

Ochrona katodowa

O korozji i ochronie przeciwkorozyjnej zbiorników paliwowych stów kilka...



Instalacja ochrony katodowej nowych zbiorników jest stosunkowo prosta i tania, jeśli prace zsynchronizowane są z zabudową zbiorników

Od czasu stworzenia silników spalinowych zaistniała oczywista potrzeba magazynowania i dystrybucji paliw płynnych. Bardzo łatwo zapalna substancja wymagała szczególnych środków ostrożności. Najlepszym naczyniem do przechowywania paliw wkrótce okazał się stalowy zbiornik, ze względu na bezpieczeństwo częściowo lub całkowicie zakopany w ziemi.

Początkowo zbiorniki te były w specjalny sposób wykonywane, np. od strony wewnętrznej emaliowane, potem jednak, gdy okazało się, że zagrożenie korozyjne wywołane przez paliwa jest znikome, szybko tego zaniechano. Również współczesne zbiorniki nie posiadają od tej strony ochrony przeciwkorozyjnej. Nawet kanistry na benzynę i zbiorniki w samochodach, wykonywane z bardzo cienkiej blachy stalowej, zazwyczaj nie mają od strony wewnętrznej żadnego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego. Jednak, jak wykazała praktyka, obserwuje się produkty korozji w dolnej i górnej części zbiorników. Spowodowane jest to obecnością wody, wykropionej z paliwa w części dolnej zbiornika i w formie oparów w jego części górnej. Czy to one są odpowiedzialne za wycieki paliwa?

Okazuje się, że nie! Procent uszkodzeń zbiorników od strony paliwa jest niewielki. Zjawisko to jest znaczące w zbiornikach ropy surowej i paliw ciężkich, to te przypadki zaciemniają

niedużo ogólną statystykę uszkodzeń korozyjnych zbiorników paliwowych. Można śmiało założyć, że na stacjach paliwowych uszkodzenia stalowych zbiorników od strony wewnętrznej nie decydują o ich szczelności.

Co zatem decyduje o tym, że zbiorniki przeciekają? Jak do tego dochodzi, że poprzez ściankę stalowego zbiornika sączy się paliwo do ziemi? Odpowiedź jest tylko jedna – to korozja tej ścianki od strony ziemi! To tylko tą drogą w dostatecznym stopniu dochodzi odpowiedzialny za korozję stali tlen z atmosfery, to tedy przepływają prądy makroogniwi korozyjnych i prądów błędzących, to tu gnieźdzą się kolonie bakterii redukujących siarczyn wywołujących korozję mikrobiologiczną. Te specyficzne rodzaje lokalnych zaatakowań korozyjnych, wielokrotnie większe niż korozja wywołana agresywnymi składnikami obecnymi w ziemi, mogą w nieoczekiwany krótkim czasie spowodować groźne w skutkach ubytki korozyjne w ściankach zbiorników. A jeśli zbiornik eksploatowany jest 10 lat i więcej...

No tak, ale przecież zbiorniki zabezpieczone są przed korozją od strony zewnętrznej powłokami ochronnymi. Czy one nie działają? Działają, ale nie na całej powierzchni. Ich skuteczność zależy od rodzaju materiału, z

którego wykonana jest powłoka i technologii jej nakładania. Wszelkie uszkodzenia tej warstwy w czasie jej wytwarzania lub później podczas transportu i montażu zbiornika, czy w końcu wskutek procesów starzenia, mają bezpośredni związek z możliwością izolacji stalowej ścianki zbiornika od otaczającego ją agresywnego środowiska korozyjnego. Zbiorniki stare posiadają powłoki o niezwykle niskich walorach eksploatacyjnych zalicza się do nich wszystkie odmiany powłok bitumicznych, także tych zbrojonych włóknem szklanym. W niektórych przypadkach można je traktować tak, jakby ich w ogóle nie było, a ścianka zbiornika kontaktowałaby się bezpośrednio z otaczającą ziemią. Takich zbiorników zakopanych w ziemi jest najwięcej. Technologia zabezpieczania obiektów podziemnych powłokami bitumicznymi, nakładanymi na zimno i na gorąco, w postaci jednej lub dwóch warstw z przekładkami z włókniyny praktykowana była przez wiele lat. Technologia ta zmieniła się niewiele lat temu, gdy powłoki bitumiczne zaczęły być zastępowane przez powłoki z tworzyw sztucznych. W świetle współczesnych kryteriów ich właściwości barierowe (zdolność oddzielania powierzchni narażonej na korozję od środowiska korozyjnego) są niewystarczające.

