

Paweł Stochaj

Institut Nafty i Gazu

Prądy błędzące jako źródło zagrożenia korozyjnego gazociągów stalowych

W artykule przedstawiono analizę oddziaływania prądów błędzących pochodzących z trakcji elektrycznej: kolejowej, tramwajowej i metra. Omówiono zagrożenie wywołane przez prądy spawalnicze oraz prądy pochodzące z innych źródeł, np. prądów ochrony katodowej sąsiednich konstrukcji. Ponadto przedstawiono analizę oddziaływania prądów błędzących na gazociągi stare i nowe oraz dokonano przeglądu norm dotyczących zagrożenia prądami błędzącymi. Na zakończenie przedstawiono rozwiązania techniczne ograniczające wpływ oddziaływania prądów błędzących na gazociągi.

Słowa kluczowe: prąd błędzący, potencjał, oddziaływanie prądu błędzącego, ochrona katodowa, prąd elektrody symulującej.

Stray currents as a cause of corrosion danger to steel pipelines

The article presents an analysis of the impact of stray currents coming from electric traction: railway, tram and subway. The author raises the problem of risk appearing from the welding currents and currents originating from other sources e.g. cathodic protection currents of adjacent structure. The other issue being discussed in this text is an analysis of the influence of stray currents on old and new gas pipelines and a review of standards connected with the dangers arising from stray currents. Finally the author presents possible technical solutions which can limit the influence of stray currents on gas pipelines.

Key words: stray current, the potential, impact of stray current, cathodic protection, simulating electrode current.

Wstęp

Korozja wywołana prądami błędzącymi występuje w miejscach skrzyżowań, zbliżeń i przebiegów równoległych gazociągów z trakcją elektryczną prądu stałego. Rolą ochrony katodowej stosowanej w takich sytuacjach jest kompensacja oddziaływań prądów błędzących poprzez odpowiednią ujemną polaryzację gazociągu i w rezultacie

likwidacja lub ograniczenie stref wpływu prądu z gazociągu. Ochrona prądem z zewnętrznego źródła jest zwykle wystarczająca, ale w przypadku rurociągu o złej powłoce izolacyjnej często zachodzi konieczność drenowania prądu błędzącego z rurociągu do sieci powrotnej trakcji elektrycznej.

Analiza źródeł prądów błędzących

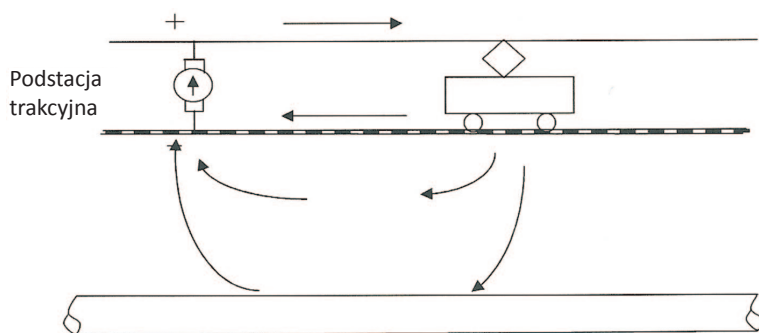
Prąd błędzący jest prądem stałym, który płynie innymi drogami niż jest to dla niego przewidziane [1, 3]. Trasami tymi są: ziemia oraz metalowe konstrukcje stykające się z ziemią. Prąd błędzący w miejscu upływu z metalowej konstrukcji do środowiska elektrolitycznego powoduje

korozję elektrochemiczną konstrukcji, zwaną korozją elektrolityczną [1].

Powierzchnie metaliczne stykające się z ziemią przyjmują względem niej potencjały elektrochemiczne, tzw. potencjały korozyjne lub stacjonarne. W miejscu wpływu prądu błędzą-

cego z konstrukcji metalowej do ziemi odbywa się polaryzacja anodowa konstrukcji, czyli przesunięcie jej potencjału w kierunku dodatnim od wartości potencjału korozyjnego. Konstrukcja znajduje się w tzw. strefie anodowej i podlega korozji elektrolitycznej. W miejscu wpływu prądu błędącego do konstrukcji odbywa się polaryzacja katodowa, czyli przesunięcie potencjału konstrukcji w kierunku ujemnym od wartości potencjału korozyjnego. Konstrukcja jest w strefie katodowej i nie podlega korozji, co więcej – może być częściowo chroniona katodowo przed korozją.

