

SYSTEM EKSPLOATACJI SIECI PRZESYŁOWEJ

INSTRUKCJA I.02.O.30.01

Pomiary w ochronie przeciwkorozyjnej

Wydanie X

Obowiązuje od 01.03.2023 roku

Tabela zmian

Lp.	Nr wydania	Strona / punkt	Treść		Data zmiany/ przeglądu	Uwagi
			przed zmianą	po zmianie		
1	2	3	4	5	6	7
1.	VIII	cała instrukcja	-----	-----	21.08.2020	Dostosowanie procedury SESP do systemu EAM
2.	IX	cała instrukcja	-----	-----	01.02.2023	Przegląd dokumentu, aktualizacja treści, ustalenie obowiązujących powiązań między dokumentami

Spis treści

1	Cel instrukcji	4
2	Przedmiot i zakres instrukcji	4
3	Definicje	4
4	Odpowiedzialność i uprawnienia	4
5	Opis postępowania	5
5.1	Wymagania ogólne	5
5.2	Przygotowanie do pomiarów	5
5.3	Wymagania w zakresie realizacji pomiarów okresowych.	6
5.4	Kwalifikacje personelu	19
5.5	Wymagania sprzętowe	19
5.6	Zakończenie pomiarów	19
5.7	Wymagania BHP.	19
6	Informacje dodatkowe	19
7	Dokumenty związane i powołane	20
7.1	Procedury i instrukcje	20
7.2	Regulacje wewnętrzne	20
7.3	Normy i standardy techniczne	20
8	Załączniki	20

1 Cel instrukcji

Celem instrukcji jest wprowadzenie we wszystkich Oddziałach Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ – SYSTEM S.A. jednolitych metod postępowania przy wykonywaniu i dokumentowaniu okresowych pomiarów w ochronie przeciwkorozyjnej.

2 Przedmiot i zakres instrukcji

Przedmiotem instrukcji jest określenie sposobu wykonywania i dokumentowania okresowych pomiarów w ochronie przeciwkorozyjnej gazociągów.

Zakres instrukcji obejmuje pomiary dla ogólnej i szczegółowej oceny ochrony przeciwkorozyjnej oraz pomiary w celu ustalenia przyczyn zakłóconej/niedostatecznej ochrony i sprawdzenia skuteczności naprawy, regulacji i przetwórczeń ochrony, w tym:

- pomiary potencjału załączeniowego i wyłączeniowego gazociągu w punktach pomiarowych,
- pomiary rozptywu prądu w gazociągu i rezystancji przejścia odcinków gazociągu przy zwiększonym prądzie polaryzacji,
- pomiary odizolowania stalowych rur otaczających (ochronnych, osłonowych, przeciskowych) od gazociągu,
- pomiary działania złączy izolujących,
- pomiary odizolowania gazociągu od uziorów i obcych konstrukcji,
- pomiary oddziaływania ochrony katodowej gazociągu na metalowe konstrukcje podziemne,
- pomiary oddziaływań prądu przemiennego na gazociąg,
- pomiary oddziaływań prądów błędzących na gazociąg,
- pomiary intensywne,
- pomiary z zastosowaniem elektrod symulujących/sond pomiarowych,
- pomiary z zastosowaniem czujników korozymetrycznych.

Instrukcja obowiązuje wszystkie jednostki organizacyjne powołane do eksploatacji gazociągów przesyłowych w ramach GAZ – SYSTEM a także wykonawców zewnętrznych, którym zlecane jest bezpośrednie prowadzenie eksploatacji w imieniu tych jednostek.

3 Definicje

W niniejszej instrukcji stosuje się określenia i zwroty zawarte w procedurze **P.02.O.01 „Warunki techniczne eksploatacji sieci przesyłowej”**, w procedurze **P.02.O.30 „Eksploatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”** oraz w **ST-IGG-0601:2020 „Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych. Wymagania funkcjonalne i zalecenia”** i **ST-IGG-0602:2022 „Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych. Ochrona katodowa. Projektowanie, budowa i użytkowanie”**.

4 Odpowiedzialność i uprawnienia

Odpowiedzialność za nadzór nad przestrzeganiem postanowień niniejszej instrukcji ponosi Dyrektor Oddziału GAZ – SYSTEM.

Dyrektorzy, kadra kierownicza oraz pracownicy Oddziałów, a także wykonawcy zewnętrzni prowadzący eksploatację gazociągów przesyłowych, zależnie od zakresu swoich uprawnień odpowiedzialni są za postępowanie zgodne z postanowieniami niniejszej instrukcji. Instrukcja ustanawia podział kompetencji i zakres odpowiedzialności realizatorów procesu eksploatacji. Odpowiedzialności określono w treści instrukcji.

5 Opis postępowania

5.1 Wymagania ogólne

- 5.1.1 Czynności eksploatacyjne ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów powinny być wykonywane na podstawie właściwych dokumentów odniesienia. ,
- 5.1.2 Dla gazociągów przesyłowych użytkowanych przez Oddział w zakresie czynności eksploatacyjnych systemu ochrony przeciwkorozyjnej opracowuje się, zgodnie z pkt 5.2 procedury **P.02.O.01 „Warunki techniczne eksploatacji sieci przesyłowej”**.
- 5.1.3 Dla każdego obiektu przesyłowego planowane są cykliczne czynności eksploatacyjne reprezentowane w systemie EAM w postaci zleceń. Zasady planowania i dokumentowania tych czynności (zleceń) opisano w pkt. 5.2 procedury **P.02.O.01 „Warunki techniczne eksploatacji sieci przesyłowej”**.
- 5.1.4 Zmiana terminu realizacji zlecenia (czynności) wygenerowanego w aplikacji systemu EAM rejestrowana jest przez system w zawiadomieniu ZC zgodnie z pkt. 5.2.6 procedury **P.02.O.01 „Warunki techniczne eksploatacji sieci przesyłowej”**. Zmiana terminu realizacji czynności powinna następować z zachowaniem wymaganej częstotliwości wykonywanych czynności eksploatacyjnych.
- 5.1.5 Dodatkowe czynności cykliczne opisane w procedurach SESP, a także czynności SESP realizowane wg potrzeb wykonywane są na podstawie polecenia wydanego przez Odpowiedzialnego za eksploatację lub osobę przez niego upoważnioną. Polecenie wykonania takich czynności musi zostać odzwierciedlone w systemie EAM przez manualne wygenerowanie dodatkowego zlecenia (rodzaju E2W lub E2Z).

5.2 Przygotowanie do pomiarów

- 5.2.1 Pomiary w ochronie przeciwkorozyjnej są wykonywane na podstawie polecenia wydanego przez Odpowiedzialnego za eksploatację sieci przesyłowej lub osobę przez niego upoważnioną lub na podstawie umowy/ zlecenia dla wykonawców zewnętrznych. Poleceniem są objęte zarówno prace wykonywane cyklicznie jak również prace dodatkowe.
- 5.2.2 Do realizacji zleceń wygenerowanych w systemie EAM Odpowiedzialny za eksploatację sieci przesyłowej lub osoba przez niego upoważniona wyznacza Kierującego zespołem oraz zespół wykonujący.
- 5.2.3 Kierujący Zespołem oraz członkowie zespołu wykonującego pomiary zapoznają się z niniejszą instrukcją oraz z wynikami i zaleceniami poprzednich pomiarów, w tym z wynikami protokołu rocznej ogólnej/szczegółowej oceny skuteczności ochrony przeciwkorozyjnej.
- 5.2.4 Przed przystąpieniem do wykonania pomiarów Kierujący Zespołem udziela osobom wykonującym pomiary niezbędnego instruktażu, obejmującego między innymi przypomnienie zasad BHP, omówienie prac niezbędnych dla prawidłowego wykonania danej czynności oraz zasad ich dokumentowania. Kierujący Zespołem może sprawować nadzór nad przebiegiem prac przy pomocy środków łączności.
- 5.2.5 Realizacja pomiarów odbywa się według niniejszej instrukcji z uwzględnieniem instrukcji technologicznych (np. DTR, instrukcje obsługi itp.) opracowanych i dostarczonych przez producentów urządzeń ochrony przeciwkorozyjnej.
- 5.2.6 Wykonanie poszczególnych rodzajów pomiarów należy łączyć, w miarę możliwości, w ramach sesji pomiarowych.
- 5.2.7 W przypadku gdy pomiary wykonywane są przez wykonawców zewnętrznych, szczegółowy zakres prac zawarty jest w umowie/ zleceniu.

