

**OCHRONA KATODOWA ZBIORNIKÓW PODZIEMNYCH
NA STACJACH PALIWOWYCH
- DANE STATYSTYCZNE SERWISÓW INSTALACJI**

**CATHODIC PROTECTION OF UNDERGROUND TANKS AT FUEL STATIONS
– STATISTICAL DATA OF INSTALLATION SERVICING**

Jan Szukalski, Jezmar Jankowski, Wojciech Sokólski
SPZP CORRPOL Gdańsk

Słowa kluczowe: zbiorniki podziemne, stacje paliwowe, ochrona katodowa, serwisy
Keywords: underground tanks, fuel stations, cathodic protection, servicing

Streszczenie

Skuteczne działanie ochrony katodowej stalowych powierzchni zbiorników podziemnych na stacjach paliw zależy nie tylko od zagrożenia korozyjnego od strony ziemi (m.in. rezystywności gruntu, obecności bakterii redukujących siarczany czy działania prądów błądzących), ale również, a często przede wszystkim, od właściwej zabudowy zbiorników i podłączonych do nich instalacji technologicznych. W pracy omówiono kilka typowych błędów, występujących najczęściej podczas montażu, które rzutują później na skuteczność działania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego zbiorników. Przedstawiono 10 letnie wyniki pomiarów serwisowych instalacji ochrony katodowej zbiorników LPG na 8 stacjach paliwowych, na których stwierdzono niesprawne działanie ochrony katodowej w pierwszych latach ich eksploatacji. Przeprowadzona w wyniku badań modernizacja spowodowała w większości przypadków przywrócenie wymaganych parametrów ochrony katodowej.

Abstract

Effective cathodic protection of underground steel tank surfaces at fuel stations depends not only on the corrosion hazard from the ground (amongst others soil resistivity, presence of sulphate reducing bacteria or action of stray currents), but also primarily on proper construction of tanks and connected technological installations. Several types of errors have been described, most frequently made during assembly, which later affect effectiveness of anticorrosion protection of tanks. Results have been presented of 10-year service measurements of cathodic protection installations of LPG tanks at 8 fuel stations, at which inefficient operation had been stated of cathodic protection in the first years of their service. Modernisation performed as the result of tests in most cases caused restoration of required cathodic protection parameters.

Wprowadzenie

Skuteczne działanie ochrony katodowej stalowych powierzchni zbiorników podziemnych na stacjach paliw, gwarantujące wystarczająco długie i niezawodne zabezpieczenia przeciwkorozyjne stalowych ścianek zbiorników kontaktujących się z gruntem, zależy nie tylko od zagrożenia korozyjnego od strony ziemi (m.in. rezystywności gruntu, obecności bakterii redukujących siarczan czy działania prądów błędnych), ale również, a często przede wszystkim, od właściwej zabudowy zbiorników i podłączonych do nich instalacji technologicznych. Prowadzone od wielu lat czynności serwisowe na kilkuset instalacjach ochrony katodowej w Polsce pokazują, że w wielu przypadkach tego oczekiwanego efektu nie uzyskuje się, a przyczyny są różnorodne, począwszy od niefachowego wykonawstwa instalacji ochrony katodowej, poprzez niedbalstwo podczas prac budowlanych stacji paliwowej i zabudowy instalacji paliwowej, a na braku kontroli i serwisowania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego skończywszy. Doprowadzenie do pełnej sprawności źle funkcjonującej instalacji ochrony katodowej na terenie pracującej stacji paliwowej jest bardzo trudne i dlatego należy dołożyć wszelkiej staranności w fazie budowy stacji i wykonawstwa ochrony katodowej.

Systemy ochrony katodowej na stacjach paliwowych stosuje się w Polsce zgodnie z odpowiednimi rozporządzeniami Ministra Gospodarki [1,2] w odniesieniu do podziemnych stalowych zbiorników paliwowych i podziemnych zbiorników na gaz LPG. Przepisy te w zasadzie nie nakładają obowiązku stosowania tego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego na stacjach paliw ani w odniesieniu do zbiorników paliwowych, ani gazowych LPG. Jednak właściciele dużych sieci stacji, a w szczególności funkcjonujące na polskim rynku koncerny zagraniczne, przyjęły jako zasadę odzwierciedlającą współczesną wiedzę techniczną i własne przepisy, zabudowę elektrochemicznego systemu ochrony przeciwkorozyjnej na wszystkich zbiornikach podziemnych stacji paliwowych. Różne aspekty stosowania ochrony katodowej na zbiornikach stacji paliwowych były przedmiotem licznych dyskusji w literaturze specjalistycznej [3-7].