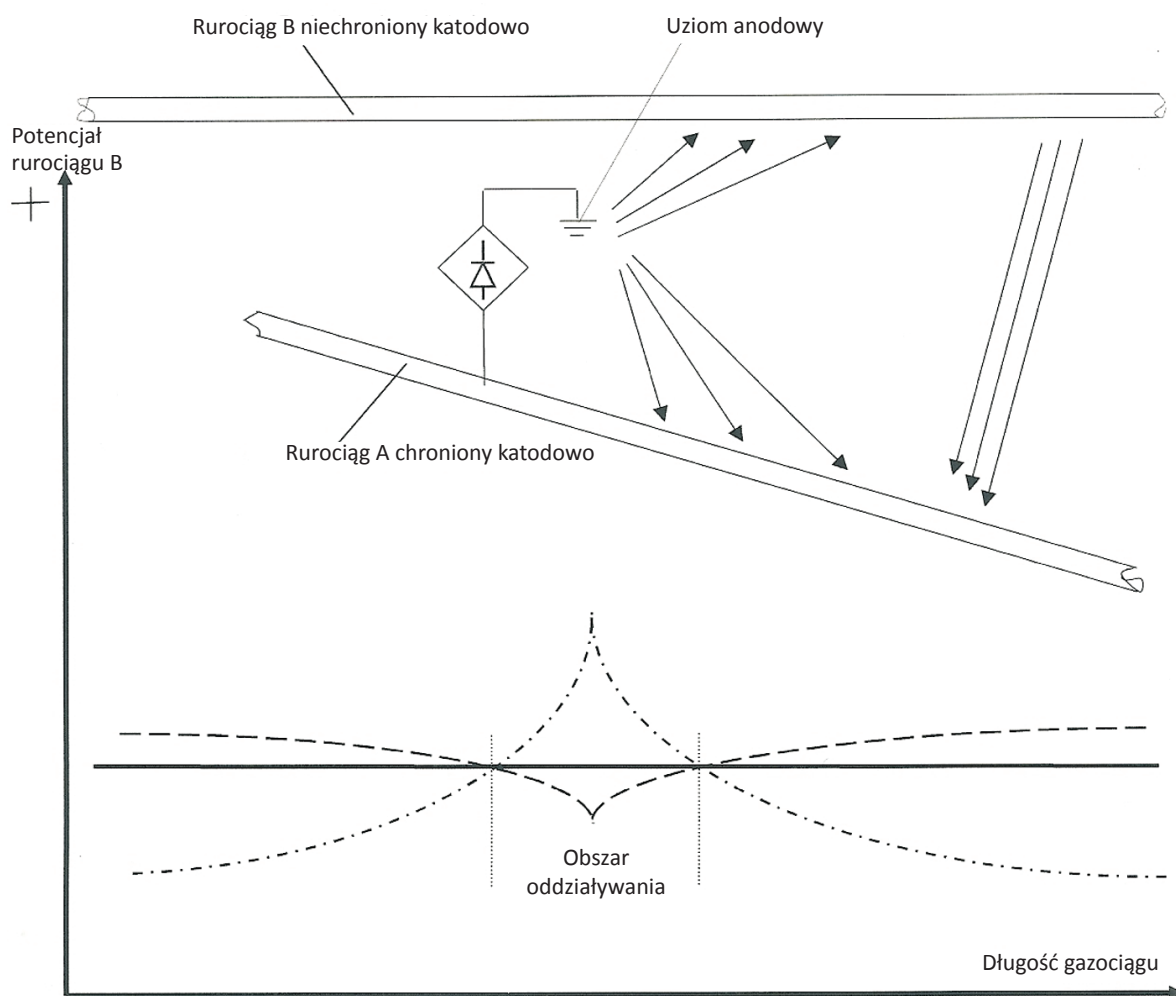
W Polsce zagrożenie korozją elektrolityczną stwarzają prądy błędące odgałęziające się z sieci powrotnej trakcji elektrycznej: kolejowej, tramwajowej oraz metra w Warszawie. Prądy te płyną w ziemi (szacuje się, że jest to około 10% prądów trakcyjnych) i w metalowych konstrukcjach kontaktujących się z ziemią. Sieć powrotną trakcji elektrycznej stanowią szyny.