5.3 Wymagania w zakresie realizacji pomiarów okresowych.

- 5.3.1 Pomiary dla ogólnej oceny mają na celu ogólną weryfikację ochrony przeciwkorozyjnej i rozpoznawanie ewentualnych zakłóceń oraz nieprawidłowości w działaniu systemu ochrony przeciwkorozyjnej gazociągu.

Pomiary dla ogólnej oceny ochrony przeciwkorozyjnej wykonuje się we wszystkich punktach pomiarowych zlokalizowanych na trasie gazociągu. Zakres pomiarów obejmuje:

- pomiary potencjałów załączeniowych gazociągu,
- pomiary potencjałów załączeniowych i wyłączeniowych gazociągu,
- pomiary rozptyłu prądu w gazociągu (rezystancji przejścia odcinków),
- pomiary odizolowania stalowych rur otaczających (ochronnych, osłonowych, przeciskowych) od przewodu gazowego,
- pomiary działania układów ochrony katodowej zamontowanych wewnątrz rur ochronnych,
- pomiary działania złączy izolujących,
- pomiary odizolowania uziomów od gazociągu,
- pomiary oddziaływań ochrony katodowej gazociągu na obce konstrukcje metalowe,
- pomiary oddziaływań prądu przemiennego zgodnie z instrukcją
- pomiary oddziaływań prądów błędzących na trasie gazociągu,

- 5.3.2 Szczegółowe pomiary wykonuje się wówczas, gdy w wyniku pomiarów dla ogólnej oceny ochrony przeciwkorozyjnej nie ma pewności co do skuteczności ochrony w defektach powłoki izolacyjnej na całej trasie gazociągu.

Szczegółowe pomiary skuteczności ochrony przeciwkorozyjnej mają na celu sprawdzenie, czy w miejscach kontaktu stalowych powierzchni ze środowiskiem elektrolitycznym spełnione są kryteria ochrony katodowej wskazane w procedurze **P.02.O.30 „Eksploatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”**. Jeżeli przy pomocy odpowiednich metod pomiarowych i analitycznych wykaże się z dostatecznie dużym prawdopodobieństwem, że kryteria te są spełnione, ochronę przeciwkorozyjną uznaje się za skuteczną.

- 5.3.3 Szczegółowe pomiary skuteczności ochrony przeciwkorozyjnej wykonuje się przy wykorzystaniu różnych technik pomiarowych, właściwych dla danego odcinka/ gazociągu lub obiektu sieci przesyłowej, np.:

- Metoda pomiaru potencjału wyłączeniowego w punktach pomiarowych ma zastosowanie, gdy potencjały polaryzacji katodowej gazociągu w defektach powłoki są w przybliżeniu jednakowe (tzn. gdy gazociąg jest ułożony w możliwie jednorodnym gruncie, a defekty pokrycia nie są silnie zróżnicowane) i nie stwierdzono oddziaływań prądów błędzących oraz przemiennych.
Pomiary metodą wyłączeniową wykonuje się zgodnie z pkt. 5.3.11 niniejszej instrukcji.
- Pomiary z zastosowaniem elektrod symulujących/sond pomiarowych wykonuje się w przypadku oceny skuteczności ochrony katodowej gazociągów na niewielkich obszarach, w obecności oddziaływań prądów błędzących oraz w obszarach oddziaływania prądów ogniw galwanicznych z bliskich obcych elektrod.
Pomiary z zastosowaniem elektrod symulujących wykonuje się zgodnie z pkt. 5.3.12 niniejszej instrukcji.
- Pomiary z zastosowaniem czujników korozymetrycznych należy stosować w miejscach, gdzie trudno jest wykonać pomiary potencjałów E_{IRfree} lub gdy są one trudne do zinterpretowania, a w szczególności:

- gdy nie jest spełnione potencjałowe kryterium ochrony katodowej np. w gruntach wysokoomowych,
- gdy nie jest stosowana ochrona katodowa, a powłoki izolacyjne podziemnego uzbrojenia technologicznego nie są szczelne, np. na stacjach gazowych i tłoczniach gazu,
- gdy gęstość prądu przemiennego jest zbyt duża ($j_{AC} > 20 A/m^2$),
- na obszarach oddziaływań prądów błędzących,
- w stalowych rurach otaczających zwartych z układem rurowym gazociągu.

Pomiary z zastosowaniem czujników korozymetrycznych wykonuje się zgodnie z p. 5.3.21 niniejszej instrukcji.

- Pomiary intensywne wykonuje się tylko wtedy, gdy innymi metodami nie można ocenić skuteczności ochrony katodowej w defektach powłoki gazociągu.

Pomiary intensywne wykonuje się na gazociągach:

- z funkcjonującą ochroną katodową, o odpowiednio ujemnym potencjale załączeniowym,
- wyposażonych w punkty pomiarów elektrycznych,
- odseparowanych od innych konstrukcji podziemnych.

Pomiary intensywne wykonuje się zgodnie z pkt. 5.3.20 niniejszej instrukcji.

- 5.3.4 Rodzaje pomiarów dla ogólnej oceny, pomiarów dla szczegółowej oceny ochrony przeciwkorozyjnej oraz wymagane, minimalne częstotliwości ich wykonywania, na podstawie wymagań określonych w ST-IGG-0602:2022 dla gazociągów bez zdalnego monitoringu ochrony przeciwkorozyjnej zestawiono w tablicy 1 procedury **P.02.O.30 „Eksplatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”**.
- 5.3.5 W przypadku stosowania zdalnego monitoringu terenowe pomiary okresowe mogą być uproszczone. Rodzaj pomiarów zależy wówczas od rodzaju zastosowanego monitoringu.
- 5.3.6 W przypadku gazociągów w powłokach izolacyjnych o wysokim poziomie szczelności można stosować metodę oceny skuteczności ochrony katodowej na podstawie potencjału załączeniowego E_{on} i natężenia pobieranego prądu polaryzacji katodowej lub na podstawie potencjału załączeniowego i rezystancji przejścia odcinka/rurociągu, opisaną w ST-IGG-0602:2022 (zał. F).
- 5.3.7 W okresach pomiędzy wykonywaniem szczegółowych pomiarów skuteczności ochrony, ochronę należy oceniać na podstawie pomiarów dla ogólnej oceny ochrony przeciwkorozyjnej, odnosząc wyniki pomiarów do wartości wzorcowych (odnotowanych podczas wykonywania pomiarów dla szczegółowej oceny).
- 5.3.8 Pomiary potencjału załączeniowego (w ramach pomiarów dla ogólnej oceny) stosuje się przede wszystkim w celu kontroli działania ochrony katodowej. Pomiary potencjału załączeniowego stosuje się również na obszarach oddziaływań prądów błędzących oraz w zdalnym monitoringu.
- 5.3.9 Jeśli pomiary potencjałów załączeniowych poprzedzone są pomiarami skuteczności ochrony katodowej metodą odpowiednią dla danego odcinka/gazociągu (metodą wyłączeniową, metodą pomiarowo-obliczeniową stosowaną w pomiarach intensywnych, za pomocą elektrod symulujących/sond pomiarowych), podczas których wykonano pomiary potencjału załączeniowego gazociągu, to potencjały załączeniowe zmierzone w kolejnych pomiarach mogą dostarczać informacji o spełnieniu kryteriów ochrony katodowej gazociągu w defektach powłoki izolacyjnej. Jeśli za pomocą właściwych metod wykazano spełnienie kryteriów ochrony katodowej w defektach powłoki izolacyjnej przy potencjale załączeniowym o wartości E_{on} , to następne pomiary stwierdzające potencjał załączeniowy nie mniej ujemny niż E_{on} , dają podstawę do oceny, że w tych defektach (i w mniejszych) powłoki izolacyjnej nadal są

spełnione kryteria skutecznej ochrony katodowej (przy założeniu, że defekty te nie uległy powiększeniu).