W odniesieniu do stalowych podziemnych zbiorników gazu LPG utarła się w Polsce opinia wśród projektantów stacji i ich użytkowników, że ich ochrona katodowa – w odróżnieniu do zbiorników paliwowych – jest niezbędna, skutkiem czego niemal wszystkie tego typu nowe zbiorniki posiadają zainstalowane takie zabezpieczenie przeciwkorozyjne. Jest to skutek istniejącego przepisu [8], który dosłownie brzmi: „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”. Tak więc nie chęć zapewnienia odpowiednio długiej bezawaryjnej eksploatacji zbiornika i zmniejszenie jego ewentualnego szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne, a ograniczenie kosztów inspekcji przez UDT jest głównym motorem tego działania. A przecież możliwe awarie korozyjne zbiorników paliwowych, pomimo posiadania wymaganej podwójnej ścianki stalowej, mogą spowodować niewspółmiernie wyższe koszty [7].

Poniżej omówiono krótko kilka typowych błędów, występujących najczęściej podczas montażu instalacji paliwowych oraz instalacji ochrony katodowej, które rzutują później na skuteczność działania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego zbiorników. Dla pełnej ilustracji problemu przedstawiono 10 letnie wyniki pomiarów serwisowych instalacji ochrony katodowej zbiorników LPG na 8 stacjach paliwowych, na których stwierdzono niesprawne działanie systemu ochrony katodowej w pierwszych latach ich eksploatacji. Przeprowadzona w wyniku badań modernizacja spowodowała w większości przypadków przywrócenie wymaganych parametrów ochrony katodowej.

Zagrożenie korozyjne zbiorników – potrzeba stosowania ochrony elektrochemicznej

Zbiorniki paliwowe i zbiorniki gazu LPG umieszcza się w ziemi ze względu na potrzebę zachowania odpowiedniego bezpieczeństwa oraz racjonalnego gospodarowania powierzchnią stacji paliwowej. Dawniej zbiorniki umieszczone były z dala od tankujących pojazdów, obecnie coraz częściej wykorzystuje się tzw. zbiorniki najazdowe, które umożliwiają po ich zakopaniu nadbudowę jezdni dla pojazdów. W każdym przypadku jakakolwiek awaria tych obiektów, wymagająca odkopania i ewentualnej naprawy lub wymiany, jest przedsięwzięciem trudnym technicznie i niezwykle kosztownym. Należy pamiętać, że Prawo budowlane nakłada obowiązek budowy i użytkowania zbiorników podziemnych w taki sposób, aby ich czas eksploatacji był nie mniejszy niż 30 lat, zaś ich stan techniczny, potwierdzający przydatność i bezpieczeństwo stosowania, powinien być oceniany co 5 lat [1].

Stalowe zbiorniki podziemne, przeznaczone do magazynowania cieczy i gazów, produkowane są z odpowiedniej jakości powłoką izolacyjną, przystosowaną do współpracy z ochroną katodową: o wysokich właściwościach dielektrycznych, odpowiedniej grubości, szczelności i przyczepności, odpornej na warunki polaryzacji katodowej (alkalizację) – zwykle żywic syntetycznych epoksydowych lub poliuretanowych. Niestety, pomimo badań prowadzonych przez producentów, a także przed zakopaniem w ziemi zbiorników, powłoki posiadają defekty, w których następuje penetracja elektrolitu do powierzchni stali, gdzie rozpoczynają się procesy korozyjne.

Podczas korozji tzw. ziemnej należy oczekiwać nie tylko zagrożenia wynikającego z naturalnego składu chemicznego otaczającego gruntu oraz wód gruntowych, ale także czynników szczególnych – mikroorganizmów przyspieszających procesy korozyjne (bakterie redukujące siarczany) oraz zewnętrznych oddziaływań prądów elektrycznych (tzw. prądów błędzących). Każdy defekt w powłoce izolacyjnej może być przyczyną perforacji ścianki zbiornika, decyduje o tym jedynie czas przebiegu tego procesu. Wiedza o tych szczególnych zagrożeniach korozyjnych jest potrzebna do tego, aby we właściwy sposób dobrać kryteria pracy instalacji ochrony katodowej w sposób gwarantujący ich unieszkodliwienie i zazwyczaj czynności te dokonuje się dopiero podczas uruchamiania systemu ochrony elektrochemicznej.

Całkowite zabezpieczenie przed korozją konstrukcji stalowych w warunkach korozji ziemnej może zapewnić jedynie odpowiednio zaprojektowana i eksploatowana ochrona katodowa – taki jest stan techniki, który znajduje odzwierciedlenie w literaturze technicznej, normach przedmiotowych na całym świecie oraz w praktyce inżynierskiej specjalistów zajmujących się tą technologią ochrony przeciwkorozyjnej. Izolacyjne powłoki ochronne w znaczący sposób ograniczają zapotrzebowanie prądu ochrony katodowej i powodują, że takie zabezpieczenie przeciwkorozyjne staje się bardzo ekonomiczne i nie naraża na uszkodzenia sąsiednich konstrukcji metalowych, które nie są włączone do wspólnego systemu ochrony katodowej.

