

Ochrona katodowa zbiorników - szansa dla ochrony środowiska

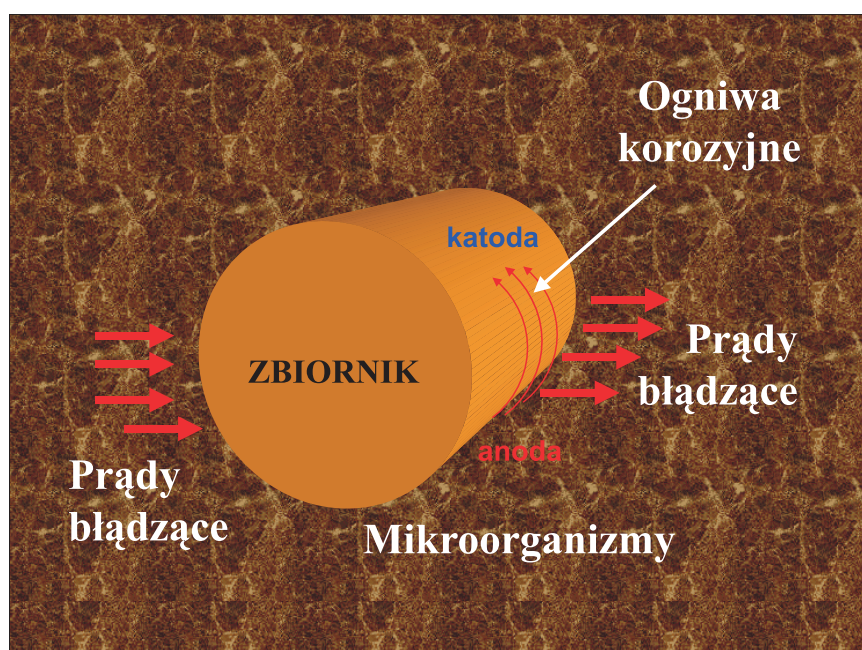
Podziemne zbiorniki paliwowe – czy muszą przeciekać?

Wojciech Sokólski

Ząb czasu prędzej czy później nieubłaganie zamienia wszystkie przedmioty stalowe w rdzę. Trzeba sporo energii, aby wytworzyć stal z rudy żelaznej. Przy okazji zużywa się także niemała ilość wody, powstają ścieki, spala się paliwa i zanieczyszcza atmosferę. W taki sposób rodzi się i umiera najpopularniejsze tworzywo konstrukcyjne naszych czasów.

Niestety jesteśmy zmuszeni rozstawać się ze stalowymi wyrobami, gdy tracą przydatność – skorodują, zmieniają swoje właściwości mechaniczne, przedziewieją i staną się brzydkie. Na szczęście dla Ziemi przedmioty te wracają ponownie do hut, by chwilę potem rozpocząć ten sam cykl od początku. Wydłużenie w czasie tego procesu poprzez stosowanie skutecznych zabezpieczeń przeciwkorozyjnych, to jedno ze znaczących działań proekologicznych. Niestety nie przez wszystkich dostrzegane i doceniane...

Dlaczego stalowe zbiorniki, w których magazynowane są paliwa, miałyby nie podlegać temu destrukcyjnemu działaniu? Są tak samo narażone jak inne metalowe obiekty znajdujące się pod ziemią. Zniszczeniu ulegają także w ziemi powłoki ochronne na stali. Korozja ostatecznie rozprawia się ze zbiornikami. W końcowym rezultacie dochodzi do perforacji ścianki i wycieku paliwa, co zawsze związane jest z korozją stalowej ścianki (poza przypadkami złego wykonawstwa i odbioru samego zbiornika). Wobec powstałego zagrożenia naturalnego środowiska wyciekami do ziemi paliwa, korozja ścianki zbiornika staje się



1. Zbiornik narażony jest na specyficzne zagrożenie korozyjne w ziemi, dalece odmienne niż w warunkach atmosferycznych

sprawą zupełnie marginalną. Jeśli dodamy do tego, że miejsca, w którym nastąpiła nieszczelność zbiornika nie widać, bo jest pod ziemią, to można sobie wyobrazić jak olbrzymie szkody może taka awaria wywołać dopóki w ogóle zostanie zauważona.