Rys. 1. Schemat przepływu prądu trakcyjnego przez ziemię i rurociąg

Korozja elektrolityczna wywołana prądami błędącymi pochodzenia trakcyjnego stanowiłaby znacznie mniejszy problem, gdyby szyny miały zapewnioną ciągłość elektryczną i skuteczną izolację od ziemi, a punkty powrotne prądu trakcyjnego były rozmieszczone wystarczająco gęsto.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat przepływu prądu trakcyjnego przez ziemię i rurociąg w typowym układzie biegunowości: plus – na sieci jezdnej, minus – na szynach.



Rys. 2. Prąd ochrony katodowej jako prąd błędący

- — — — — potencjał niezakłócony rurociągu B
- - - - - potencjał zakłócony oddziaływaniem ochrony katodowej rurociągu B
- · · · · rozkład potencjału uziomu anodowego

Strefa wypływu prądu błędzącego z szyn i strefa katodowa na rurociągu przesuwa się wraz z ruchem elektrowozu. Strefa anodowa na rurociągu i strefa wpływu prądu błędzącego do szyn znajdują się w pobliżu podstacji trakcyjnej. Jeżeli biegunowość jest odwrotna (tj. plus na szynach, a minus na sieci jezdnej), to strefa anodowa na rurociągu przesuwa się wraz z ruchem elektrowozu, a strefa katodowa znajduje się w pobliżu podstacji trakcyjnej. Jest to układ mniej korzystny z punktu widzenia zagrożenia konstrukcji korozją powodowaną przez prądy błędzące. Występuje on w niektórych miastach w trakcji tramwajowej.

Prądy błędzące mogą także pochodzić z następujących źródeł:

- systemów przesyłowych prądu stałego,
- sieci trolejbusowych,
- instalacji przemysłowych prądu stałego,
- systemów łączności prądu stałego.

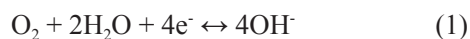
Powodem powstawania prądów błędzących mogą też być spawarki zainstalowane na nabrzeżach portowych. Zagrożenie prądami spawalniczymi dotyczy kadłubów statków.

Prądem błędzącym, zgodnie z definicją, może być także prąd ochrony katodowej (rysunek 2).

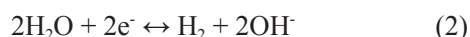
Analiza oddziaływania prądów błędzących na gazociągi stare i nowe

Konstrukcja metalowa znajdująca się w środowisku elektrolitycznym przyjmuje względem tego środowiska potencjał elektrochemiczny, tzw. korozyjny lub stacjonarny. Przy tym potencjale konstrukcja swobodnie koroduje, nie podlegając wpływom żadnych zewnętrznych prądów. Korozja przebiega na zasadzie funkcjonowania ogniwo elektrochemicznych, w których równocześnie odbywają się reakcje: anodowa i katodowa.

Jeżeli do konstrukcji wpływa zewnętrzny prąd błędzący, to jej potencjał korozyjny przesuwa się w kierunku katodowym, ujemnym, a w miejscu wpływu prądu intensyfikacji ulega reakcja katodowa:



lub – przy większym wpływającym prądzie – w środowisku beztlenowym:



Prąd błędzący chroni konstrukcję katodowo, przy czym w warunkach zachodzenia reakcji (2) ochrona katodowa może być nadmierna, co skutkuje odrywaniem powłoki izolacyjnej i kruchością wodorową stali o podwyższonej wytrzymałości.

Jeżeli z konstrukcji wypływa prąd błędzący, to jej potencjał korozyjny przesuwa się w kierunku dodatnim, ano-

Prąd ochrony konstrukcji A jest obcym zewnętrznym prądem błędzącym dla sąsiedniej konstrukcji B, niechronionej katodowo, niepołączonej galwanicznie z konstrukcją A. Na odcinkach konstrukcji B występują strefy anodowe i strefa katodowa. Defekt w powłoce izolacyjnej konstrukcji B może się znaleźć w stożku katodowym defektu w powłoce chronionej katodowo konstrukcji A. W rezultacie potencjał defektu na konstrukcji B ulegnie przesunięciu w kierunku anodowym.

Zagrożenie oddziaływaniem prądów błędzących dotyczy konstrukcji stykających się ze środowiskiem elektrolitycznym:

- stalowych rurociągów,
- kabli w osłonach metalowych,
- podziemnych lub zakopcowanych stalowych zbiorników oraz den zbiorników o osi pionowej,
- systemów uziemień,
- konstrukcji żelbetowych.