Warunki pracy stalowych zbiorników podziemnych na stacjach paliwowych nie są stabilne w czasie. Podczas budowy stacji i przygotowywaniu głębokich wykopów pod zbiorniki podziemne następuje naruszenie naturalnej dla danego miejsca struktury gruntu, a czasami także i stosunków wodnych. Stąd warunki korozyjne na powierzchni zbiornika stabilizują się dopiero po jakimś czasie od zakończenia budowy i splantowania terenu. Mogą być one w znaczący sposób naruszone, powodując wyraźny wzrost zagrożenia korozyjnego po okresie zimowym, kiedy to na teren stacji wjeżdżają pojazdy oblepione błotem pośniegowym z solanką używaną do odladzania jezdni i pozostawiają ją w rejonie stacji. Słona woda przedostaje się do ziemi, także w rejon zbiorników. Stosowane czasami membrany otaczające zbiorniki, której głównym celem jest uniemożliwienie przedostawania się do wód gruntowych ewentualnych wycieków paliwa, w przypadku penetracji od

powierzchni zasolonej wody mogą przyczynić się do zateżenia czynników szkodliwych wokół ścianek zbiornika.

Przytoczone wyżej argumenty, z których wynika, że warunki eksploatacji zbiorników podziemnych na stacjach paliwowych stwarzają dla nich szczególne zagrożenie korozyjne, i to mogące się zmieniać w czasie, wskazują na potrzebę przyjęcia dla nich wymogu stosowania systemu ochrony katodowej, jako standardowego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego. Zbędne jest więc dokonywanie oceny przydatności czy potrzeby stosowania ochrony katodowej w odniesieniu do stalowych zbiorników na stacjach paliw, a podpieranie się badaniami zagrożenia korozyjnego na etapie projektowania, jako argumentu pozwalającego na rezygnację z zabezpieczenia przeciwkorozyjnego stosowanych obecnie zbiorników, które mają być eksploatowane przez 30 lat, nie powinno być w ogóle uznawane. Na potwierdzenie tego stwierdzenia świadczy fakt, że podczas uruchamiania kilkuset instalacji ochrony katodowej na podziemnych zbiornikach różnych producentów na terenie stacji paliw w całej Polsce nigdy nie zdarzyło się, aby nie popłynął prąd ochrony katodowej, co każdorazowo świadczy o istnieniu defektów w powłoce izolacyjnej zbiorników, a więc o potencjalnych perforacjach ścianki stalowej w przyszłości.

Ochrona elektrochemiczna jest skuteczna, jeśli jest przez cały czas prawidłowo eksploatowana, a do chronionych powierzchni stale dopływa prąd polaryzujący. Niestety, jak wynika z doświadczeń podczas prowadzenia prac serwisowych instalacji ochrony katodowej zbiorników podziemnych na stacjach paliw, część z nich nie pracuje prawidłowo, a przyczyną są liczne błędy popełniane już na etapie projektowania i wykonawstwa instalacji. Rzutują one na skuteczność działania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego.

Typowe błędy powstające podczas montażu zbiorników

a) Posadowienie zbiorników

Zbiorniki LPG posadawiane są na przygotowanej wcześniej płycie żelbetonowej. Mocowanie zbiornika do podłoża odbywa się:

1. przy pomocy metalowych obejm, dokręcanych na końcach do zakotwionych w fundamencie śrub, lub
2. jeśli zbiornik zaopatrzone jest w podpory, do zakotwionych w płycie żelbetonowej śrub dokręcane są podpory zbiornika

W przypadku mocowania jak w p. 1, dobrze ułożone podkładki izolacyjne (pasek z gumy lub innego tworzywa izolacyjnego) wystarczająco skutecznie izolują zbiornik od elementów płyty fundamentowej. W przypadku mocowania jak w p. 2, ważne jest bardzo dokładne mocowanie kotew w otworach podpór zbiornika. Przy niewielkiej tolerancji między wielkością otworu w podporze, a średnicą kotwy, niewielkie odchylenie kotwy i zła izolacja mogą spowodować zwarcie konstrukcji zbiornika z kotwą, a często poprzez nią ze stalowymi prętami zbrojenia fundamentu. Takie niezdiagnozowane i nie usunięte wcześniej zwarcie znacząco zwiększa powierzchnię metalową podlegającą polaryzacji katodowej (pręty stalowe kontaktujące się bezpośrednio z gruntem lub z betonem). Prąd generowany w typowej instalacji ochrony katodowej, w której jako źródło prądu stosowane są anody magnezowe, nie jest wystarczający do skutecznej polaryzacji tak dużej nieizolowanej powierzchni i obserwuje się nieskuteczne działanie ochrony katodowej w stosunku do zbiornika. W szczególności niekorzystne jest połączenie z prętami zbrojeniowymi płyty żelbetonowej, ponieważ tworzy ona ze zbiornikiem makroogniwo korozyjne, w którym anodami są defekty w powłoce izolacyjnej zbiornika. Przeciwdziałanie takiemu zjawisku za pomocą ochrony katodowej jest niezbędne.