5.3.10 Pomiary potencjału spoczynkowego.

- Pomiary potencjału spoczynkowego wykonuje się na gazociągach niechronionych katodowo/obiektach oraz na nowych gazociągach, przed uruchomieniem ochrony katodowej. Potencjał mierzy się we wszystkich punktach pomiarowych znajdujących się na trasie gazociągu, na kolumnach wydmuchowych rur ochronnych, na armaturze i cięgach rurowych znajdujących się ponad powierzchnią ziemi.

Pomiary wykonuje się względem stałej elektrody odniesienia Cu/nas.CuSO₄, zainstalowanej przy gazociągu lub względem elektrody przenośnej umieszczonej nad gazociągami. W rejonach, gdzie nie ma oddziaływania prądów błądzących wystarczy dokonać odczytów wartości chwilowych potencjału gazociągu. W rejonach oddziaływania prądów błądzących należy przeprowadzić dłuższą rejestrację potencjału gazociągu. Czas rejestracji powinien być uzależniony od charakteru oddziaływań prądów błądzących. Uzyskane wyniki należy uśrednić.

- Oprócz pomiarów potencjału spoczynkowego gazociągu, wykonuje się pomiary potencjału stalowych rur ochronnych i rur osłonowych, metalowych konstrukcji podziemnych znajdujących się w pobliżu gazociągu oraz metalowych konstrukcji podziemnych krzyżujących się z gazociągami.

Częstość próbkowania miernika (rejestratora) nie powinna być mniejsza niż 1 Hz.

Uwaga:

- W zależności od warunków gruntowych i rodzaju stali, potencjał spoczynkowy gazociągu, mierzony względem elektrody Cu/nas.CuSO₄, może się wahać w granicach – 0,2 V (wysokoomowe grunty piaszczyste) do – 0,8 V (grunty o niskiej rezystywności). Po uruchomieniu ochrony katodowej gazociągu, zmierzoną wartość potencjału spoczynkowego należy porównać się z potencjałem polaryzacji katodowej.

5.3.11 Pomiary potencjału załączeniowego i wyłączeniowego.

- Pomiary potencjału załączeniowego i potencjału wyłączeniowego wykonuje się na gazociągach/obiektach chronionych katodowo. W zależności od rodzaju pomiarów potencjał mierzy się we wszystkich lub w wybranych punktach pomiarowych.

W przypadku braku dostatecznej ilości dostępnych punktów pomiarowych, potencjał gazociągu można zmierzyć na nadziemnych elementach gazociągu. Potencjał wyłączeniowy mierzy się po czasie nie krótszym niż 100 ms i nie dłuższym niż 1000 ms od wyłączenia źródła (źródeł) prądu ochrony katodowej. Czas ten zależy od własności polaryzacji gazociągu i należy go dobrać w oparciu o jakości powłoki.

Pomiar wykonuje się względem stałej elektrody odniesienia Cu/nas.CuSO₄, zainstalowanej przy gazociągu lub względem elektrody przenośnej umieszczonej bezpośrednio nad gazociągami i/lub w ziemi odległej. W rejonach, gdzie nie ma oddziaływania prądów błądzących wystarczy dokonać odczytów wartości chwilowych potencjału gazociągu. W rejonach oddziaływania prądów błądzących należy przeprowadzić dłuższe rejestracje potencjału gazociągu. Czas rejestracji oraz częstość próbkowania powinny być uzależnione od charakteru oddziaływań prądów błądzących oraz od rodzaju badań, w ramach których wykonuje się pomiary potencjałów. Częstość próbkowania rejestratora należy dobrać do wymaganej dokładności pomiaru. W czasie pomiaru potencjału źródło

prądu ochrony katodowej powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3 s wyłącz lub podobnym. Jeżeli badany gazociąg jest polaryzowany prądem z kilku źródeł, to ich cykle załącz/wyłącz powinny być zsynchronizowane.

Uwaga:

- Pomiary potencjału wyłączeniowego w punktach pomiarowych na gazociągu mogą być podstawą oceny skuteczności ochrony katodowej gazociągu pod warunkiem, że gazociąg jest ułożony w możliwie jednorodnym gruncie, defekty izolacji nie są silnie zróżnicowane, a w gruncie występują spadki napięć wywołane jedynie przez prąd ochrony. Jeżeli powyższe warunki nie są spełnione potencjały wyłączeniowe dostarczają jedynie ogólnej informacji o polaryzacji katodowej w rejonie wykonywania pomiaru.

5.3.12 Pomiar potencjału z zastosowaniem elektrod symulujących.

- Pomiary potencjału z zastosowaniem elektrod symulujących wykonuje się w przypadku chronionych katodowo gazociągów, poddanych oddziaływaniom prądów błędzących oraz oddziaływaniom prądów ogniw galwanicznych z bliskich źródeł. Elektrode symulującą instaluje się na stałe na głębokości ułożenia konstrukcji lub umieszcza czasowo blisko gazociągu, w gruncie o podobnej rezystywności jak gazociąg. W obu przypadkach przewód od elektrody symulującej zwiera się z gazociągiem. Czas polaryzacji elektrody symulującej (1 dzień lub kilka tygodni) zależy od rodzaju i stanu izolacji gazociągu oraz od właściwości danego miejsca pomiarowego. Potencjał elektrody symulującej, zmierzony po jej odłączeniu od spolaryzowanego gazociągu, przyjmuje się jako potencjał wolny od składowej omowej. Ochrona katodowa jest skuteczna, jeżeli średnia wartość potencjału odłączeniowego spełnia potencjałowe kryterium ochrony katodowej.

Pomiar wykonuje się względem elektrody ($\text{Cu}/\text{nas. CuSO}_4$) zainstalowanej przy elektrodzie symulującej. Dopuszczalne jest ustawienie elektrody odniesienia na powierzchni ziemi nad elektrodą symulującą, jeżeli po odłączeniu elektrody symulującej od gazociągu, pomiędzy tą elektrodą a elektrodą odniesienia nie będą występować w ziemi istotne spadki napięcia. W rejonach, gdzie nie ma oddziaływania prądów błędzących wystarczy dokonać odczytów wartości chwilowych potencjału elektrody symulującej. W rejonach oddziaływania prądów błędzących należy przeprowadzić dłuższą rejestrację potencjału odłączeniowego. Czas pomiarów zależy od charakteru i intensywności prądów błędzących. Mierniki (rejestratory) potencjału powinny mieć klasę co najmniej 1,5 i rezystancję wewnętrzną co najmniej 10 MΩ. Częstość próbkowania rejestratora należy dobrać do wymaganej dokładności pomiaru. W czasie pomiaru potencjału odłączeniowego źródło prądu ochrony katodowej powinno być załączone.