Tak może dojść do katastrofy ekologicznej...

Jeszcze nie tak dawno zbulwersowana opinia publiczna z niedowierzaniem przyjmowała wiadomości o wydobywaniu paliwa wprost z ziemi w pobliżu opuszczanych wówczas baz wojskowych. Przeciwnie poziom techniczny budowy zbiorników paliwowych w Polsce w tamtych czasach był analogiczny jak w pań-

stwach sojusznicznych. A więc również polskie zbiorniki mogą korodować i przeciekać. Ale czy muszą?

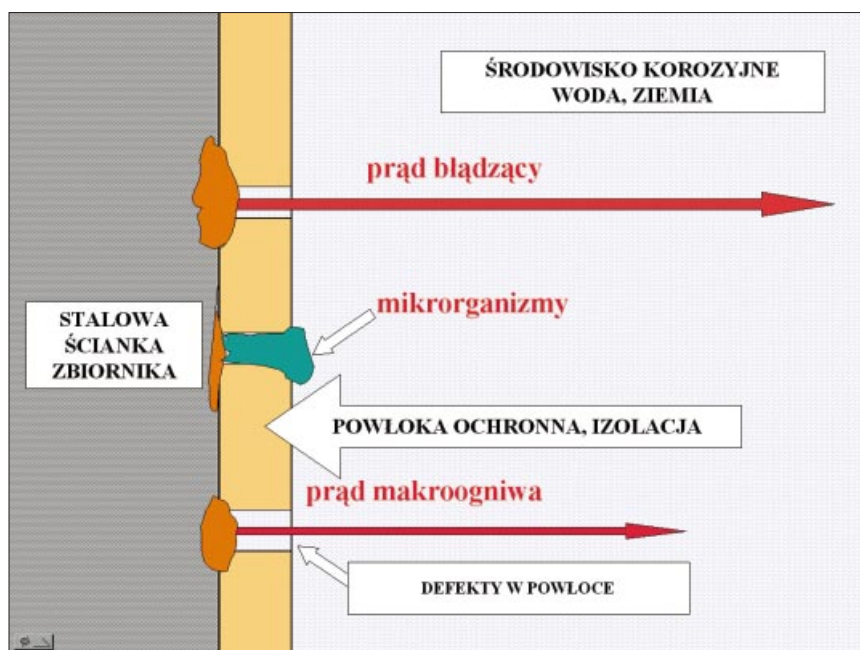
Zapobiec temu mają nowe przepisy oddające opiekę między innymi nad zbiornikami paliwowymi w ręce Urzędu Dozoru Technicznego (Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 18 września 2001 r.). Istniejące od dawna i ostatnio nieco zmodernizowane przepisy związane z Prawem budowlanym (Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2000 r.) dot. warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych (...), nie wzbudzały takich emocji jak rozporządzenie „dozorowe”, wprowadzające zewnętrzną kontrolę stanu urządzeń technicznych, której musi poddać się ich użytkownik. Życie dopie-

ro pokaże, czy rzeczywiście w ten sposób wzrośnie bezpieczeństwo eksploatacji zbiorników paliwowych, czy stopień ochrony naturalnego środowiska rzeczywiście się poprawi...