Zbiorniki na paliwa płynne mocowane są do podłoża na ogół przy pomocy opasek (jak w p. 1) i dlatego ich izolacja od śrub mocujących jest wystarczająco skuteczna.

b) Uziemienie zbiorników

Na terenie stacji paliwowych obowiązują szczególne zasady ochrony odgromowej urządzeń, instalacji i obiektów budowlanych. Z tego powodu oprócz instalacji uziemiającej energetycznej stosuje się uziemienia otokowe m.in. podziemnych zbiorników stalowych. Stosowanie na współczesnych stacjach paliwowych uziemienia otokowego, którego zadaniem jest odprowadzanie ładunków elektrycznych podczas wyładowań atmosferycznych, nie ma obecnie większego uzasadnienia technicznego, ponieważ obiekty te budowane są inaczej i nie są one albo w ogóle na takie wyładowania narażone, albo stosowane są zabezpieczenia na stacji obejmują swoim działaniem także instalacje podłączone do zbiorników podziemnych.

Na podstawie przepisów i praktyki technicznej w tym względzie, w odniesieniu do instalacji uziemienia otokowego wokół zbiorników podziemnych, które jednocześnie chronione są przed korozją za pomocą ochrony katodowej, stosuje się następujące wymagania, zawarte w normach przedmiotowych, w tym zakresie ochrony katodowej zbiorników:

1. Każdy zbiornik musi mieć indywidualny uziom otokowy,
2. Uziomy zbiorników mogą być ze sobą łączone, natomiast niedopuszczalne jest łączenie uziomu otokowego z uziemieniem energetycznym stacji lub jakimkolwiek elementami metalowymi w ziemi, w szczególności ze zbrojeniem konstrukcji żelbetowych czy uziomami z prętów miedzianych lub stalowych pomiedziowanych,
3. Do wykonania uziomów otokowych wolno stosować jedynie bednarkę stalową ocynkowaną i – jeśli jest taka potrzeba – pręty stalowe ocynkowane,
4. Uziom otokowy powinien być podłączony do zbiornika w dwóch miejscach (lub kilku dla zbiorników dłuższych). Podłączenia elektryczne pod ziemią należy wykonać metodą spawania lub inną, zapewniającą pewne i nierozłączne połączenia elektryczne,
5. Połączenie zbiornika z uziomem otokowym powinno być zaopatrzone w złącze kontrolne (śrubowe), umieszczone zazwyczaj w studzience na powierzchni ziemi. Podłączenie do zbiornika może być wykonane za pomocą przewodu miedzianego o przekroju 16 mm². Wszystkie przewody elektryczne powinny mieć minimalną długość.

Jeśli zbiornik posiada ochronę katodową, to w miejscu złącza kontrolnego w obwód połączenia uziomu otokowego i zbiornika powinien być włączony ogranicznik napięcia (iskiernik) lub odgranicznik prądu stałego. Ze względu na swoją konstrukcję i przeznaczenie ograniczniki przewodzą prąd po przekroczeniu stosunkowo wysokiego progowego napięcia (od 50 – 70 V wzwyż), odgraniczniki prądu stałego – powyżej 2 – 3 V. Z tego względu instalacja uziemiająca zaopatrzona w odgranicznik prądu stałego może stanowić także element zabezpieczenia przeciwporażeniowego.

Studzienki nadzbiornikowe nie powinny być uziemiane odrębnie. Powinny być zabezpieczone powłoką ochronną wykonaną zgodnie z PN EN ISO 12944, tj. przystosowane do eksploatacji w ziemi przez okres dłuższy niż 15 lat i połączone galwanicznie ze zbiornikiem. Powłoka powinna być przeznaczona do stosowania pod ziemią i być przystosowana do współpracy z ochroną katodową.

Przekładka izolacyjna stosowana często między studzienką i zbiornikiem oraz tulejki izolujące na każdej śrubie mocującej są często od początku nieskuteczne. Pokrywy studzienek usytuowane są najczęściej w płaszczyźnie jezdni na stacji paliw. Ruch pojazdów i ich nacisk na studzienki, przenosząc się na cienkie podkładki powoduje ich niszczenie i w konsekwencji zwarcie studzienki ze zbiornikiem. W przypadku odrębnego uziemienia studzienek nadzbiornikowych takie zwarcie jest przyczyną nieskutecznego działania ochrony katodowej zbiorników.

Występowanie ww. uziemień powoduje, że pomiary potencjałów i ocena skuteczności ochrony może być wykonywana na stacji jedynie przez doświadczonych specjalistów.

Statystyka uszkodzeń i napraw serwisowych ochrony katodowej zbiorników

Na przykładzie zbiorników LPG na 8 stacjach paliwowych pokazano statystykę zmian parametrów przed i po wykonaniu usprawnień tych instalacji. W większości przypadków naprawy instalacji ochrony katodowej zbiorników LPG dają pozytywny rezultat. Oprócz zdiagnozowanych i naprawionych instalacji, gdzie połączenie zbiornika przez żyłę PE przewodu zasilającego pompę z uziemieniem stacji było główną przyczyną wadliwego działania ochrony katodowej, podczas prac serwisowych spotyka się inne uchybienia – trudniejsze lub niemożliwe do usunięcia w prosty sposób.