Uwaga:

- Wyniki pomiarów potencjałów na elektrodach symulujących służą do określania skuteczności ochrony katodowej gazociągu na niewielkim obszarze wokół elektrody. Wyniki te mogą być odniesione do dłuższych odcinków gazociągu, jeżeli na tym odcinku występuje jednorodny grunt, istniejące defekty izolacji są mniejsze od powierzchni elektrody symulującej i nie zmienia się znacząco potencjał załączeniowy gazociągu.
- W przypadku gazociągów pokrytych złej jakości powłokami bitumicznymi, wokół których wytworzone jest cylindryczne lub lokalne elektryczne pole (katodowe), zmierzony potencjał będzie zawierał składową IR wywołaną przez prąd ochrony katodowej wpływający do gazociągu. Także w przypadku jednoczesnego

odłączenia elektrody symulującej i wyłączenia stacji katodowych będzie występować składowa IR wywołana przez prądy wyrównawcze.

5.3.13 Pomiary rozptywu prądu w gazociągu.

- Pomiary rozptywu prądów eksploatacyjnych wykonuje się w przypadku, gdy:
 - natężenie prądu w gazociągu jest możliwe do zmierzenia,
 - oddziaływania prądów błądzących nie powodują w czasie wykonywania pomiarów istotnych zmian rezystancji przejścia pododcinków gazociągu względem ziemi.

W przeciwnym przypadku należy wykonać pomiary rezystancji przejścia pododcinków gazociągu przy zwiększonym prądzie polaryzacji.

- Pomiary rozptywu prądu wykonuje się na gazociągach wyposażonych w tzw. prądowe punkty pomiarowe („skalowane” lub „nieskalowane”). W punktach pomiarowych prądowych mierzy się spadek napięcia wywołany przepływem prądu ochrony katodowej na odcinku gazociągu o znanej długości. W zależności od średnicy gazociągu oraz od wielkości spodziewanych wartości prądu, odcinki pomiarowe mają długość 10 – 100m. Natężenie prądu wyznacza się metodą pośrednią z prawa Ohma.
- W punktach prądowych „nieskalowanych” rezystancję odcinka pomiarowego o długości (l) wyznacza się ze wzoru:

$$R_l = \frac{\rho_s}{\pi \cdot (D - d) \cdot d} \cdot l \quad [\Omega]$$

gdzie ρ_s - rezystywność stali ($0,17 \div 0,283 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$), D – średnica zewnętrzna gazociągu (mm), d – grubość ścianki (mm),

- Rezystancję odcinka gazociągu w punkcie prądowym „skalowanym” określa się po podłączeniu do gazociągu zewnętrznego źródła prądu stałego. Wartość prądu (ΔI_s) mierzy się między dwoma zewnętrznymi przewodami przyłączonymi do gazociągu; pomiar spadku napięcia (ΔU_s) wykonuje się podłączając miernik między dwa przewody wewnętrzne. Źródło prądu zatacza się i wyłącza cyklicznie. Rezystancję oblicza się ze wzoru:

$$R_s = \frac{\Delta U_s}{\Delta I_s} \quad [\Omega],$$

Dla uproszczenia obliczeń natężenia prądu w punkcie pomiarowym, stosuje się tzw. stałą skalowania (c), określającą przewodność odcinka gazociągu.

Korzystając ze znanych wartości stałych skalowania lub z obliczonych wartości rezystancji odcinków pomiarowych, przelicza się zmierzone spadki napięć (ΔU) na prądy płynące w gazociągu.

Prąd na odcinku pomiarowym w punkcie „skalowanym” wyznacza się ze wzoru:

$$I = c \cdot \Delta U \quad [mA], \text{ gdzie } c = \frac{10^3}{R_s} \left[\frac{mA}{\mu V} \right]$$

Podczas pomiarów rozptywu prądu stacja ochrony katodowej powinna pracować w trybie galwanostatu, przy przerywanym sygnale wyjściowym w cyklu 12 s zatacz/ 3 s wyłącz lub podobnym. Pozostałe źródła prądu ochrony katodowej mogą być odłączone lub przerywane kolejno według zasady superpozycji.

Pomiar spadku napięcia wykonuje się za pośrednictwem mikrowoltomierza o minimalnym zakresie i dokładności pomiaru dobranej do mierzonej wartości. Do wyliczenia wartości prądu należy przyjąć średnią wartość różnicy pomiędzy spadkami napięcia zarejestrowanymi przy włączonym i wyłączonym prądzie ochrony katodowej.

- Jednostkową rezystancję przejścia izolacji (r_p) odcinka gazociągu można wyznaczyć znając wartości prądu ochrony katodowej płynącego w gazociągu pomiędzy dwoma kolejnymi punktami prądowymi. W tym celu podczas rejestrowania wartości spadku napięcia w gazociągu jednocześnie rejestruje się potencjał gazociągu przy załączonej polaryzacji katodowej (E_{on}) i przy wyłączonej polaryzacji katodowej (E_{off}). Rezystancję oblicza się z następującego wzoru:

$$r_p = \frac{\frac{\Delta E_1 + \Delta E_2}{i_1 - i_2}}{2} \cdot S \quad [\Omega m^2]$$

$\Delta E_1 = E_{1on} - E_{1off}$ - składowa omowa potencjału na początku odcinka pomiarowego, [V]

$\Delta E_2 = E_{2on} - E_{2off}$ - składowa omowa potencjału na końcu odcinka pomiarowego, [V]

i_1 - prąd płynący w gazociągu na początku odcinka pomiarowego, [A]

i_2 - prąd płynący w gazociągu na końcu odcinka pomiarowego, [A]

S - powierzchnia zewnętrzna odcinka gazociągu między punktami pomiarowymi, [m²]

Do obliczeń można przyjąć wartości średnie np. 10 cykli pomiarowych. W rejonach, gdzie nie występują prądy błądzące (gdy wskazania mikrowoltomierza są stabilne), dopuszcza się wykonanie pomiarów rozptywu prądu bez rejestracji, tylko na podstawie odczytów z przyrządów. W strefach oddziaływań prądów błądzących czas rejestracji powinien być odpowiednio długi. Decyzję o czasie rejestracji powinien podejmować Kierujący zespołem w zależności od skali oddziaływań prądów błądzących.

Uzyskane wyniki jednostkowej rezystancji przejścia izolacji porównuje się z kryteriami ustalonymi podczas odbioru gazociągu oraz z wynikami poprzednich pomiarów.

5.3.14 Pomiary odizolowania stalowych rur otaczających od gazociągu.

- Badania odizolowania stalowych rur otaczających od gazociągu wykonuje się przy rurach wyposażonych w punkty pomiarowe, do których wyprowadzone są przewody pomiarowe od rur i gazociągu, oraz przy rurach otaczających posiadających kolumny wentylacyjne. Badania te mają na celu wykrycie połączeń galwanicznych i elektrolitycznych pomiędzy rurami i gazociągami. W przypadku braku wyprowadzenia przewodu pomiarowego od rury otaczającej pomiar można wykonać bezpośrednio na kolumnie wentylacyjnej rury.
- Badanie połączeń galwanicznych polega na pomiarze rezystancji pomiędzy stalową rurą otaczającą i rurą gazową za pomocą miernika rezystancji uziemień. Jeżeli wartość rezystancji rura-gazociąg jest mniejsza od 0,5 Ω , świadczy to o galwanicznym połączeniu między badanymi konstrukcjami.

