

MINERALIZACJA DEFECTÓW W IZOLACJI RUROCIĄGÓW

MINERALIZATION OF PIPELINE COATING HOLIDAYS

František Mičko, Vladimír Pliska

Společnost KPTECH, s.r.o. Ostrava, Česká Republika

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, defekty w powłoce izolacyjnej, mineralizacja defektów
Keywords: cathodic protection, coating defects, pipeline, mineralization

Streszczenie

Zastosowanie ochrony katodowej wywołuje powstawanie powłoki mineralnej na chronionej powierzchni stali, zmniejszając w ten sposób korozję. Możliwe jest kontrolowanie tego procesu powstawania warstewki w miejscu istnienia defektów w powłoce rurociągu i tym samym uszczelnienie w ten sposób powłoki, czyli jej naprawienie. Bazując na właściwościach środowiska korozyjnego w ziemi powinien być wybrany jeden z trzech sposobów wytwarzania warstewki mineralnej. Proces wytwarzania warstewki powinien być kontrolowany. Zastosowanie nowej metody i procedury nie tylko powoduje znaczący wzrost bezpieczeństwa i funkcjonalności rurociągu stalowego, ale także powoduje spore oszczędności ekonomiczne.

Summary

The use of the cathode protection leads to generation of mineral coating on the protected surface of steel, reducing further corrosive processes. It is possible to control the coating generation in the locations of detected defects on the piping sealing in such a manner which allows for the damaged sealing to mend. Based on the nature of the soil corrosive environment, one of three modes of the mineral coating generation should be selected. The coating generation can be controlled during the process. The application of the new method and procedures results not only in a substantial increase of the steel piping safety and operability but also in a considerable economic savings.

I. Słowo wstępne

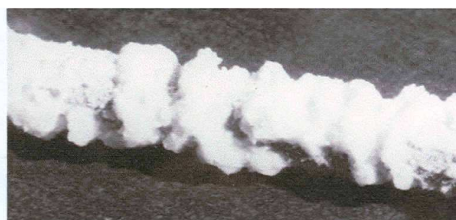
Spółka KPTECH z siedzibą w Ostrawie poświęca szczególną uwagę swoim klientom, przede wszystkim bezzwłocznemu rozwiązywaniu ich zawodowych problemów. Jednym z nich jest opanowanie metody naprawy powłoki izolacyjnej rurociągu poprzez jego mineralizację w miejscach uszkodzeń tej powłoki.

Warunkiem udanej mineralizacji defektu w systemie izolacyjnym rurociągu jest obecność substancji umożliwiających mineralizację. Jeśli substancje są obecne w glebie, to wytwarzają się w strefie katodowej warstwy mineralne dostarczające świetną ochronę antykorozyjną nawet w bardzo agresywnym środowisku [1].

Powłoka mineralna wytworzona na stalowym drucie spawalniczym o średnicy 3 mm w trakcie badań w Instytucie Badań nad Wykorzystaniem Paliw w Pradze-Bechovicich, w 1970 r., po 100-dniowej ekspozycji przy potencjale minus 0,80 Volta względem standardowej elektrody kalomelowej przedstawiona została na rys. 1.



Rys. 1.

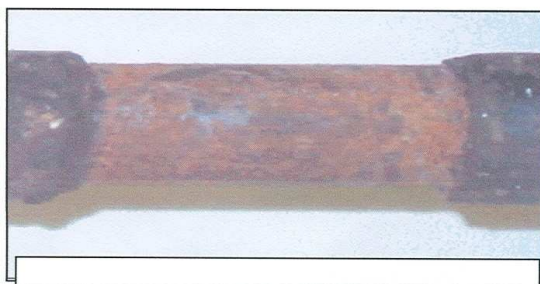


Rys. 2

Na rys. 2 przedstawiony jest wygląd warstwy mineralnej wytworzonej na takim samym stalowym drucie spawalniczym o średnicy 3 mm po 100-dniowej ekspozycji przy potencjale minus 1,5 Volta względem standardowej elektrody kalomelowej.