Oprócz skutków korozyjnych prądy błędzące mogą powodować również:

- miejscowe przegrzanie, powstanie łuku elektrycznego i w konsekwencji – pożaru,
- zakłócenia w pracy systemów sygnalizacji i łączności,
- zakłócenia w pracy obcych instalacji ochrony katodowej.

dowym, a w miejscu wypływu prądu intensyfikacji ulega reakcja anodowa:



Prąd stały o natężeniu 1 A wypływający z powierzchni żelaza lub stali „rozpuszcza” (zgodnie z prawem Faradaya) 9,1 kg żelaza w ciągu roku.

W kategorii szybkości korozji wpływ prądu stałego o gęstości 1 A/m² oznacza tempo korozji 1,1 mm/rok. Jest to postęp korozji 100 razy większy od wartości kryterium ochrony katodowej, które wynosi 0,01 mm/rok [4] i oznacza technicznie akceptowalną szybkość korozji.

Dogodną drogą dla prądu błędzącego stanowią stalowe rurociągi ułożone równolegle lub pod niewielkim kątem do torów trakcji elektrycznej. Zagrożenie dotyczy wszystkich rurociągów stalowych, niezależnie od zastosowanej powłoki izolacyjnej. O tym, czy prąd błędzący skorzysta z rurociągu, decyduje jego usytuowanie w stosunku do trakcji elektrycznej.

Bitumiczna powłoka izolacyjna po kilkudziesięciu latach przebywania w ziemi ulega degradacji, staje się porowata, pojawiają się w niej różnego rodzaju uszkodzenia i nieszczelności. W rezultacie prąd błędzący wypływa z rurociągu w licznych miejscach. Oczywiście największy wpływ występuje w pobliżu podstacji trakcyjnej. Jednak duża liczba defektów sprzyja ograniczeniu gęstości prądu na ich powierzchni.

Gdy powłoka izolacyjna jest szczelna, defekty są nieliczne, a ich powierzchnie niewielkie, to na powierzchni defektów niekorzystnie usytuowanych w stosunku do podstacji trakcyjnej gęstości upływającego prądu błędzącego mogą być wysokie. Ponadto prąd błędzący „szukając” miejsca wypływu,

przepływa odcinkami rurociągu o długości kilkunastu lub kilkudziesięciu kilometrów.

W krytycznych przypadkach zdarza się, że już po kilku miesiącach od ułożenia rurociągu następują ubytki materiału ścianki, a nawet dochodzi do jej perforacji.

Przegląd norm dotyczących zagrożenia prądami błędzącymi

Norma PN-EN 50162:2005 *Ochrona przed korozją powodowaną przez prądy błędzące pochodzące z systemów prądu stałego* podaje maksymalne dopuszczalne przesunięcie potencjału konstrukcji niechronionej katodowo w kierunku anodowym (elektrododatnim) w wyniku oddziaływania prądu błędzącego jako:

$$\Delta E_{max} = 1,5 \cdot \rho \text{ [mV]} \quad (4)$$

gdzie: ρ – rezystywność gruntu w Ωm .

Pomiar wartości potencjału korozyjnego konstrukcji, niezakłóconego oddziaływaniem prądu błędzącego, jest możliwy w przypadku trakcji tramwajowej podczas nocnych przerw w ruchu tramwajów. Na kolei ruch pociągów odbywa się praktycznie przez całą dobę. Prądy błędzące i efekty ich oddziaływań, mające odbicie w przebiegach czasowych parametrów elektrycznych i elektrochemicznych, mają charakter stochastyczny. Nie da się określić wartości przesunięcia potencjału konstrukcji na podstawie pojedynczego pomiaru. Potrzebna jest całodobowa równoczesna rejestracja dwóch parametrów: potencjału konstrukcji (gazociągu) E_g i napięcia gazociąg – szyna U_{g-sz} . Potencjał korozyjny gazociągu E_{gn} , niezakłócony oddziaływaniem prądu błędzącego, jest to średnia wartość potencjału $E_{gn_{sr}}$ dla okresów czasu, gdy $U_{g-sz} = 0$. Natomiast potencjał gazociągu w warunkach oddziaływania prądów błędzących jest to średnia wartość potencjału $E_{g_{sr}}$ dla okresów czasu, gdy $U_{g-sz} \neq 0$.