Sprawdzenie połączenia elektrolitycznego wykonuje się poprzez jednoczesny pomiar potencjału gazociągu i rury otaczającej. Pomiary zmian potencjałów rur otaczających powinny być wykonywane przede wszystkim względem wyniesionej, elektrody odniesienia, szczególnie na starych gazociągach. Jeśli układ rura produktowa/rura otaczająca nie jest wyposażony w punkt pomiarów elektrycznych i wykorzystuje się rurę wydmuchową, to pomiar bezwzględnie należy wykonywać względem wyniesionej elektrody. Pomiar potencjałów obydwu konstrukcji względem stałych elektrod odniesienia Cu/nas.CuSO₄ zakopanych blisko badanych konstrukcji lub względem elektrod przenośnych Cu/nas.CuSO₄ ustawionych w ziemi bliskiej jest pomiarem uzupełniającym. W sytuacji, gdy w rurze otaczającej jest zamontowana elektroda cynkowa, to należy ją wykorzystać w badaniach połączenia elektrolitycznego. Źródło prądu polaryzacji gazociągu powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3 s wyłącz lub podobnym. Na starych gazociągach badanie należy wykonać przy zwiększonym prądzie ochrony katodowej. Zaleca się rejestrowanie mierzonych wartości potencjałów przy użyciu dwukanałowego rejestratora klasy minimum 1,5, o rezystancji wewnętrznej minimum 10 MΩ, próbkującego z częstotliwością dobraną do wymaganej dokładności pomiaru.

Uwaga:

- Potencjał rury otaczającej nie powinien się zmieniać przy załączaniu i wyłączaniu źródła polaryzacji. Jeżeli potencjał rury otaczającej w czasie przerywania źródła prądu polaryzacji katodowej zmienia się w kierunku elektrododatnim lub w kierunku elektroujemnym, należy przeanalizować wpływ na wyniki pomiarów ewentualnych potencjałowych stożków anodowych od uziomów anodowych oraz potencjałowych stożków katodowych od defektów izolacji.
- W przypadku rur otaczających połączonych celowo z uziomami w celu doprowadzenia prądu ochrony katodowej do odcinka gazociągu znajdującego się wewnątrz rury, należy kontrolować wielkość prądu płynącego w obwodzie rura - uziom i rura - gazociąg. Natężenie prądu mierzy się za pomocą mierników (rejestratorów) klasy minimum 1,5. W przypadku małych wartości prądu wskazany jest odczyt spadku napięcia na rezystorze o znanej wartości. Woltomierz powinien mieć klasę minimum 1,5 i oporność wejścia minimum 10 MΩ.

5.3.15 Pomiary działania złączy izolujących.

- Badanie działania złączy izolujących wykonuje się w punktach pomiarowych zainstalowanych przy złączach izolujących.
- Jeżeli punkt pomiarowy przy złączu umożliwia pomiar spadku napięcia na rurze bezpośrednio przed lub bezpośrednio za złączem izolującym, to taki pomiar jest podstawowym pomiarem badania złączy. Źródło polaryzacji gazociągu powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3s wyłącz lub podobnym. Jeżeli złącze ma upływność to część prądu przepłynie przez złącze i na gazociągu będzie możliwy pomiar spadku napięcia. W przeciwnym razie otrzymamy wartość zero. Wskazane jest rejestrowanie mierzonych wartości przy użyciu rejestratorów o klasie minimum 1,5 i rezystancji wewnętrznej minimum 10 MΩ, próbkujących z częstością dobraną do wymaganej dokładności pomiaru.
- Jeżeli w punkcie pomiarowym przy złączu izolującym nie ma możliwości pomiaru spadku napięcia w gazociągu, to należy wykonać pomiar potencjału gazociągu po obydwu stronach złącza. Potencjał mierzy się względem stałych elektrod odniesienia Cu/nas.CuSO₄ zainstalowanych przy gazociągu na głębokości jego ułożenia lub względem elektrod przenośnych ustawionych na powierzchni ziemi nad osią gazociągu i w ziemi oddalonych. W rejonach oddziaływania prądów

błądzących należy wykonać dłuższą rejestrację potencjału gazociągu. Podczas pomiarów źródło prądu polaryzacji powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3s wyłącz lub podobnym. Zaleca się jednoczesne rejestrowanie mierzonych wartości potencjałów przy użyciu rejestratorów o klasie minimum 1,5 i rezystancji wewnętrznej minimum 10 MΩ, próbujących z częstością dobraną do wymaganej dokładności pomiaru.

Uwaga:

- Potencjał za złączem izolującym nie powinien się zmieniać przy załączaniu i wyłączaniu źródła polaryzacji. Jeżeli potencjał ten w czasie przerywania źródła prądu polaryzacji katodowej zmienia się w kierunku elektrododatnim lub w kierunku elektroujemnym, należy przeanalizować wpływ na wyniki pomiarów ewentualnych potencjałowych stożków anodowych od uziomów anodowych oraz potencjałowych stożków katodowych od defektów izolacji.
- Jeżeli po obydwu stronach złącza rejestruje się takie same (lub podobne) wartości potencjałów co do wielkości i znaku, to złącze może mieć zwarcie wewnętrzne lub zwarcie omowe spowodowane przez elementy zewnętrzne. Mogą to być uszkodzone odgromniki zewnętrzne, listwy zaciskowe, przewody itp. Zwarcie zewnętrzne może być spowodowane również przez układy nie związane ze złączem (np. uziomy).

5.3.16 Pomiary odizolowania gazociągu od uziomów i obcych konstrukcji.

- Badanie odizolowania gazociągu od uziomów i obcych konstrukcji wykonuje się w punktach pomiarowych znajdujących się w pobliżu uziomu (obcej konstrukcji).

Badanie polega na równoczesnym pomiarze potencjału gazociągu i uziomu (obcej konstrukcji), względem przenośnych elektrod odniesienia Cu/nas.CuSO₄ ustawionych odpowiednio nad gazociągami, w pobliżu uziomu (obcej konstrukcji) oraz w ziemi dalekiej. W czasie pomiarów źródło prądu polaryzacji gazociągu powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3 s wyłącz lub podobnym. W rejonach oddziaływania prądów błędzących należy przeprowadzić dłuższą rejestrację potencjału gazociągu i uziomu (obcej konstrukcji). Czas rejestracji zależy od charakteru oddziaływań prądów błędzących.

Zaleca się rejestrowanie mierzonych wartości potencjałów przy użyciu dwukanałowego rejestratora klasy minimum 1,5, o rezystancji wewnętrznej minimum 10 MΩ, próbującego z częstotliwością dobraną do wymaganej dokładności pomiaru.

Uwaga:

- Zmiany potencjału uziomu (obcej konstrukcji) rzędu kilkudziesięciu lub kilkuset mV w kierunku elektroujemnym przy włączaniu prądu polaryzacji katodowej mogą świadczyć o występowaniu połączeń elektrycznych pomiędzy gazociągami a uziomem (obcą konstrukcją). Należy uwzględnić wpływ na wyniki pomiarów ewentualnych potencjałowych stożków katodowych lub anodowych.

5.3.17 Pomiary oddziaływania ochrony katodowej gazociągu na metalowe konstrukcje podziemne.

- Badania dokonuje się w blisko położonych punktach pomiarowych na gazociągu i na obcej konstrukcji, względnie w punktach wspólnych.

Oddziaływanie sprawdza się przez pomiar potencjału konstrukcji, względem stałej lub przenośnej elektrody odniesienia Cu/nas.CuSO₄. Elektrode przenośną należy umieścić nad konstrukcją i/lub w ziemi odległej. Źródło prądu oddziaływania powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3s wyłącz lub podobnym. Zaleca się

rejestrację potencjału w czasie około 10 minut przy użyciu rejestratora o klasie minimum 1.5, rezystancji wewnętrznej minimum 10 MΩ próbującego z częstotliwością dobraną do wymaganej dokładności pomiaru.

Pomiary powinny być wykonane przy bieżącej nastawie prądu polaryzacji. Pomiary należy powtórzyć po zwiększeniu prądu polaryzacji gazociągu w stopniu, który może spowodować wystąpienie szkodliwych oddziaływań na obce konstrukcje.

Dopuszcza się oddziaływanie ochrony katodowej gazociągów na sąsiednie metalowe konstrukcje podziemne polegające na przesunięciu potencjałów ΔE tych konstrukcji w kierunku wartości elektrododatnich pod warunkiem, że te przesunięcia będą mniejsze niż dopuszczalne. Dopuszczalne przesunięcia potencjałów obcych metalowych konstrukcji podziemnych nie chronionych katodowo przedstawiono w tabelicy 1 w procedurze **P.02.O.30 „Eksploatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”**.