Ale nowoczesne powłoki ochronne nie posiadają takich wad. Czy ich działanie barierowe nie jest wystarczające do uzyskania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego zbiornika w ziemi? Niestety nie. Co innego cechy materiału powłokowego, a co innego powłoka na gotowym wyrobie. Każda powłoka posiada wady. Prędzej czy później się one ujawniają w czasie eksploatacji. Niestety im lepsza powłoka, tym niebezpieczeństwo lokalnego uszkodzenia ścianki zbiornika czy rurociągu jest większe. Brzmi to paradoksalnie, ale jeśli uświadomić sobie, że cały prąd elektryczny z makroogniwa korozyjnego lub prąd błędzący z zewnątrz wypłynie lokalnie do ziemi przez niewielkie uszkodzenie w powłoce, to wtedy ubytek stali wskutek zachodzących gwałtownych procesów utleniania może następować niezwykle szybko, znacznie szybciej niż na dużych nieszczelnościach ▶▶▶▶▶

w powłokach złej jakości. Prąd o natężeniu 1 A w ciągu jednego roku roztwarza około 10 kg żelaza to z prawa

dających, brak szkodliwych bakterii w ziemi), to można wtedy oczekiwać zgodnej z projektem żywotności zbiornika.

W każdym innym przypadku to loteria.

Czy zatem dopiero zbiorniki z podwójnym płaszczem stalowym zapewniają bezpieczeństwo eksploatacji? To problem bardziej złożony. Jest zrozumiałe, że naturalnym odruchem, np. w kuchni, jest podłożenie pod ciekący garnek drugiego naczynia tak, aby nie nastąpiło wylanie zawartości na stół czy podłogę. Takie samo rozumowanie zostało pewnie przyjęte przy stawianiu podobnego wymagania celem zabezpieczenia zbiornika przed przeciekami paliwa. Ponadto, aby mieć pewność, że każdy

Cały układ z punktu widzenia ochrony przeciwkorozyjnej zbiornika drugi płaszcz spełnia rolę powłoki ochronnej wykonanej ze stali, zaś system monitoringu służy do oceny jej szczelności i tym samym skuteczności zabezpieczenia przeciwkorozyjnego płaszczu wewnętrznego. Czy taka „powłoka” jest ekonomiczna? Czy ma jakiś sens techniczny? Jedno jest pewne, nikt nigdzie w żadnym podręczniku ochrony przeciwkorozyjnej takiej metody zabezpieczenia przed korozją na pewno nie znajdzie.

Ale przecież ta „powłoka” stalowa kontaktująca się z ziemią też musi być chroniona przed korozją! Ależ to oczywiste. Zewnętrzny płaszcz zbiornika musi być bardzo skutecznie chroniony przed korozją i to z dwóch powodów: utrzymania w sprawności systemu monitoringu (bo jeśli będzie niesprawny, to uniemożliwi jego dalszą eksploatację) oraz przeciwdziałania przypadkowi dostania się w przestrzeń między płaszczami środowiska korozyjnego (wody). Jak z powyższego wynika podziemne zbiorniki stalowe z pojedynczym i z podwójnym płaszczem muszą w jednakowym stopniu posiadać bardzo skuteczne zabezpieczenie przeciwkorozyjne od strony ziemi.

Jeśli zatem zabezpieczenie przeciwkorozyjne zewnętrznego płaszczu zbiornika dwupłaszczowego musi być równie skuteczne jak na zbiorniku z pojedynczym płaszczem, to po co w ogóle ten drugi płaszcz? Jak wspomniano wyżej, drugi płaszcz w nowych zbiornikach nie służy do ograniczania wycieków paliwa, a monitoring przestrzeni pomiędzy płaszczami oczywiście też takich przecieków nie wykrywa. Pewne jest to, że zasadniczym powodem wycieków paliwa do ziemi jest perforacja stalowej ścianki zbiornika spowodowana przebiegiem procesów korozyjnych stali w ziemi. A zatem to korozja jest przyczyną wycieków i zanieczyszczenia środowiska. Tu jest tak, jak w medycynie nie można wyleczyć choroby, jeśli nie postawi się prawidłowej diagnozy i nie podejmie się działań usuwających jej przyczynę. A drugi płaszcz jako remedium na ciekące zbiorniki, to chyba nieprzemyślany do końca odruch wstawienia jednego dziurawego garnka do drugiego, szczelnego. To próba usunięcia jedynie skutków wspomnianej choroby. A pokazany wyżej przykład zbiornika dwupłaszczowego wyraźnie uwidacznia, że rozwiązanie problemu przecieków paliwa ze zbiorników polega wyłącznie ▶▶▶▶▶



Po wykonaniu prac ziemnych jedynym zewnętrznym elementem jest szafka ochrony katodowej, w której znajdują się wszystkie połączenia instalacji.