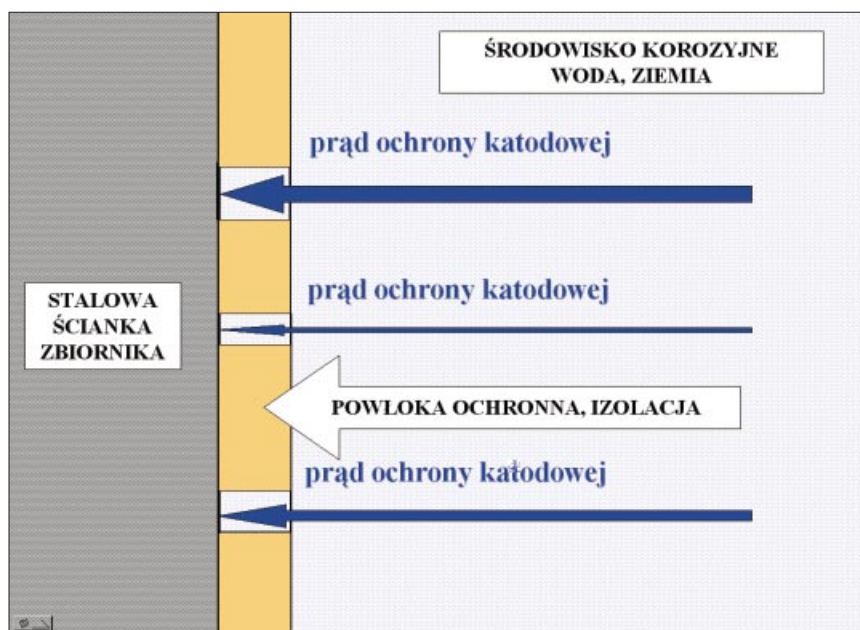
Ochrona przed korozją zbiorników paliwowych, zarówno den magazynów z osią pionową – posadowionych na powierzchni ziemi, jak stalowych ścianek tych z osią podłużną poziomą – podziemnych czy obsypanych ziemią, znajduje swoje miejsce w obu wyżej wymienionych aktach prawnych. O ile zarządzenie „budowlane” dość lakonicznie stwierdza, że zbiorniki powinny być chronione przed korozją za pomocą powłok i ochrony elektrochemicznej, to zarządzenie „dozorowe” nieco bardziej uściśla jak tego typu zabezpieczenie przeciwkorozyjne powinno być zrealizowane. Z praktyki wynika, że o ile do powłok ochronnych przywiązuje się odpowiednią dużą wagę, pokładając właśnie w nich w dużej mierze największą nadzieję na ograniczenie niebezpiecznych skutków korozji zbiorników, to ochronę katodową traktuje się po macoszemu, jako zaledwie technikę dodatkową czy uzupełniającą. Czy takie podejście jest słuszne? Jaką w rzeczywistości rolę spełnia ochrona katodowa?

Ochrona katodowa – czy tylko chroni przed korozją?

W odróżnieniu od warunków atmosferycznych, gdzie proces korozyjny zależy od wilgotności powietrza, zanieczyszczeń gazowych i pyłów, zmian temperatury i nasłonecznienia, na stalowe konstrukcje pod wodą i ziemią czyhają znacznie groźniejsze niebezpieczeństwa. Ponieważ obiekty te są niewidoczne, skutki korozji, chociażby w postaci brunatnych plam czy nacieków, nie ostrzegają przed postępującym groźnym dla żywotności konstrukcji zjawiskiem. O ile proces korozji w atmosferze przebiega w skali mikroskopowej, w cienkiej warstwie wilgoci na powierzchni metalu, to pod ziemią i wodą zaczynają odgrywać znaczącą rolę zjawiska makroskopowe. Przede wszystkim zróżnicowane natlenienie poszczególnych fragmentów pojedynczego obiektu lub różnych obiektów metalowych połączonych ze sobą elektrycznie (zbiornika, zbiorników i rurociągów stalowych).



2. Zaatakowanie korozyjne następuje w defektach powłoki ochronnej, związane jest głównie z wypływającymi prądami i korozją mikrobiologiczną



3. Prąd ochrony katodowej wpływa do metalowych elementów stalowej ścianki zbiornika w miejscach defektów powłoki ochronnej

Powstające w ten sposób tzw. makroogniwa korozyjne, które wyrównując przepływem stałego prądu elektrycznego występujące w naturalny sposób zróżnicowania, wywołują w niektórych miejscach (anodowych) bardzo silną korozję – znacznie większą od naturalnej, wywołanej agresywnością korozyjną środowiska. W miejscach anodowych następuje zakwaszenie środowiska i czynnik ten jeszcze bardziej przyspiesza procesy korozyjne. Również w miejscach o ograniczonym dostępie tlenu mogą rozwijać się beztlenowe bakterie redukujące siarczania.