Niektóre z nich to:

a) Przy zbiornikach LPG

1. Brak monobloków na przewodach od pompy do dystrybutora,
2. Podłączenie przewodów odgazowujących, zwartych ze zbiornikiem, do uziemienia stacji,
3. Podłączenie zbiornika do metalowego słupka „uziemiającego” cysterny, na którym jest umocowana lampa sygnalizacyjna poziomego gazu w zbiorniku. Jednocześnie żyła PE przewodu zasilającego lampę zwarta jest przez korpus lampy ze słupkiem uziemiającym, a z drugiej strony w rozdzielnicy Auto-Gaz z uziemieniem stacji,
4. Podłączenie uziemienia stacji do skrzyni nadzbiornikowej, przy jednoczesnym zwarcie tej skrzyni ze zbiornikiem,
5. Zwarcie zbiornika – poprzez podpory źle odizolowane od kotew – z uzbrojeniem płyty fundamentowej.

b) Przy zbiornikach paliw płynnych

1. Niezamierzone zwarcie zbiorników z uziemieniem stacji, gdy bednarka uziemiająca podłączona jest do metalowych skrzyń nadzbiornikowych, nieskutecznie odizolowanych od zbiorników. Po wykonaniu nawierzchni dostęp do miejsc podłączenia bednarki do skrzyni nadzbiornikowej jest praktycznie niemożliwy,
2. Brak monobloków lub przekładek izolacyjnych na metalowych, uziemionych przewodach połączonych ze zbiornikami,
3. Przypadkowe lub celowe podłączenie uziemienia stacji lub uziemienia otokowego do zbiornika.

Na wszystkich omawianych ośmiu stacjach stwierdzono obniżoną skuteczność ochrony katodowej (nie spełnione kryterium – 850 mV wzgl. elektrody Cu/CuSO₄). Prądy płynące z systemu anod galwanicznych były znaczne, zaś efekt polaryzacji katodowej na płaszczach zbiorników, odzwierciedlający się zmianą potencjału względem stałych elektrod odniesienia, był znikomy. Badania wykazały, że główną przyczyną nieprawidłowości było galwaniczne połączenie płaszczu zbiornika z uziemieniem ogólnym stacji.

Prąd z anod galwanicznych wystarczający jest do polaryzacji zbiornika pokrytego powłoką izolacyjną, wpływając do powierzchni stalowej w miejscach niewielkich ubytków i nieszczelności powstałych mechanicznie lub na skutek starzenia się powłoki. Upływ znacznej ilości prądu do niez izolowanych elementów metalowych infrastruktury podziemnej lub uziemienia stacji powoduje obniżoną skuteczność ochrony katodowej zbiornika.

We wszystkich omawianych przypadkach zbiorniki LPG zaopatrzone były w pompy zanurzeniowe zasilane w układzie TNS, z przewodem PE, połączonym z uziemieniem stacji. Przyjęty system spowodował konieczność odizolowania przez wykonawcę pompy od

płaszcz zbiornika, co uczyniono przez zastosowanie podkładek izolacyjnych na śrubach kołnierza pompy. Wskutek odchyłek wymiarowych występują przypadkowe zwarcia korpusu pompy zanurzeniowej z płaszczem zbiornika, co sprawia, że podkładki izolacyjne nie spełniają swojej roli. Do takiej sytuacji może dojść także w czasie eksploatacji, gdy wystąpią przemieszczenia wskutek drgań mechanicznych poszczególnych elementów pompy.

Takie uszkodzenia były przyczyną nieskutecznego działania instalacji ochrony katodowej na wszystkich omawianych stacjach. Za wyjątkiem stacji nr 7, na której, po stwierdzeniu wadliwej pracy, wymieniona została pompa i zastosowano nowe podkładki izolacyjne, w celu odizolowania zbiornika od uziemienia stacji, zaproponowano – i następnie po wykonaniu dodatkowych pomiarów elektrycznych – zmieniono zasilanie pompy (na stacji nr 3 również elektrozaworu) na układ TT z wyłącznikiem różnicowo prądowym. Żyły PE przewodów zasilających zostały odłączone zarówno od masy urządzenia jak też od uziemienia ogólnego stacji w rozdzielnicy Auto-Gaz. Wykonano też trwałe połączenie korpusu pompy z płaszczem zbiornika przewodem 16 mm².

W tabelach 1 do 8 przedstawiono wyniki pomiarów instalacji ochrony katodowej zbiorników LPG, przeprowadzanych w okresie 10 lat. W większości przypadków wykonana modernizacja okazała się wystarczająco skuteczna dla dalszej pracy instalacji ochrony katodowej. W niektórych przypadkach (stacje 2, 3, 5) do zapewnienia skutecznej ochrony okazało się możliwe ograniczenie ilości anod magnezowych. Tabelki nie wymagają odrębnego komentarza – informacje w nich zawarte ilustrują zastane problemy.