$$\Delta E = E_{g_{sr}} - E_{gn_{sr}} \quad (5)$$

W przypadku konstrukcji chronionej katodowo oddziaływanie prądu błędzącego uważa się za niedopuszczalne, jeżeli skutkuje ono niespełnieniem potencjałowego kryterium ochrony katodowej według PN-EN 12954 [2]. Z wartością kryterium porównuje się potencjał konstrukcji (gazociągu) niezakłócony spadkami napięcia w ziemi (IR) wywołanymi prądem ochrony katodowej oraz prądami błędzącymi. Wymaga to wykonania pomiarów z użyciem elektrod symulujących, odłączanych na czas pomiaru od gazociągu, z równoczesnym wyłączeniem źródła prądu ochrony katodowej. Wyłączenie źródła prądów błędzących, zwłaszcza w przypadku kolei, jest niemożliwe. Dlatego nawet pomiar potencjału elektrody symulującej

odłączonej od gazociągu nie jest całkowicie wolny od zakłóceń w postaci spadków napięcia. Podobnie jak dla rurociągu niechronionego katodowo, niezbędne są długotrwałe rejestracje: przynajmniej godzinne w przypadku trakcji tramwajowej i 24-godzinne w przypadku trakcji kolejowej.

Wyniki rejestracji podlegają obróbce statystycznej, w wyniku której określa się:

- średnie arytmetyczne wartości potencjału gazociągu (E_{sr}), prądu elektrody symulującej ($i_{es_{sr}}$) i napięcia gazociąg – szyna ($U_{g-sz_{sr}}$),
- odchylenia standardowe potencjału gazociągu $s(E)$ i prądu elektrody symulującej $s(i)$,
- korelacje $E - U_{g-sz}$,
- wartość współczynnika asymetrii potencjału (γE),
- procentowy czas wypływu prądu błędzącego z gazociągu ($\%i-$).

Dynamiczne zmiany rejestrowanych równocześnie parametrów: potencjału gazociągu E_g , potencjału elektrody symulującej E_{es} i ewentualnie napięcia gazociąg – szyna U_{g-sz} , utrudniają interpretację wyników rejestracji. Jako pewnego rodzaju rozwiązanie norma PN-EN 50162 sugeruje wykonanie pomiaru (rejestracji) natężenia prądu elektrody symulującej, co nie jest nową propozycją. Nowością jest natomiast sposób oceny wyników rejestracji określający poziom zagrożenia w zależności od względnego czasu przepływu prądu elektrody symulującej (tablica 1).

Tablica 1. Dopuszczalne czasy trwania przepływu prądu elektrody symulującej w warunkach oddziaływania prądów błędzących

Prąd elektrody symulującej I_{es} w % prądu I_{esp} zmierzonego w warunkach spełnionego kryterium ochrony katodowej, według PN-EN 12954	Dopuszczalny czas trwania przepływu prądu I_{es} podczas „najgorszej” godziny rejestracji	
	[s]	[%]
> 70		bez ograniczenia
< 70	1440	40
< 60	720	20
< 50	360	10
< 40	180	5
< 30	72	2
< 20	36	1
< 10	18	0,5
< 0 \equiv wypływ prądu z elektrody	3,6	0,1

Z tablicy 1 wynika, że wypływ prądu z elektrody symulującej jest dopuszczalny przez zaledwie 3,6 s w ciągu godziny, co w warunkach oddziaływania prądów błędzących jest na ogół bardzo restrykcyjnym wymaganiem. Jeżeli nie zostało ono spełnione, to wskazane jest sprawdzenie, czy rzeczywiście istnieje zagrożenie korozją, poprzez pomiar szybkości korozji z użyciem czujników korozymetrycznych wagowych lub rezystancyjnych.

Gazociąg w danym miejscu skrzyżowania z trakcją elektryczną nie jest zagrożony oddziaływaniem prądów błędzących, jeżeli średnia wartość potencjału gazociągu E_{sr} jest bardziej elektroujemna od wartości ES , która spełnia kryterium ochrony w danym miejscu skrzyżowania, i czas, w którym ma miejsce wypływ prądu z gazociągu wynosi nie więcej niż 0,1% czasu rejestracji.