Dzieje się tak w ziemi zawierającej związki humusowe, oraz w zanieczyszczonych wodach. Produkty metabolizmu tych bakterii (kwaśne środowisko, siarkowodor) wywołują bardzo groźną korozję mikrobiologiczną.

Jednak największe niebezpieczeństwo dla metalowych konstrukcji podziemnych stanowią prądy błędące. Uplývają one z instalacji elektrycznych i swobodnie przepływają w ziemi i znajdujących się w niej obiektach metalowych, głównie rurociągach i uziemieniach. Wszędzie tam, gdzie wypływają



Na powierzchni ziemi widoczne są jedynie niewielkie szafki z elementami kontrolnymi instalacji ochrony katodowej (w głębi).

z elementów metalowych do ziemi lub wody (w miejscach anodowych), wywołują korozję elektrolityczną. Zjawisko jest wyjątkowo groźne ponieważ szybkość tego rodzaju korozji (zależna od natężenia prądu stałego przepływającego przez powierzchnię metal/środowisko) może być setki i tysiące razy większa od korozji naturalnej w danym środowisku.

Wszystkie te typowe zagrożenia nie występują na całych powierzchniach konstrukcji, a jedynie lokalnie, co czyni je trudniejszymi w identyfikacji. Unie możliwia to także wiarygodne badania stanu technicznego obiektu, bo przecież nie sposób przeprowadzić je prostymi technikami milimetr po milimetrze na całym zbiorniku (koszt takiej operacji byłby ogromny). Nie można jednoznacznie przewidzieć miejsc lokalnego zaatakowania korozyjnego, tak jak nie można przewidzieć rozmieszczenia wad w powłoce ochronnej. Jak zatem przeciwdziałać tego rodzaju procesom korozyjnym? Jak przeciwdziałać wyciekom?

Bardzo prosto – *clavum clavo peller* – wybić klin klinem... Skoro za przyspieszone procesy korozyjne obiektów stalowych kontaktujących się z ziemią (podziemnych i podwodnych) odpowiedzialne są głównie zjawiska wywołane

przez stały prąd elektryczny (korozja elektrolityczna, makroogniwa korozyjne) i lokalne zakwaszenie środowiska (strefy anodowe, korozja mikrobiologiczna), to należy także posługując się stałym prądem elektrycznym odwrócić to zjawisko, wywołać przepływ prądu w drugą, przeciwną stronę, oraz zakwaszyć (odkwaszyć) w tym miejscu otaczające środowisko. Brzmi bardzo dobrze, ale czy uda się zmusić prąd elektryczny, by popłynął tam, gdzie jest potrzebny?

Na takie pytanie odpowiedź daje znana od stulecia technologia ochrony katodowej. Opracowana została głównie dla rurociągów i początkowo zasadniczym jej zadaniem było eliminowanie szkodliwego oddziaływania prądów błądzących w miastach. Obecnie jej zakres wykorzystania jest dużo większy, a w niektórych dziedzinach stosowanie jest obowiązkowe, np. do ochrony kadłubów morskich jednostek pływających czy magistralnych gazociągów. Zasada ochrony katodowej polega na odpowiednim wymuszeniu przepływu stałego prądu elektrycznego od strony środowiska do powierzchni zabezpieczanego obiektu stalowego. Prąd przepływając przez granicę faz środowisko/metal wywołuje zjawisko polaryzacji katodowej, które odpowie-

dzialne jest za zmianę właściwości fizykochemicznych poddanej ochronie powierzchni, m.in. za alkalizację warstwy środowiska przy powierzchni metalu. W rezultacie – przy określonych parametrach prądowych – procesy utleniania (korozji) nie mogą w ogóle zachodzić. Zatem – jeśli będzie przepływał odpowiedni prąd ochronny – stan ten może być przedłużany na dowolnie długi okres. Czy prąd „wie”, w które miejsce ma wpłynąć na powierzchni konstrukcji podziemnej, by tam – w miejscu zagrożonym – przeciwdziałać zachodzącym zmianom?