Na jednej ze stacji (nr 7), po początkowym sprawnym działaniu instalacji, po wymianie pompy (2 lata) stwierdzono upływ prądu do uziemienia stacji. Zmieniono sposób zasilania pompy, odizolowano zbiornik od uziemienia otokowego (iskiernik), w późniejszym czasie zaktywizowano prace anod przy pomocy zewnętrznego źródła prądu. Efekt tych działań trudno uznać za w pełni zadawalający i wymaga dalszych działań naprawczych.

Wyniki pomiarów instalacji ochrony katodowej zbiorników LPG na 8 stacjach paliw, na których wykonane były naprawy źle funkcjonujących instalacji.

STACJA 1							
Data uruchomienia: 3.02.2000				Data remontu: 24.10 2002			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy E2 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
24.10.2002	120	- 890	- 680	- 950	- 730		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 100 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
30.01.2003	80	- 1220	- 1070	- 1160	- 1060		Po naprawie
07.11.2003	36	- 1134	- 990	- 1158	- 1037		14 anod
16.10.2004	95	- 1148	- 1038	- 1174	- 1090		
19.06.2005	68	- 1152	- 1065	- 1168	- 1095		
16.06.2006	55	- 1150	- 1066	- 1162	- 1090		
05.10.2007	74	- 1150	- 1070	- 1146	- 1070		
11.10.2008	56	- 1150	- 1100	- 1095	- 1020		
27.09.2009	63	- 1170	- 1100	- 1168	- 1090		
31.07.2010	48	- 1190	- 1130	- 1205	- 1135	- 1460	
25.10.2011	50	- 1160	- 1070	- 1170	- 1085	- 1480	
01.08.2012	47	- 1178	- 1085	- 1190	- 1110	- 1480	14 anod

STACJA 2							
Data uruchomienia: 7.02.2000				Data remontu: 23.10 2002			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy E2 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
23.10.2002	78	- 750	- 630	- 820	- 620		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 70 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
29.01.2003	27	- 1200	- 1040	- 1220	- 1050		Po naprawie
02.10.2003	13,5	- 1147	- 1025	- 1172	- 1030		Zmniejszenie ilości anod z 14 do 8
17.11.2004	19	- 1086	- 960	- 1100	- 952		8 anod
17.12.2005	16	- 1152	- 1025	- 1171	- 1030		
09.09.2006	26	- 1163	- 1042	- 1163	- 1051		
11.10.2007	16	- 1150	- 1040	- 1200	- 1050		
22.11.2008	10	- 1140	- 1060	- 1192	- 1058		
06.10.2009	10	- 1163	- 1050	- 1228	- 1180	- 1460	
30.09.2010	25	- 1075	- 980	- 1100	- 960	- 1420	
04.07.2011	20,5	- 1150	- 1010	- 1205	- 1050	- 1430	
09.09.2012	15,5	- 1140	-1070	- 1220	- 1150	- 1450	8 anod

STACJA 3							
Data uruchomienia: 15.09.2000				Data remontu: 31.01 2003			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy E2 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
31.01.2003	157	- 1000	- 740	- 900	- 740		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 140 mA przez przewód PE zasilania pompy i elektrozaworu do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy i elektrozaworu na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
31.01.2003	85	- 1250	- 1040	- 1220	- 1030		Po naprawie
29.09.2003	70	- 1230	- 1090	- 1190	- 1095		14 anod
04.07.2004	88	- 1200	- 1092	- 1167	- 1095		Zmniejszenie ilości anod z 14 do 10
08.11.2005	60	- 1191	- 1063	- 1165	- 1080		10 anod
17.10.2006	82	- 1210	- 1060	- 1180	- 1050	- 1560	
08.10.2007	59	- 1176	- 1070	- 1148	- 1045		
08.10.2008	62,5	- 1163	- 1020	- 1135	- 1075		
16.12.2009	50	- 1140	- 1050	- 1140	-1060	- 1516	
27.09.2010	63	- 1200	- 1060	- 1175	- 1050	- 1545	
08.09.2011	63	- 1195	- 1070	- 1176	- 1050	- 1550	
03.09.2012	50	- 1190	- 1060	- 1180	- 1040	- 1450	10 anod

STACJA 4							
Data uruchomienia: 5.02.2000				Data remontu: 31.01 2003			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy E2wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
31.01.2003	160	- 730	- 610	- 710	- 60		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 150 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
31.01.2003	60	- 1180	- 1020	- 1180	- 1010		Przed naprawą
12.06.2003	28	- 1213	- 1100	- 1205	- 1100		Zmniejszenie ilości anod z 14 do 7
12.05.2004	16	- 1041	- 980	- 1014	- 960		Zmniejszenie ilości anod z 7 do 2
16.06.2005	18	- 1025	- 960	- 1000	- 955		Ponowne włączenie ilości anod do 14
16.10.2006	16,5	- 1050	- 990	- 1032	- 980		14 anod
09.10.2007	15	- 1005	- 950	- 990	- 950		
07.10.2008	12	- 1045	- 1000	- 1020	- 990		
23.10.2009	13,5	- 1045	- 1000	- 1025	- 995	- 1460	
25.09.2010	17	- 1033	- 985	- 1015	- 980	- 1480	
06.09.2011	16,5	- 1075	- 1015	- 1052	- 1010	- 1490	
02.09.2012	15	- 1080	-1050	- 1060	- 1020	- 1490	14 anod