Dla uzupełnienia oceny zagrożenia gazociągu oddziaływaniem prądów błędzących w danym miejscu skrzyżowania z trakcją elektryczną PKP, szczególnie w przypadku, gdy wymagania dotyczące E_{sr} i $\%i-$ nie są spełnione, należy przeprowadzić analizę porównawczą wartości odchyłek

Przegląd rozwiązań technicznych ograniczających wpływ prądów błędzących na gazociągi

Korozja spowodowana upływającymi prądami błędzącymi jest częstym i jednocześnie jednym z najgroźniejszych rodzajów korozji stalowych gazociągów. Dlatego też gazociągi należy odpowiednio zabezpieczyć nawet wtedy, gdy nie są one przystosowane do zastosowania ochrony katodowej za pomocą prądu z zewnętrznego źródła oraz gdy taka ochrona nie jest lub nie będzie stosowana. Zabezpieczeniem może być bezdefektowa powłoka izolacyjna w rejonie skrzyżowania z trakcją elektryczną (w przypadku gazociągu projektowanego) lub drenaż elektryczny prądu błędzącego do sieci powrotnej. To ostatnie rozwiązanie należy zastosować, jeżeli ochrona katodowa za pomocą prądu z zewnętrznego źródła nie jest skuteczna w obszarach zagrożenia lub gdy jej brak.

Ochrona katodowa prądem z zewnętrznego źródła, czyli ochrona za pomocą stacji katodowych, z reguły jest w stanie skompensować oddziaływania prądów błędzących na nowe gazociągi o bardzo dobrych powłokach izolacyjnych. Jednak w przypadku projektowanego gazociągu w rejonach, gdzie stwierdzono na szynach strefy katodowe może się okazać – po zasypaniu gazociągu, że ochrona prądem z zewnętrznego źródła nie jest wystarczająca. Dlatego w punktach pomiarowych należy zaprojektować kable o przekrojach umożliwiającym ewentualne drenowanie prądów błędzących, jeśli zajdzie taka potrzeba.

Jeżeli na gazociągu chronionym katodowo prądem z zewnętrznego źródła istnieją miejsca, gdzie kryteria ochrony katodowej według normy PN-EN 12954 lub PN-EN 50162 nie

standardowych $s(E)$ i $s(i)$ oraz współczynnika asymetrii γE , wyznaczonych w ramach bieżących i poprzednich pomiarów zarejestrowanych w odpowiednio długich okresach czasu. Korzystne są jak najmniejsze wartości $s(E)$, $s(i)$ i γE .

Pomiary oddziaływania prądów błędzących na gazociąg w wybranych miejscach, innych niż skrzyżowania gazociągu z torami trakcji elektrycznej, obejmują równoczesne 24-godzinne rejestracje dwóch wielkości:

- potencjału gazociągu,
- prądu elektrody symulującej.

Wyniki rejestracji podlegają obróbce statystycznej, w wyniku której określa się średnie arytmetyczne wartości potencjału gazociągu (E_{sr}) i prądu elektrody symulującej (ies_{sr}) oraz procentowy czas wypływu prądu błędzącego z gazociągu ($\%i-$).

Gazociąg w wybranym miejscu nie jest zagrożony oddziaływaniem prądów błędzących, jeżeli:

- średnia wartość potencjału gazociągu E_{sr} jest bardziej elektroujemna od wartości kryterium ochrony,
- czas, w którym ma miejsce wypływ prądu z gazociągu, wynosi nie więcej niż 0,1% czasu rejestracji.

są spełnione, to należy zwiększyć natężenie prądu wyjściowego stacji ochrony katodowej, w celu obniżenia potencjału załączeniowego E_{on} w zagrożonym miejscu. W przypadku, gdy obniżenie potencjału E_{on} jest niewystarczające dla spełnienia kryteriów ochrony, niezbędne może okazać się zainstalowanie drenażu polaryzowanego. Drenaż jest zawsze ostatecznością. Dlatego należy sprawdzić, czy usunięcie ewentualnych doziemień i/lub naprawa izolacji gazociągu w obszarach oddziaływań prądów błędzących nie wyeliminuje zagrożenia.

Ograniczenie oddziaływania prądów błędzących można osiągnąć przez podzielenie gazociągu na sekcje za pomocą złączy izolujących. Jednak przy złączach mogą się pojawić lokalne strefy anodowe i katodowe, wskutek przepływu prądu błędzącego ziemią – drogą omijającą złącze izolujące.

