi rurociągów.
24. PN-EN 13509:2006 Techniki pomiarowe w ochronie katodowej.
25. 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.