Prądy błądzące i prądy makroogniw korozyjnych mogą wypływać z zagrożonych obiektów stalowych jedynie w miejscach pozbawionych bariery izolacyjnej, jaką stanowią wszelkiego rodzaju powłoki nakładane na ich powierzchnię. A więc jedynie w porach i w miejscach innych nieszczelności powłoki ochronnej. Każda powłoka posiada wady, i jeśli nawet po jej nałożeniu nie można ich wykryć, to wskutek procesów degradacji albo ujawniają się wady ukryte, albo tworzą się nowe pory i nieciągłości powłoki. Gdyby powłoki w ogóle nie było – w przepływie prądu uczestniczyłaby oczywiście cała powierzchnia metalowa. A tak, prąd wypływa do ziemi w miej-

scach anodowych o natężeniu ściśle związanym z rezystancją (oporem elektrycznym), jaką stanowi odsłonięta powierzchnia stali w powłoce ochronnej.

Im uszkodzenie jest większe – tym większy prąd może wypłynąć. Ponieważ przepływ prądu ochrony katodowej rządzi się tymi samymi prawami – prąd ten wpłynie do chronionego obiektu dokładnie w tych samych miejscach, tj. do miejsc uszkodzeń w powłoce ochronnej. Im gorsza powłoka, tym większe natężenie prądu niezbędne jest do ochrony określonego obiektu, i odwrotnie, ochrona katodowa obiektu posiadającego dobrą powłokę izolacyjną, wymaga niewielkiego nakładu energii elektrycznej i jest przez to łatwiejsza w stosowaniu oraz tańsza. Można zatem powiedzieć, że działanie przeciwkorozyjne powłok i ochrony katodowej jest kompatybilne, wzajemnie wymienne. Z tą tylko różnicą, że dla określonego obiektu nie można zmienić powłoki ochronnej, zaś można dowolnie regulować z zewnątrz natężenie prądu ochronnego, w taki sposób, by dopasować je do istniejącego stanu powłoki na powierzchni chronionego obiektu.

Można zatem stosować ochronę katodową dla obiektów już istniejących, częściowo zniszczonych procesami korozyjnymi. Ochrona katodowa umożliwia „zamrożenie” dalszych procesów korozyjnych i utrzymanie zastanego stanu w przyszłości. Równie atrakcyjna jest dla obiektów nowych, pokrytych starannie nowoczesnymi powłokami przystosowanymi do długotrwałej pracy w ziemi. Ochrona katodowa w takim wypadku jest stosunkowo prosta w realizacji, nie wymaga dużych natężeń prądu i jest stosunkowo tania. Spełnia ponadto dodatkową rolę – umożliwia monitorowanie stanu technicznego powłoki na obiekcie podziemnym. Jakiegokolwiek procesy degradacyjne na powłoce, prowadzące do rozwoju jej nieszczelności, natychmiast uwidaczniane są w zapotrzebowaniu prądu ochrony katodowej. Zmieniają się wtedy warunki polaryzacji katodowej oraz właściwości elektryczne obiektu. To właśnie dlatego systemy ochrony katodowej nadal chętnie stosowane są na współczesnych gazociągach i naftociągach posiadających nowoczesne izolacje przeciwkorozyjne. Czy zatem zastosowanie tego „cudownego leku”, jakim jawi się znana od dawna ochrona katodowa, ma szansę,

w myśl aktualnych przepisów, w znaczący sposób poprawić bezpieczeństwo eksploatacji zbiorników paliwowych oraz do minimum ograniczyć możliwość skażeń naturalnego środowiska?

Ochrona katodowa – jak ją zrealizować?

Technologia ochrony katodowej pomimo stosunkowo prostych założeń teoretycznych jest dość trudna, przede wszystkim dlatego, że w zasadzie nie ma powtarzalnych sytuacji terenowych. O ile obiekty chronione (zbiorniki) są takie same, podobne są także elementy instalacji ochrony katodowej (wszystkie podzespoły), to różnorodność właściwości fizykochemicznej gruntu (obecność bakterii beztlenowych, prądów błędzących, konfiguracji innych sąsiednich obiektów metalowych znajdujących się w ziemi) powoduje, że rozwiązanie techniczne zabezpieczenia przeciwkorozyjnego może być także każdorazowo różne. Przepisy uwzględniają tę różnorodność, podając odpowiednie kryteria ochrony katodowej, a także potrzebę uwzględniania specyficznej korozji mikrobiologicznej i elektrolitycznej.