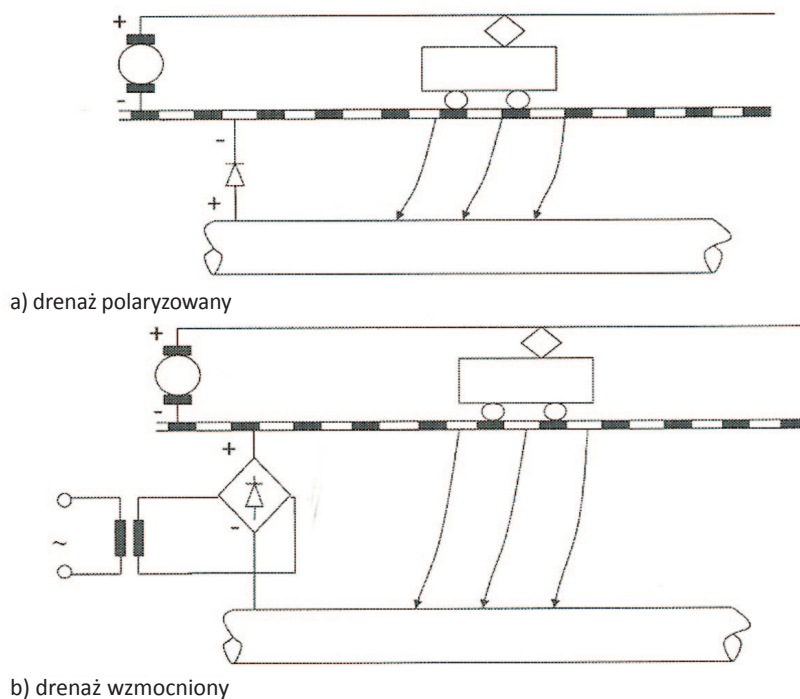
Na rysunku 3 przedstawiono schematy drenaży elektrycznych. Przez połączenie konstrukcji z siecią powrotną (szynami) trakcji elektrycznej prąd jonowy upływający z konstrukcji zostaje zastąpiony przez prąd elektronowy w połączeniu przewodowym konstrukcji z szynami. Jest to tzw. drenaż elektryczny. Jeżeli w połączeniu konstrukcji z szynami jest umieszczony element zapewniający tylko jednokierunkowy przepływ prądu od konstrukcji do szyn, np. dioda prostownicza, to drenaż nosi nazwę polaryzowanego. Gdy odprowadzenie prądu błędzącego do sieci powrotnej jest utrudnione wskutek zbyt małego napięcia pomiędzy konstrukcją a szynami, to przepływ prądu zapewnia się przez

umieszczenie jego źródła w połączeniu konstrukcji z szynami. Powstaje w ten sposób drenaż wzmacniony, w którym szyny pełnią rolę uziomu anodowego.

Drenaże polaryzowane powinny być instalowane w miejscach, w których przeważają anodowe oddziaływania prądów błądzących na gazociąg, a średnie napięcie pomiędzy gazociągiem a obwodem powrotnym traktacji jest dodatnie

i o takiej wartości, przy której możliwe jest uzyskanie prądu drenażu zapewniającego wymaganą skuteczność ochrony.

Drenaż wzmacniony powinien być stosowany wówczas, gdy nie są spełnione warunki do zastosowania drenażu polaryzowanego lub gdy zastosowanie drenażu polaryzowanego nie zapewnia skutecznej ochrony przed szkodliwym oddziaływaniem prądów błądzących.



Rys. 3. Schematy drenażu elektrycznego

Wnioski

Kryterium dopuszczalnego procentowego czasu wypływu prądu z gazociągu według normy PN-EN 50122-2 jest bardzo wymagające. W rejonach zagrożenia prądami błądzącymi najczęściej występują strefy zmienne anodowo-katodowe, z wyraźną przewagą jednej biegunowości. Wypływ prądu z elektrody symulującej połączonej przewodowo z gazociągiem przez 3,6 s w okresie prowadzenia rejestracji zdarza się bardzo często. Wypływowi prądu do otaczającego środowiska elektrolitycznego powinna towarzyszyć korozja elektrody symulującej. Wskazane jest, aby korodowały również znajdujące się w pobliżu powierzchni defektów w powłoce izolacyjnej gazociągu. Okresy kilkusekundowych wypływów powinny się kumulować i w efekcie należy się liczyć z korozją ścianki rury w długim okresie czasu. Jeżeli procentowe czasy wypływu są długie, np. wynoszą 30÷40% czasu rejestracji, to korozja jest nieunikniona. Pomiaru prądu przepływającego pomiędzy gazociągiem a ziemią wykonuje się z wykorzystaniem elektrod symulujących. Elektrody te podczas przebywania w ziemi „zarastają”, tj. pokrywają się