W przypadku obcych metalowych konstrukcji podziemnych z ochroną katodową oddziaływania ochrony katodowej gazociągów są niedopuszczalne, jeśli powodują one przesunięcie potencjałów bez składowej IR tych konstrukcji poza zakres potencjałów ochronnych.

5.3.18 Pomiary oddziaływania prądu przemiennego na gazociąg.

- Pomiary oddziaływania prądu przemiennego na gazociąg wykonuje się w punktach pomiarowych położonych w pobliżu skrzyżowań gazociągów z liniami elektroenergetycznymi wysokiego napięcia oraz w punktach pomiarowych położonych na odcinkach równoległego przebiegu gazociągu z liniami elektroenergetycznymi wysokiego napięcia. Pomiary należy wykonywać również na odcinkach przyległych do wymienionych oraz w innych miejscach, gdzie z uwagi na konfigurację gazociągu, usytuowanie złączy izolujących, rezystywność gruntu, takie zagrożenie mogłoby wystąpić.

Pomiary mają na celu określenie skutków potencjałowych i korozyjnych oddziaływania linii elektroenergetycznej na gazociąg. Miarą zagrożenia gazociągu korozją powodowana przez prąd przemienny jest gęstość prądu przemiennego na powierzchni defektu w powłoce ochronnej gazociągu.

- Gęstość prądu przemiennego (j_{AC}) w defektach powłoki gazociągu można oszacować korzystając ze wzoru:

$$j_{AC} = \frac{226 \cdot U_{ac}}{\rho} \quad [A/m^2],$$

gdzie U_{ac} – wartość skuteczna napięcia przemiennego [V],

ρ – rezystywność gruntu na głębokości gazociągu [Ωm]

Pomiar wartości skutecznej napięcia przemiennego gazociągu wykonuje się względem stalowego uziomu prętowego umieszczonego w ziemi dalekiej. Do pomiaru napięcia przemiennego stosuje się rejestrator o zakresie częstotliwości pomiaru od 15-60 Hz, klasie dokładności co najmniej 1,5 i rezystancji wewnętrznej minimum 10 MΩ.

- Gęstość prądu przemiennego wyznacza się wykonując pomiary z użyciem elektrod symulujących.

Elektrody symulujące powinny być zainstalowane w miejscach, w których z uwagi na występujące napięcie przemienne i rezystywność gruntu można się spodziewać

prądów przemiennych o zbyt dużych gęstościach. Na czas pomiarów elektrodę symulującą o powierzchni około 1cm^2 łączy się z gazociągiem poprzez amperomierz, na którym odczytuje się wielkość natężenia prądu przemiennego płynącego między ziemią a elektrodą.

Zaleca się użycie rejestratorów do równoczesnego zapisu wartości skutecznej napięcia przemiennego między gazociągiem i ziemią daleką, prądu przemiennego w obwodzie gazociąg – elektroda symulująca oraz potencjału odłączeniowego elektrody symulującej (względem elektrody Cu/nas.CuSO₄). Rejestracje powinny być wykonywane w okresie zwiększonego obciążenia linii WN.

Uwaga:

- Zagrożenie korozją wywołaną oddziaływaniem prądu przemiennego jest prawdopodobne w miejscach, w których gęstość prądu przemiennego na powierzchni gazociągu jest większa niż 20 A/m^2 i nie jest spełnione kryterium skuteczności ochrony katodowej
- Duże zagrożenie od prądów przemiennych może wystąpić na powierzchni małych defektów w powłoce ochronnej, położonych w gruncie o bardzo małej rezystywności oraz w gruncie o $\text{PH} > 10$.

5.3.19 Pomiary oddziaływania prądów błędzących na gazociąg.

- Badanie oddziaływania prądów błędzących wykonuje się w punktach pomiarowych na gazociągu w miejscach skrzyżowań z trakcją elektryczną prądu stałego, zbliżeń gazociągu do trakcji elektrycznej oraz w innych miejscach na trasie gazociągu, gdy zachodzi taka potrzeba.
- W pobliżu torów trakcji elektrycznej prądu stałego należy wykonać pomiary korelacyjne, tj. równoczesną rejestrację potencjału gazociągu i napięcia gazociąg-szyna. Jeżeli na gazociągu są zainstalowane sondy pomiarowe, wskazane jest synchroniczne wykonywanie pomiarów korelacyjnych oraz potencjału sondy i prądu w obwodzie sonda - gazociąg. W przypadku gazociągów pokrytych powłokami wysokiej jakości, może zaistnieć potrzeba wykonania synchronicznych pomiarów potencjałów gazociągu w kilku punktach pomiarowych znacznie oddalonych od torów, przy jednoczesnej rejestracji napięcia gazociąg-szyna.

Pomiary korelacyjne potencjału i napięcia gazociąg-szyna można uzupełnić równoczesnym pomiarem spadku napięcia w gazociągu, jeżeli są na nim zainstalowane tzw. prądowe punkty pomiarowe.

Pomiary korelacyjne wykonuje się przy użyciu dwukanałowego rejestratora o klasie dokładności minimum 1,5 i rezystancji wewnętrznej minimum $10\text{ M}\Omega$. Podczas pomiarów można stosować również multimetry rejestrujące, pod warunkiem synchronicznej rejestracji mierzonych wartości. Pomiar spadku napięcia w gazociągu wykonuje się mikrowoltomierzem o minimalnym zakresie pomiarowym $0\text{--}10\mu\text{V}$.

Długość okresu rejestracji oraz częstość próbkowania powinny być dobrane stosownie do źródła prądów błędzących. Dla trakcji kolejowej zaleca się rejestrację całodobową

z częstością próbkowania 1 Hz (co 1 s). Dla trakcji tramwajowej należy wykonać rejestracje co najmniej jednogodzinne z częstością próbkowania 2 Hz (co $0,5\text{ s}$).

Pomiar potencjału gazociągu wykonuje się względem stałej elektrody odniesienia Cu/nas.CuSO₄ lub względem elektrody przenośnej Cu/nas.CuSO₄ ustawionej nad gazociągiem i/lub w ziemi odległej (w zależności od decyzji Kierującego zespołem).

Pomiary wykonuje się przy załączonej ochronie katodowej lub podczas przerywania prądu ochrony katodowej. Dla porównania wyników można również wykonać pomiary przy odłączonym źródle prądu ochrony katodowej. Źródło prądu ochrony katodowej powinno pracować w takcie 12 s załącz / 3 s wyłącz lub podobnym. Jeżeli odcinek gazociągu jest polaryzowany prądami z kilku źródeł, to ich cykle załącz / wyłącz powinny być zsynchronizowane.

Uwaga:

- Badania oddziaływania prądów błądzących mają na celu wyznaczenie stref katodowych (wpływu prądu do gazociągu) i anodowych (wyptywu prądu z gazociągu). Badania te pozwalają także ustalić zakres zmian potencjałów w poszczególnych miejscach gazociągu oraz długości okresów, w których mogą być niespełnione kryteria skuteczności ochrony katodowej.