Faraday'a. Każdy inżynier wyliczy ile czasu potrzeba, aby prąd z makroogniwa korozyjnego o natężeniu zaledwie 1 mA „wyżarł” dziurkę o masie 1 g, tj. mniej więcej otwór o średnicy około 5 mm w ściance stalowej o grubości 6 mm. To proste, to tylko 1/10 roku, tj. mniej niż półtora miesiąca nieprawdopodobne, ale prawdziwe. A może to się zdarzyć w każdym zadrapaniu powłoki ochronnej najwyższej jakości!! Może spowodować to nawet niewielki kamyk spadający na zbiornik podczas jego zasypywania.

Czy to oznacza, że nowe zbiorniki z nowoczesną powłoką także narażone są na takie uszkodzenia korozyjne? Oczywiście, że tak. Z wszystkimi konsekwencjami, o jakich była mowa wyżej. Przecież niewiele wiemy o rzeczywistej szczelności powłoki na zbiorniku jak jest już w ziemi. Gdyby była absolutna pewność, że odpowiedniej grubości powłoka epoksydowa czy poliuretanowa na stalowym płaszczu nie posiada wad, a potwierdzić by to mogły dopiero badania po zakopaniu zbiornika, a także gdyby prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń korozją w ziemi byłoby niewielkie (brak prądów błą-

przeciek będzie odpowiednio wcześniej zauważony wprowadzono kontrolę szczelności (monitorowanie) przestrzeni pomiędzy dwoma płaszczami zbiornika. I może wszystko byłoby dobrze i ten pomysł nie byłby zły, gdyby nie to, że nie ma odniesienia do rzeczywistości. Bo jeśli już zbiornik cieknie, albo istnieje podejrzenie, że będzie ciekł wskutek korozji ścianki lub dna, to przecież nie ma fizycznej możliwości wstawienia go do drugiego zbiornika!! Nie można „owinać” istniejącego zbiornika w ziemi „drugim płaszczem”. Ależ tej techniki nie stosuje się tak do zbiorników starych, tylko wytwarza się zbiorniki nowe z podwójnym płaszczem stalowym! Owszem, ale również i w tym przypadku koncepcja ta wydaje się mało zasadna. Przecież w takim zbiorniku ze środowiskiem korozyjnym kontaktuje się zewnętrzny płaszcz zbiornika i to on będzie narażony na korozję, a nie płaszcz wewnętrzny. Zatem do przecieków paliwa przez płaszcz wewnętrzny praktycznie w ogóle nie będzie dochodzić. Będzie on chroniony przed korozją. System monitoringu wykrywać będzie nie przecieki paliwa - a uszkodzenia zewnętrznego płaszczu zbiornika wskutek korozji. Patrząc zatem na ten

na skutecznym zabezpieczeniu przeciwkorozyjnym jego stalowej ścianki w



Lokalne uszkodzenie korozyjne ścianki stalowej w niewielkim defekcie bardzo dobrej powłoki ochronnej.

ziemi, które w konsekwencji uniemożliwiają przenikanie produktów naftowych do gruntu oraz wód powierzchniowych i gruntowych.

A gdyby do wnętrza starego zbiornika włożyć drugi płaszcz stalowy? Czy to nie zapobiegnie przeciekom? Niestety modernizacja ta posiada zwiolokrotnioną wadę główną zbiornika z płaszczem podwójnym – problem korozji stalowego płaszczu zewnętrznego od strony ziemi. A wada ta jest zwiolokrotniona, ponieważ zewnętrzny płaszcz zbiornika wcześniej eksploatowanego w ziemi, naruszony jest „zębem czasu” i ze względu na ograniczoną żywotność może w stosunkowo krótkim czasie utracić szczelność, co oznaczać może wycofanie takiego zbiornika z eksploatacji, pomimo doskonałego stanu technicznego płaszczu wewnętrznego. A naprawa tak uszkodzonego zbiornika od strony wewnętrznej jest przecież niemożliwa.

Czy zatem koncepcja zewnętrznego płaszczu jest nietrafiona? Ależ nie, jednak pod warunkiem, że ten zewnętrzny płaszcz zbiornika wykonany będzie z wytrzymałego mechanicznie tworzywa odpornego na korozję w ziemi.

A drugi płaszcz z laminatu od wnętrza zbiornika? Jeśli zakładać, że stosowanie drugiego płaszczu ma na celu eliminowanie przecieków paliwa, to rozwiązanie to zupełnie nie spełnia takiego zadania. Wobec dopuszczenia do stosowania zbiorników wykonanych wyłącznie ze zbrojonych tworzyw sztucznych (a więc materiału odpornego

na korozję), nie wydaje się w ogóle celowe tworzenie drugiego płaszczu z tworzywa sztucznego wewnątrz zbiornika stalowego.