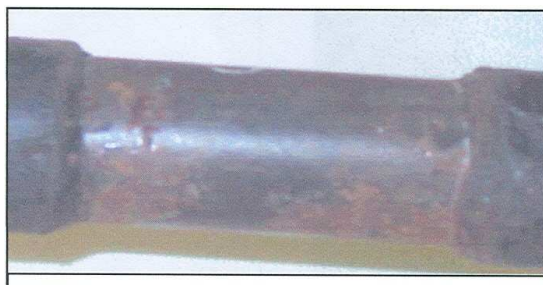
Wynika z tego, że wytworzone powłoki wykazały już wtedy zdolność koncentracji substancji mineralnych, przede wszystkim przy wartości optymalnej potencjału rurociągu względem gleby [2].

W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono w 2002 r. 100-dniowe próby antykorozyjne, bez wpływu prądów błądzących. Wyniki tych prób są oczywiste i można je zobaczyć na następujących zdjęciach:



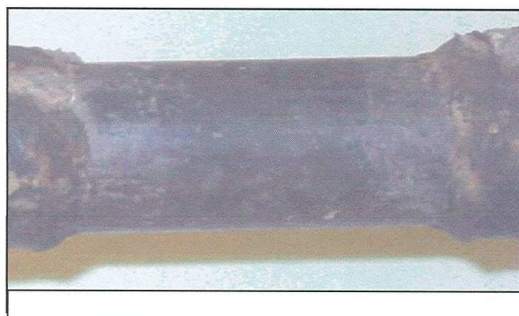
Rys. 3

Rys. 3 - korozja próbki stalowej rury DN 50 ułożonej w glebie miejskiej, o oporze właściwym $24 \Omega \cdot m$, po 100-dniowej ekspozycji.



Rys. 4

Rys. 4 - obniżenie korozji próbki stalowej rury DN 50 ułożonej w glebie miejskiej po 100-dniowej ekspozycji zostało osiągnięte dodaniem mieszanki mineralizującej MS2.



Rys. 5

Rys. 5 - najlepsze wyniki przedstawia powłoka mineralna wytworzona po 100-dniowej ekspozycji stalowej rury DN 50 z dodatkiem MS2, ułożonej w tych samych warunkach, pod wpływem prądu ochronnego ochrony katodowej.

2. Warunki tworzenia powłoki mineralnej

Są właściwie cztery warunki tworzenia dodatkowej powłoki mineralnej [3]:

1. Powierzchnia metalu musi mieć elektrolityczny kontakt z glebą,
2. Trzeba ustalić warunki elektrotechniczne dla tworzenia w glebie powłoki mineralnej
3. Gleba musi zawierać substancje, z których tworzy się powłoka mineralna
4. Trzeba stworzyć warunki dla tworzenia powłoki mineralnej.

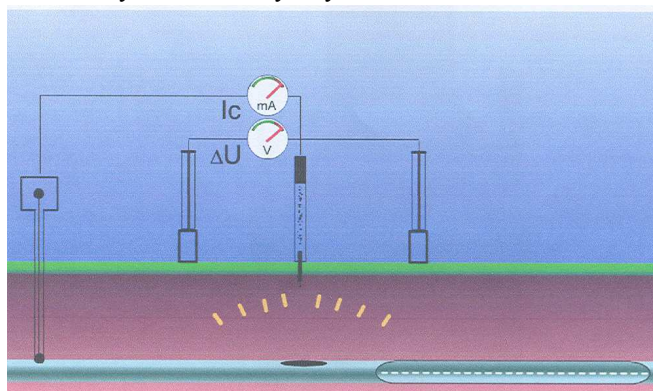
Jeśli zdecydujemy się na usunięcie defektu w systemie izolacyjnym, musimy najpierw znaleźć defekt.

Do tego możemy użyć kilka następujących sposobów:

- CIPS,
- DCVG i ich różnorodne warianty,

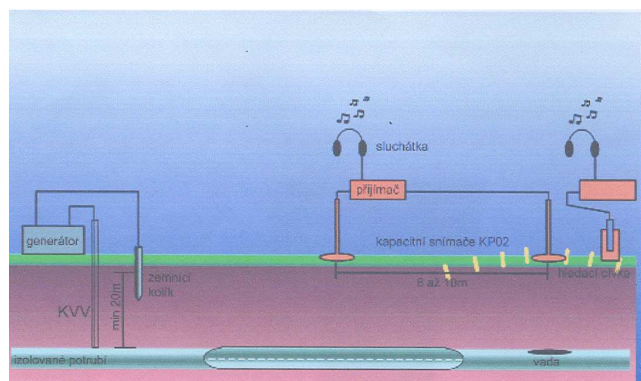
Nasza spółka używa przede wszystkim te sposoby, które albo stworzyła, albo aktywnie brała udział w ich rozwoju i przekształcaniu. Są to:

- Metoda EXA (rys. 6), która jest chroniona przez Urząd własności przemysłowej w Pradze jako wzór użytkowy nr 9940 pod nazwą „Urządzenie do wykrywania wad w izolacji metalowych konstrukcji podziemnych, w szczególności gazociągów ułożonych w ziemi lub w wodzie” począwszy od 17 marca 2000 r. Metoda ta używa do zidentyfikowania defektu zewnętrzne źródło prądu stałego przepływające przez miejsce defektu [5]. Umożliwia to znalezienie defektu nawet w bliskości urządzeń ochronnych linii elektrycznych.



Rys. 6

- Adaptowana metoda Pearsona, która jest oparta, po pierwsze na ogólnej wiedzy użytkowników na temat tej metodyki, a po drugie na jej rozpowszechnieniu światowym w różnych regionach eksploatujących metalowe urządzenia lokacyjne, po trzecie na doświadczeniach osobistych pracowników naszej spółki (rys. 7).



Rys. 7

Adaptowana przez nas metoda umożliwia znalezienie defektu w systemie izolacyjnym rurociągów pod powierzchnią betonową lub bitumiczną, nawet jeśli nad defektem

znajduje się parking pełen pojazdów. To właśnie umożliwiają w związku z użytą częstotliwością specjalne czujniki pojemnościowe, które zostały stworzone przez naszą spółkę [4].

Wyszukiwanie defektów przeprowadzają dwaj pracownicy idący za sobą wzdłuż osi sprawdzanego rurociągu. Pierwszy pracownik jest wyposażony w wykrywacz rurociągu i utrzymuje kierunek. Czujnik pojemnościowy kieruje ku osi rurociągu. Po odnalezieniu defektu pracownicy cofają się o parę metrów i kontynuują sprawdzanie znajdującego defektu, idąc w ustalonym odstępnie prostopadle do wzdłużnej osi rurociągu. Ten sposób wykrywania defektów możliwy jest w terenie otwartym. W mieście lub fabryce trzeba użyć inne sposoby kontroli. Na przykład metodę EXA lub DCVG.

3. Ustalenie warunków elektrochemicznych w miejscu znalezionej defektu

Przed wszystkim niezbędne jest przeprowadzenie pomiarów potencjałowych, z których wyniknie, czy chodzi o swobodnie korodujący materiał, potencjał ochronny pochodzący z własnego źródła ochrony katodowej, albo z interferującego źródła obcej ochrony katodowej lub z innego źródła prądów błądzących.

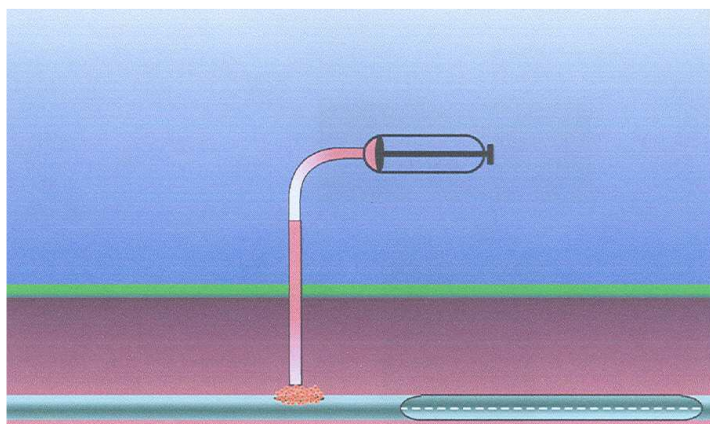
Z pomiarów wyniknie, czy znaleziony defekt możemy zaliczyć do:

- strefy katodowej,
- strefy bez zewnętrznych źródeł elektrochemicznych,
- strefy anodowej.