5.3.20 Pomiary intensywne.

- Pomiary intensywne wykonuje się w celu określenia skuteczności ochrony katodowej w miejscach kontaktu stalowych powierzchni gazociągu ze środowiskiem elektrolitycznym. Decyzja o przeprowadzeniu tych pomiarów wynika z oceny zagrożenia korozyjnego konstrukcji podziemnej. Pomiary intensywne wykonuje się tylko wtedy, jeżeli innymi metodami nie można ocenić skuteczności ochrony katodowej w defektach izolacji.
- Wolne od składowej omowej potencjały na granicy faz metal-elektrolit, mogą być obliczone tylko po lokalizacji miejsc uszkodzeń powłoki, po pomiarach potencjałów załączeniowych i wyłączeniowych wykonanych nad epicentrum defektu oraz gradientów potencjału na powierzchni ziemi. Podczas tych pomiarów niezbędne jest synchroniczne przetaczanie stacji ochrony katodowej. Zalecana częstotliwość pracy stacji ochrony katodowej podczas wykonywania pomiarów intensywnych wynosi 12 s załącz / 3 s wyłącz (lub o podobnym stosunku załącz/wyłącz). Potencjał wyłączeniowy mierzy się po czasie nie krótszym niż 100 ms i nie dłuższym niż 1000 ms od wyłączenia źródła (źródeł) prądu ochrony katodowej. Czas ten zależy od własności polaryzacji gazociągu.
- Do pomiarów wykorzystuje się 2 lub 3 elektrody odniesienia Cu/nas.CuSO₄. W metodzie 2-elektrodowej jedną elektrodę umieszcza się bezpośrednio nad osią gazociągu, w miejscu stwierdzonego defektu izolacji, drugą elektrodę odniesienia - prostopadle do gazociągu, w odległości np. 10m. W metodzie 3-elektrodowej mierzy się synchronicznie wartość potencjału nad defektem i dwa stożki napięciowe w lewo i na prawo od rurociągu. Metodę 3-elektrodową stosuje się przy braku symetrii gradientów mierzonych w dwóch prostopadłych kierunkach od osi rurociągu. Pozwala ona np. na wyeliminowanie wzajemnych oddziaływań stożków pochodzących od dwóch równoległych gazociągów. Metodę tę stosuje się również w przypadku oddziaływań prądów błądzących na gazociąg.

Potencjał (E_p) wolny od składowej omowej oblicza się ze wzoru:

$$E_p = E_{of} - \frac{\Delta E1_{off} + \Delta E2_{off}}{(\Delta E1_{on} + \Delta E2_{on}) - (\Delta E1_{off} + E2_{off})} (E_{on} - E_{off}) \quad [V]$$

E_{on} - potencjał załączeniowy gazociągu,

E_{off} - potencjał wyłączeniowy gazociągu,

ΔE_{on} - gradient załączeniowy gazociągu, (1-lewy i 2-prawy)

ΔE_{off} - gradient wyłączeniowy gazociągu, (1-lewy i 2-prawy)

Wyniki zmierzonych wartości potencjałów załączeniowych i wyłączeniowych oraz gradientów potencjałów załączeniowych i wyłączeniowych nad defektami izolacji, zapisuje się w tabelach i na ich podstawie przeprowadza się obliczenia potencjału E_p . Przy ocenie wyników pomiarów należy przeprowadzić analizę błędu spowodowanego przez elektrody odniesienia.

Dla oceny i dokumentacji pomiarów intensywnych sporządza się wykresy przebiegu gradientów potencjału rurociąg - ziemia i spadków napięcia wzdłuż rurociągu. W przypadku stosowania rejestratorów wyposażonych w odpowiednie oprogramowanie do analizy pomiarów intensywnych, wyniki otrzymuje się w postaci gotowych wydruków tabel i wykresów mierzonych wartości w funkcji odległości. Wykresy te pozwalają na wizualną kontrolę potencjału rurociąg - ziemia i stozków napięciowych od defektów izolacji.

Do wykonania pomiarów intensywnych używa się wielokanałowych rejestratorów o rezystancji rzędu $M\Omega$ lub kilku rejestratorów jedno- lub dwu-kanałowych zsynchronizowanych między sobą. Rezystancja przejścia elektrod odniesienia nie powinna być zbyt duża w stosunku do rezystancji wejściowej mierników.

Wyniki pomiarów intensywnych powinien oceniać specjalista ds. ochrony przeciwkorozyjnej.

Uwaga:

- Metoda pomiarów intensywnych jest wykorzystywana przede wszystkim do oceny skuteczności ochrony katodowej gazociągów w powłokach niezbyt dobrej jakości po uprzednim zlokalizowaniu defektów powłoki np.: metodą DCVG. Na gazociągach o złej jakości powłoki należy zastosować metodę tzw. „scanningu intensywnego” z określonym krokiem pomiarowym. Na nowych gazociągach posiadających dobrej jakości powłoki 3LPE metoda ta nie może być stosowana.

5.3.21 Pomiary korozymetryczne

1. Po dotarciu ekipy pomiarowej do punktu pomiarów elektrycznych wyposażonego w czujnik/czujniki korozymetryczne, należy odnotować typ/nr punktu, jego lokalizację, obiekt, na którym jest usytuowany, datę wykonywania pomiarów, numer czujnika korozymetrycznego.
2. W przypadku konstrukcji chronionych katodowo, przed wykonaniem właściwych pomiarów korozymetrycznych należy wykonać pomiary natężenia prądu polaryzacji pobieranego przez element eksponowany czujnika, potencjału załączeniowego, potencjału odłączeniowego E_{IRfree} elementu eksponowanego czujnika – jeśli stosowany korozymetr nie realizuje automatycznie tych pomiarów.
3. W przypadku czujników korozymetrycznych zamontowanych na stacjach gazowych bez ochrony katodowej, przed wykonaniem właściwych pomiarów korozymetrycznych powinny być wykonane pomiary natężenia prądu d.c. płynącego pomiędzy elementem eksponowanym czujnika a konstrukcją, z odnotowaniem kierunku tego prądu, pomiary potencjału korozyjnego elementu eksponowanego czujnika przyłączonego do konstrukcji i potencjału elementu eksponowanego czujnika po odłączeniu od konstrukcji.
4. Pomiary korozymetryczne należy wykonywać zgodnie z instrukcją korozymetru, po odłączeniu czujnika od konstrukcji (patrz p.5).

5. Jeśli stosowany korozymetr, oprócz właściwych pomiarów korozymetrycznych wykonuje pomiary innych wielkości, np. potencjału załączeniowego i odłączeniowego elementu ekspozowanego czujnika, to przed odłączeniem tego elementu od konstrukcji należy połączyć odpowiednie zaciski korozymetru z konstrukcją i z elektrodą odniesienia (względem której wykonuje się pomiary potencjałów) oraz głowicę kabla pomiarowego korozymetru (gniazdo) z głowicą kabla czujnika (z wtyczką).
6. Łącząc głowicę kabla pomiarowego korozymetru z głowicą kabla pomiarowego czujnika należy zwracać szczególną uwagę, aby bolce wtyczki były spasowane z otworami gniazda. Łącząc (skręcając) i rozłączając (rozkręcając) głowice należy odpowiednio trzymać głowicę kabla korozymetru, aby nie uległa ona rozkręceniu i nie spowodowało to uszkodzeń żył kabla.
7. Jeśli pomiary korozymetryczne polegają na kolejnych pomiarach wartości chwilowych parametru „ratio”, to należy dokonać odczytów co najmniej czterdziestu kolejnych wyników.
8. Jeśli korozymetr wykonuje pomiary automatycznie w trybie rejestracji w przedziale czasu, należy odnotować ten czas.
9. Jeśli korozymetr wykonuje pomiary automatycznie przez określony przedział czasu, a następnie wyniki pomiarów i obliczeń wykonanych przez przyrząd są wyświetlane, bez zapamiętywania ich w pamięci miernika, to należy odnotować te wyniki. Należy przeprowadzić co najmniej 4 cykle pomiarowe w tym przypadku.
10. W każdym przypadku czujnika umieszczonego w ziemi, którego element ekspozowany polaryzowany jest katodowo, oprócz pomiarów wg p. 2 należy wykonać pomiary rezystancji przejścia (uziemia) elektrody ekspozowanej czujnika względem ziemi.
11. Jeśli badany czujnik korozymetryczny jest zamontowany w ziemi w celu monitorowania zagrożenia korozją prądu przemiennopiętrowego, to oprócz pomiarów wg p. 2, 3 i 10 należy wykonać pomiary napięcia przemiennego pomiędzy konstrukcją a ziemią odniesienia oraz natężenia prądu przemiennego płynącego pomiędzy elementem ekspozowanym czujnika a konstrukcją.
12. W przypadku czujników korozymetrycznych zamontowanych w rurach otaczających, które nie są wypełnione masą izolującą, oprócz właściwych pomiarów korozymetrycznych, powinny być wykonane pomiary:
 - natężenia prądu d.c. płynącego pomiędzy elementem ekspozowanym czujnika a rurociągiem, z odnotowaniem kierunku prądu; (w sytuacji, gdy taktowana jest ochrona katodowa – dla załączonej i dla wyłączonej ochrony katodowej),
 - potencjałów rurociągu i rury otaczającej,
 - natężenia prądu a.c. płynącego pomiędzy elementem ekspozowanym czujnika a rurociągiem, jeśli w tym miejscu rurociąg poddany jest oddziaływaniom prądu przemiennego,
 - napięcia a.c. pomiędzy rurociągiem a ziemią odniesienia, jeśli w badanym miejscu rurociąg poddany jest oddziaływaniom prądu przemiennego,
 - napięcia elektrycznego d.c. pomiędzy elementem ekspozowanym czujnika a rurociągiem oraz pomiędzy tym elementem a rurą otaczającą (w stanie, gdy element ekspozowany nie jest przyłączony do rurociągu lub po jego odłączeniu na czas pomiarów),
 - rezystancji pomiędzy elementem ekspozowanym czujnika a rurociągiem i rurą otaczającą, jw.,
 - rezystancji i napięcia d.c. pomiędzy rurociągiem a rurą otaczającą,
 - potencjałów rurociągu i rury otaczającej,