A zatem należy ustalić aktualną w miejscu posadowienia zbiornika agresywność korozyjną środowiska, określić niezbędne do ochrony natężenie prądu, a następnie tak rozmieścić odpowiednie elektrody w ziemi (anody), aby wytworzony z nich przepływ prądu stałego zapewnił polaryzację katodową wszystkich możliwych zagrożonych miejsc zbiornika. W przypadku obecności prądów błędzących w ziemi konieczne są dodatkowe działania, których zadaniem jest wyeliminowanie szkodliwych skutków jakie mogłyby one wywołać na zbiorniku. Jak wynika z powyższego, niezbędna jest tu szeroka wiedza oraz doświadczenie. Czy zatem posługując się obecnymi przepisami można oczekiwać, że instalacje ochrony katodowej, zgodne z nimi, zapewnią oczekiwany skutek?

Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta, ponieważ wymagania przedstawione w przepisach są bardzo ogólne. Podają jedynie podstawowe kwestie, które powinny być rozstrzygnięte, nie wskazując na szereg bardziej szczegółowych wymagań, których spełnienie jest niezbędne przy realizacji ochrony katodowej tak złożonych obiektów jak zbiorniki na bazach i stacjach paliwowych.

Z góry można przewidzieć, że nie wszyscy ewentualni wykonawcy ochrony katodowej będą w stanie spełnić te wymagania w sposób zadowalający – w trudniejszych sytuacjach niestety nie zapewnią wymaganej skuteczności ochrony katodowej. Związane jest to z bardzo złożoną konfiguracją konstrukcji podziemnych na stacjach paliwowych, a także koniecznością stosowania tzw. ochrony skojarzonej, gdzie oprócz chronionego obiektu muszą być uwzględnione inne instalacje zabezpieczające, np. uziemienia. Zapewnienie sprawnego funkcjonowania instalacji ochrony katodowej jest dość złożone i wymaga odpowiedniego projektowania i prób technicznych, zwłaszcza gdy chce się, by była odporna na przepięcia i przetężenia oraz pozwalała na ochronę odgromową i przed ładunkami elektrostatycznymi zabezpieczanego obiektu.

Często kończy się to kompromisem – objęciem ochroną katodową instalacji uziemiającej, co w niektórych przypadkach może być nawet pożądane. Konieczny jest wtedy rachunek ekonomiczny, dla rozpatrzenia szeregu różnych wariantów ochrony katodowej. Tak złożone zadania, które niestety wystąpią w wielu przypadkach, będą mogły wykonać jedynie wysoce wyspecjalizowane firmy zajmujące się ochroną katodową.

Ochrona katodowa zbiorników paliwowych musi działać – nie wystarczy, aby tylko była zainstalowana. Tylko wtedy osiągnięty zostanie główny cel – ograniczenie wycieków paliw do ziemi. Jak skontrolować skuteczność działania ochrony katodowej, zapewne będą wiedzieli inspektorzy UDT-u, którzy w określonym czasie z pewnością zechcą sprawdzić funkcjonowanie nowych przepisów.

Utrzymanie w ciągłym ruchu instalacji ochrony katodowej jest podstawowym warunkiem jej skuteczności. Konieczne jest także prowadzenie w regularnych odstępach czasu niezbędnych czynności serwisowych. Przy świadomej eksploatacji ochrony katodowej można wróżyć osiągnięcie całkowitego długofalowego sukcesu. Tego samego zdania są specjaliści za oceanem i w Unii Europejskiej. W najbliższym czasie należy spodziewać się ustanowienia Normy Europejskiej dot. ochrony katodowej zbiorników i związanych z nimi rurociągów. Czy my nie jesteśmy już nieco spóźnieni? □