warstwami tlenkowymi lub osadami katodowymi i po kilku lub kilkunastu latach przestają być wiarygodnymi elementami pomiarowymi. Rezystancja przejścia elektrody sięga kilkudziesięciu k Ω , a prąd maleje do zera. Teoretycznie tak samo jak powierzchnia elektrody symulującej powinny się zachowywać podobnej wielkości powierzchnie defektów powłoki izolacyjnej. Nie jest to jednak oczywiste. W związku z tym, w miejscach stwierdzonego istotnego wypływu prądu do ziemi wskazanym jest zainstalowanie rezystancyjnych czujników korozymetrycznych, w celu sprawdzenia, czy korozja rzeczywiście wystąpiła. Dotychczasowe doświadczenia w tym zakresie dowiodły, że w szeregu wątpliwych miejsc wskazanych przez INiG zainstalowane czujniki korozymetryczne wykazały zerową szybkość korozji lub szybkość mniejszą od akceptowalnej (0,01 mm/rok). Oznaczałoby to, że wypływ prądu z elektrody symulującej nie jest równoznaczny z korozją. W wyników rejestracji prądów elektrod symulujących nie można pozostawić bez reakcji – obecnie reakcją tą powinno być zainstalowanie czujnika korozymetrycznego.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2013, nr 9, s. 683–689

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Zagrożenie korozyjne gazociągów oddziaływaniem prądów błędzących i środki ograniczające oddziaływania* – praca INiG na zlecenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego; nr archiwalny: DK-4100-40/12, nr zlecenia 0040/GP/12.

Literatura

- [1] PN-E-05030-10:2004 *Ochrona przed korozją. Elektrochemiczna ochrona katodowa i anodowa. Terminologia.*
- [2] PN-EN 12954:2004 *Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach. Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów.*
- [3] PN-EN 50122-2:2003 *Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne – Część 2: Środki ochrony przed oddziaływaniem prądów błędzących wywołanych przez trakcję elektryczną prądu stałego.*
- [4] PN-EN 50162:2005 *Ochrona przed korozją powodowaną przez prądy błędzące pochodzące z systemów prądu stałego.*
- [5] Standard techniczny ST-IGG 0601:2008 *Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych. Wymagania funkcjonalne i zalecenia.*
- [6] Standard techniczny ST-IGG 0602:2008 *Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych. Ochrona katodowa. Projektowanie, budowa i użytkowanie.*



Mgr inż. Paweł STOCHAJ
Główny specjalista inżynierjno-techniczny;
kierownik Laboratorium Eksploatacji Gazociągów.
Instytut Nafty i Gazu
ul. Lubicz 25A
31-503 Kraków
E-mail: stochaj@inig.pl

ZAKŁAD PRZESYŁANIA I DYSTRYBUCJI GAZU

Zakres działania:

- badania laboratoryjne rur, kształtek, armatury z tworzyw sztucznych oraz armatury metalowej i powłok antykorozyjnych, prowadzone dla potrzeb certyfikacji i aprobat technicznych;
- ocena stopnia zagrożenia korozyjnego gazociągów stalowych oraz ocena stanu technicznego izolacji gazociągów stalowych metodami bezwykopowymi;
- ocena efektywności metod rekonstrukcji sieci dystrybucyjnych gazu;
- opracowanie projektów przepisów związanych z budową i użytkowaniem sieci gazowych;
- opracowanie lub opiniowanie projektów norm dotyczących sieci i instalacji gazowych;
- badania z zakresu współpracy ośrodka gruntowego z siecią gazową na terenach górniczych;
- prowadzenie specjalistycznego szkolenia kadr, głównie w zakresie budowy sieci gazowych z polietylenu;
- wspomaganie przemysłu we wdrażaniu nowych rozwiązań technicznych oraz opracowywanie ekspertyz i analiz;
- badania laboratoryjne metalowej armatury odcinającej do systemów i instalacji wodociągowych oraz baterii mechanicznych, natrysków i przewodów natryskowych.

Kierownik: mgr inż. Janusz Neider

Telefon: 12 653-25-12 w. 142

Adres: ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków

Faks: 12 653-16-65

E-mail: janusz.neider@inig.pl