13. Zakres pomiarów towarzyszących pomiarom korozymetrycznym, w zależności od sytuacji miejscowej może być inny niż podany w powyższych punktach.

5.4 Kwalifikacje personelu

5.4.1 Kwalifikacje personelu określono w procedurze **P.02.O.30 „Eksplatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”**.

5.5 Wymagania sprzętowe

- korozymetr rezystancyjny o dokładności nie gorszej niż 0,1%, mogący współpracować z czujnikami do zastosowań podziemnych o standardowych grubościach np. 0,5mm, 1mm.
- miernik rezystancji uziemień o zakresie pomiarowym nie mniejszym niż 100 kΩ,
- miernik napięcia stałego o rezystancji wewnętrznej nie mniejszej niż 10 MΩ,
- miernik napięcia przemiennego o rezystancji wewnętrznej j.w.,
- miernik natężenia prądu stałego (miliamperomierz), umożliwiający pomiary natężeń rzędu mikroamperów, o rezystancji wewnętrznej nie większej niż 500 Ω dla zakresu mikroamperów i nie więcej niż 1 Ω dla zakresu miliamperów,
- miernik natężenia prądu przemiennego (miliamperomierz) o rezystancji wewnętrznej nie większej niż j/w,
- zeroamperomierz lub mikrowoltomierz z bocznikiem pomiarowym.

5.6 Zakończenie pomiarów

5.6.1 O zakończeniu pomiarów decyduje Kierujący zespołem

5.6.2 W zależności od celu i zakresu pomiarów Kierujący zespołem sporządza protokół „*Protokół z wykonania pomiarów dla ogólnej/szczegółowej ochrony przeciwkorozyjnej*” zgodnie ze wzorem zamieszczonym w załączniku nr Z.I.02.O.30.01-01 do niniejszej instrukcji lub „*Protokół z wykonania pomiarów w wybranych miejscach*”, zgodnie ze wzorem zamieszczonym w załączniku nr Z.I.02.O.30.01-02 odpowiedni do zakresu prac.

5.6.3 Protokół jest przedkładany Odpowiedzialnemu za eksploatację sieci przesyłowej lub osobie przez niego upoważnionej, która go sprawdza i podpisuje akceptując w ten sposób wykonanie prac pod względem zakresu i jakości.

5.6.4 Protokoły z wykonanych pomiarów są uwzględniane w rocznej ogólnej/szczegółowej ocenie ochrony przeciwkorozyjnej, zgodnie z zapisami w procedurze **P.02.O.30 „Eksplatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”**.

5.6.5 Skany zatwierdzonych protokołów należy wprowadzić do systemu EAM dokumentującego wykonanie zleceń.

5.6.6 Oryginały wyżej wymienionych „Protokołów” przechowywane są w Dziale odpowiedzialnym za eksploatację przez 2 lata od momentu zakończenia sprawy, następnie przekazywane są do Filii Archiwum Zakładowego na zasadach określonych w Instrukcji Kancelaryjnej Spółki.

5.7 Wymagania BHP.

5.7.1 W czasie prowadzenia pomiarów należy przestrzegać wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony środowiska, określonych w odrębnych przepisach oraz wymagań określonych w p. 5.15 procedury **P.02.O.30 „Eksplatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”**.

6 Informacje dodatkowe

Wszelkie zmiany do niniejszej instrukcji należy wprowadzać zgodnie z zasadami opisanymi w procedurze **P.01.001 „Procedury i instrukcje – forma oraz zawartość”**.

Badanie skuteczności działań opisanych w niniejszej instrukcji oraz kontrolę przestrzegania instrukcji prowadzi się w drodze audytów wewnętrznych zgodnie z procedurą **P.01.002 „Audyt wewnętrzny SESP”**.

7 Dokumenty związane i powołane

7.1 Procedury i instrukcje

P.01.001	„Procedury i instrukcje – forma oraz zawartość”.
P.01.002	„Audyt wewnętrzny SESP”.
P.02.O.01	„Warunki techniczne eksploatacji sieci przesyłowej”.
P.02.O.14	„Ocena stanu technicznego obiektu sieci przesyłowej”.
P.02.O.19	„Eksploatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej obiektów sieci przesyłowej”
P.02.O.30	„Eksploatacja systemów ochrony przeciwkorozyjnej gazociągów przesyłowych”.

7.2 Regulacje wewnętrzne

PE-DY-I02 zał. 5	„Zbliżenia i skrzyżowania gazociągów przesyłowych z przeszkodami terenowymi.”
PH-DY-W03	„Wytyczne. Strefy zagrożenia wybuchem. Urządzenia, systemy ochronne i pracownicy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem

7.3 Normy i standardy techniczne

PN-EN 12954:2019-12	Ogólne zasady ochrony katodowej zakopanych lub zanurzonych lądowych konstrukcji metalowych.
PN-EN ISO 15257:2017-10	Ochrona katodowa. Poziomy kompetencji osób zajmujących się ochroną katodową. Podstawa systemu certyfikacji.
PN-EN 14505:2007	Ochrona katodowa konstrukcji złożonych.
PN-EN ISO 15589-1:2017-11	Przemysł naftowy, petrochemiczny i gazowniczy. Ochrona katodowa instalacji rurociągowych. Część 1: Rurociągi na lądzie.
ST-IGG-0601:2020	Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych - Wymagania funkcjonalne i zalecenia.
ST-IGG-0602:2022	Ochrona przed korozją zewnętrzną gazociągów stalowych układanych w ziemi. Ochrona katodowa. Projektowanie, budowa i użytkowanie.

8 Załączniki

Z.I.02.O.30.01- 01 -	Protokół z wykonania pomiarów dla ogólnej / szczegółowej oceny ochrony przeciwkorozyjnej
Z.I.02.O.30.01-02 –	Protokół z wykonania pomiarów w wybranych miejscach
Z.I.02.O.30.01-03 –	Protokół zbiorczy z wykonania pomiarów korozymetrycznych.