STACJA 5							
Data uruchomienia: 13.06.2001				Data remontu: 24.10 2002			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy Eo wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy Eo wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
24.10.2002	75	- 910	- 720	- 940	- 750		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 50 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
22.01.2003	24	- 1270	- 1080	- 1280	- 1090		Po naprawie
07.12.2003	27,4	- 1305	- 1088	---	---		14 anod
07.07.2004	63	- 1285	- 1095	---	---		Zmniejszenie ilości anod z 14 do 10
04.10.2005	53	- 1329	- 1120	---	---		10 anod
28.06.2006	90	- 1320	- 1140	---	---	- 1509	
03.10.2007	12	- 1285	- 1130	---	---		
24.07.2008	75	- 1256	- 1110	---	---		
27.10.2009	37	- 1204	- 1100	---	---		
29.07.2010	42	- 1242	- 1100	---	---	- 1400	
16.06.2011	19,5	- 1195	- 1060	---	---	- 1365	
07.05.2012	32	- 1165	- 1060	---	---	- 1340	10 anod

STACJA 6							
Data uruchomienia: 22.01.2000				Data remontu: 23.10 2002			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy E2 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
23.10.2002	59	- 860	- 670	- 900	- 680		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 50 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
29.01.2003	23	- 1000	- 920	- 1010	- 930		Po naprawie
24.07.2003	27	- 1110	- 1010	- 1118	- 1020		14 anod
18.11.2004	32	- 980	- 891	- 1015	- 917		
16.12.2005	32	- 980	- 875	- 995	- 880		
09.09.2006	34	- 1018	- 990	- 1064	- 998	- 1392	
29.11.2007	29	- 940	- 870	- 965	- 880	- 1370	
05.10.2008	34	- 900	- 850	- 920	- 860		
05.10.2009	37	- 900	- 860	- 910	- 870	- 1400	
22.01.2010	36	-1040	- 980	- 1085	- 985	- 1390	
11.09.2011	33	- 1030	- 980	- 1095	- 1000	- 1430	
23.08.2012	27	- 1040	- 970	- 1075	- 985	- 1370	14 anod

STACJA 7							
Data uruchomienia: 22.01.2000				Data remontu: 23.10 2002			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wył. [mV]	Potencjał włączeniowy E2 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wył. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
23.10.2002	84	- 820	- 690	- 780	- 660		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ 70 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: wymiana pompy i skuteczne odizolowanie korpusu pompy od zbiornika na podkładkach gumowych							
07.12.2002	32	- 1180	- 1060	- 1150	- 1070		Po zmianie
24.07.2003	38	- 1147	- 1060	- 1118	- 1070		Zmniejszenie ilości anod z 14 do 6
18.11.2004	43	- 900	- 813	- 820	- 790		Ponowne włączenie ilości anod do 14
16.12.2005	45	- 900	- 805	- 810	- 770		
Stwierdzono: Na skutek zwarcia płaszczka zbiornika z uziemieniem część prądu przepływa do uziemienia stacji							
Wykonano: Połączenie uziemienia otokowego ze zbiornikiem w studziencie poprzez iskiernik. Uzyskano niewielką poprawę parametrów							
16.12.2005	41	- 925	- 860	- 905	- 852		
23.11.2006	45	- 930	- 865	- 917	- 850		
29.11.2007	34	- 730	- 650	- 680	- 620		
5.10.2008	31	- 840	- 760	- 760	- 700		
Stwierdzono: Podłączenie pompy właściwe (TT), korpus zwarty ze zbiornikiem, Prawdopodobieństwo zwarcia zbiornika z uzbrojeniem fundamentu i poprzez to upływ prądu ochronnego							
Wykonano: Zaktywizowano pracę anod przy pomocy zewnętrznego źródła prądu.							
21.11.2008	21	- 930	- 880	- 1020 (Eo)	- 950 (Eo)		
07.10.2009	32	- 920	- 870	- 890	- 850	- 1380	
23.09.2010	27	- 920	- 870	- 910	- 860	- 1390	
11.09.2011	30	- 940	- 860	- 930	- 855	- 1380	
23.08.2012	30	- 880	- 830	- 860	- 810	- 1365	14 anod