W świetle powyższych rozważań wydaje się, że korozja zbiorników w ziemi jest nieuchronna, a żaden z opisanych zabiegów nie gwarantuje prawidłowej i długoletniej ich eksploatacji. Rzeczywiście tak można sądzić, jeśli nie pamięta się o powszechnie znanych specjalistom

technologiach ochrony przed korozją konstrukcji metalowych w ziemi. Od wielu lat wiadomo, że jedynym skutecznym zabezpieczeniem przed korozją stali w takich warunkach jest ochrona katodowa, metoda oddziaływująca bezpośrednio na przebieg elektrochemicznych procesów korozyjnych na pomocą stałego prądu elektrycznego. Na nic wszystkie zabiegi, o których wspomniano powyżej, jeśli kontaktująca się z ziemią stal nie będzie zabezpieczona za pomocą ochrony katodowej. Wpływający od strony ziemi prąd elektryczny we wszelkiego rodzaju małych i większych nieszczelnościach powłoki ochronnej wywołuje na granicy faz pomiędzy ziemią a metalem zjawisko polaryzacji elektrochemicznej, która uniemożliwia przebieg procesu korozyjnego. Jedynie poprzez równoczesne wykorzystanie właściwości powłok ochronnych i ochrony katodowej możliwe jest całkowite zabezpieczenie zbiornika przed korozją i przed ewentualnymi przeciekami, a tym samym przed przenikaniem produktów naftowych do gruntu oraz wód powierzchniowych i gruntowych.

A skąd wiadomo, że ochrona katodowa działa? Tak, tego przecież nie widać, bo chronione powierzchnie są pod ziemią. Zasadniczą zaletą tej technologii jest kontrola zjawisk zachodzących pod ziemią za pomocą parametrów elektrycznych ochrony katodowej, które odpowiednio reguluje się. „Dozując” w odpowiedniej ilości prąd elektryczny do zabezpieczanego układu i wykonując specjalistyczne pomiary elektryczne można zorientować się bez

odkopywania zbiornika o stanie technicznym zewnętrznego powłoki ochronnej oraz ocenić skuteczność zabezpieczenia przeciwkorozyjnego zbiornika.

Czy ochroną katodową stosuje się tylko do zbiorników nowych? Dla zbiorników nowych technika ta jest bardzo ekonomiczna, ponieważ stosowane obecnie dobrej jakości powłoki ochronne powodują, że do uzyskania oczekiwanego efektu ochronnego wymagane jest niewielkie natężenie prądu elektrycznego. Ale przede wszystkim technologia ochrony katodowej powinna być powszechnie wdrożona do zabezpieczenia przed korozją obiektów istniejących. Jeśli stan mechaniczny zbiorników jest zadawalający, to ochrona katodowa mogłaby być jedyną formą modernizacji satysfakcjonującą wymagania ochrony środowiska. Jeśli ich stan nie byłby najlepszy, to połączenie ochrony katodowej z prostym laminatem od strony wewnętrznej zbiornika także spełniłoby to zadanie.

Czy ochrona katodowa gwarantowałaby przedłużenie żywotności zbiorników? Oczywiście, przecież prąd ochrony katodowej niejako „zamraża” istniejący stan i nie dopuszcza do dalszego postępu korozji. Po obniżeniu w sposób kontrolowany potencjału zbiornika do określonej wartości korozja jest całkowicie zahamowana. Obrazowo mówiąc, obniżenie potencjału stali działa na zbiornik tak samo jak obniżenie temperatury na produkty spożywcze w lodówce. Nic więc dziwnego, że ochrona katodowa zbiorników uznawana jest w wielu krajach jako zasadnicza technika umożliwiająca zabezpieczenie przed przenikaniem produktów naftowych do gruntu oraz wód powierzchniowych i gruntowych powodowanych przez korozję zbiorników.

Dlaczego wobec tylu zalet ochrona katodowa nie jest powszechnie stosowana na zbiornikach w Polsce? Decyduje o tym chyba brak ugruntowanej wiedzy na ten temat wśród kadry inżynierskiej. Mało kto wie, że nauka o korozji i ochronie przeciwkorozyjnej jest we współczesnym świecie szeroką interdyscyplinarną dziedziną wiedzy. Trzeba tylko z niej umiejętnie skorzystać.

dr inż. Wojciech Sokółski
Zakład Korozji Morskiej
Instytut Morski Gdańsk