STACJA 8							
Data uruchomienia: 4.12.1999				Data remontu: 29.01 2003			
Data pomiaru	Prąd i [mA]	Potencjał włączeniowy E1 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E1 wyt. [mV]	Potencjał włączeniowy E2 wł. [mV]	Potencjał wyłączeniowy E2 wyt. [mV]	Potencjał anod galw. Ean [mV]	UWAGI:
23.10.2002	70	- 860	- 670	- 900	- 680		Przed naprawą
Stwierdzono: upływ ok. 70 mA przez przewód PE zasilania pompy do ogólnego uziemienia stacji							
Naprawa: zmiana zasilania pompy na układ TT, odłączenie przewodu PE, korpus pompy zwarty ze zbiornikiem							
29.01.2003	37	- 1080	- 930	- 1110	- 950		Po naprawie
24.07.2003	40	- 1113	- 980	- 1086	- 940		12 anod
17.11.2004	42	- 976	- 890	- 1035	- 953		
15.06.2005	37	- 1115	- 990	- 1117	- 975		
09.09.2006	50	- 1031	- 918	- 1095	- 930		
28.11.2007	40	- 1055	- 960	- 1020	- 920		
21.11.2008	33	- 970	- 885	- 970	- 890		
09.10.2009	32	- 990	- 900	- 980	- 890	- 1420	
01.10.2010	35	-1140	- 995	- 1095	- 980	- 1460	
12.09.2011	42	- 1090	- 1020	- 1050	- 960	- 1455	
22.08.2012	29	- 975	- 870	- 960	- 865	- 1412	12 anod

Podsumowanie

Ochrona katodowa stalowych zbiorników podziemnych na stacjach paliwowych gwarantuje bezawaryjną eksploatację tych obiektów przez wiele lat, co jest wynikiem hamowania dzięki tej technice wszystkich niekorzystnych procesów korozyjnych na powierzchni ścianki zbiorników kontaktujących się z otaczającym gruntem. Warunkiem uzyskania takiego efektu jest przede wszystkim zaprojektowanie i zainstalowanie tego zabezpieczenia przeciwkorozyjnego z zachowaniem wszystkich reguł technologii ochrony elektrochemicznej, a następnie systematyczne jej kontrolowanie podczas eksploatacji.

Przedstawione doświadczenia z prowadzenia prac serwisowych omawianych instalacji ochrony katodowej wskazuje na to, że ich spora część nie pracuje prawidłowo, w dużej mierze z przyczyn nie tylko złego wykonawstwa, ale także różnego rodzaju błędów, które powstały na etapie zabudowy instalacji paliwowych bez poszanowania wymagań technologii ochrony elektrochemicznej. Niestety, usuwanie takich nieprawidłowości jest bardzo trudne, wymaga stosowania specjalnych metod pomiarowych i doświadczonego zespołu specjalistów. Zdiagnozowanie nieprawidłowo funkcjonującego systemu ochrony katodowej na terenie gęsto zabudowanej stacji, często bez bezpośredniego dostępu do gruntu (wylewki betonowe, asfalt lub inne utwardzone powierzchnie) czasami trwa dość długo i pociąga za sobą spore koszty. Niekiedy niezbędna jest zabudowa nowego systemu ochrony katodowej – np. z zastosowaniem zewnętrznego źródła prądu, jednak może być ona wykonana i nadzorowana jedynie przez certyfikowany personel ochrony katodowej.

Rutynową kontrolę działania ochrony katodowej wykonuje się poprzez pomiar potencjału i ocenę stopnia polaryzacji katodowej zbiorników. Czynność ta z pozoru prosta sprawia wiele kłopotów, w szczególności, gdy instalacja pracuje nieprawidłowo. Wychodząc naprzeciw tym problemom w SPZP CORRPOL obecnie prowadzi się prace nad specjalnym przyrządem pomiarowym skuteczności ochrony katodowej zbiorników (przy wykorzystaniu środków z Unii Europejskiej - Program Innowacyjna Gospodarka POIG.01.04-22-004/11) [9].

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 30 sierpnia 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 122, poz. 576) oraz
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.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 września 2001 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki beciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów ciekłych zapalnych. (Dz. U. Nr 113, poz. 1211) oraz
Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 31 marca 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki beciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów ciekłych zapalnych (Dz. U. Nr 60 poz. 371).
3. W. Sokólski: Ochrona katodowa stalowych zbiorników podziemnych, Paliwa Płynne, 10/2001 str. 40.
4. 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.
5. W. Sokólski: Ochrona katodowa zbiorników paliwowych w świetle aktualnych przepisów i norm, Ochr. Przed Koroz., nr 4-5/2008, s. 197.
6. W. Sokólski: Zbiorniki podziemne - co zrobić, by były szczelne, Chemia Przemysłowa, nr 2/2009, s. 61
7. W. Sokólski: Stalowe zbiorniki stacji paliw – czy ich modernizacja spełni oczekiwania? Stacja benzynowa, 12/2010, str. 22.
8. 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).
9. W. Sokólski, J. Jankowski, J. Rozwadowski, Ochr. Przed Koroz., nr 4-5/2012, s. 81.

**Praca zrealizowana została w ramach Programu Innowacyjna Gospodarka
POIG.01.04- 22-004/11 „Opracowanie nowych rozwiązań z zakresu
aktywnych zabezpieczeń przeciwkorozyjnych z wykorzystaniem ochrony katodowej”
dofinansowanego przez Unię Europejską.**