W strefie katodowej wystarczy wyznaczyć centrum defektu, określić jego prawdopodobny rozmiar i wprowadzić mieszankę mineralizującą do miejsca defektu. Obecnie używamy certyfikowany typ MS2.

4. Mineralizacja defektów w izolacji

Nasz schemat przedstawia dozowanie mieszanki mineralizującej w miejscu defektu w izolacji (rys. 8).

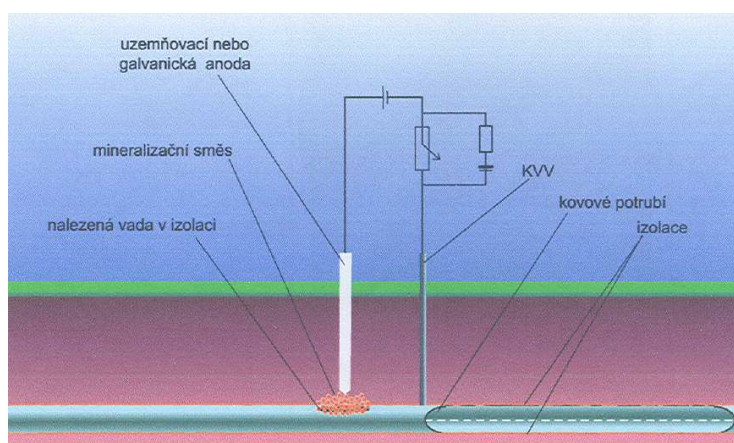


Rys. 8

Po dokończeniu dozowania mieszanki mineralizującej operacja mineralizacji w strefie katodowej jest skończona. W strefie anodowej i przejściowej musimy, oprócz wprowadzenia składników, włożyć w miejsce defektu także źródło polaryzacji katodowej i podłączyć rurociąg do źródła prądu.

- Epicentrum defektu trzeba nie tylko dokładnie wyszukać i namierzyć, ale także zmierzyć głębokość ułożenia rurociągu, żeby mieszanka mineralizująca mogła dotrzeć jak najbliżej miejsca defektu.
- W epicentrum defektu trzeba wywiercić w ziemi otwór dla urządzenia dozującego mieszankę mineralizującą.
- Po włożeniu rury dozującej wprowadzanie składników trzeba zacząć od sypkich części składowych mieszanki mineralizującej.

W przypadku strefy anodowej lub przejściowej kontynuuje się operację montażem anody magnezowej lub instalowaniem miniaturowej stacji ochrony katodowej.



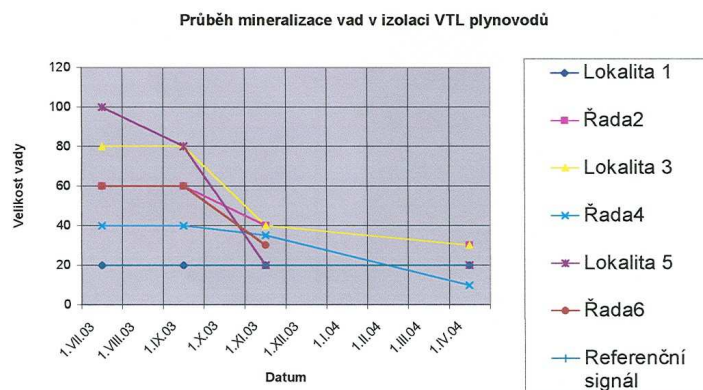
Rys. 9

Do polaryzacji powierzchni metalowej rurociągu możemy użyć także anody galwanicznej, najczęściej magnezowej albo małej ochrony katodowej złożonej z odpowiedniego źródła napięcia stałego, na przykład akumulatora, albo spolaryzować większy odcinek rurociągu w inny sposób. Na schemacie (rys. 9) pokazano jak funkcjonuje ochrona katodowa miejsca defektu w powłoce izolacyjnej rurociągu [7].

Wszystkie dane z pomiarów włącznie z notatkami zostają wpisane do protokołu. Każdą przebiegającą mineralizację dokumentuje się bardzo starannie [6]. Oprócz danych o rozmiarach defektu mierzy się także pozorny opór właściwy gleby, głębokość i wielkość mineralizowanego defektu i dane potencjałowe z epicentrum defektu, przede wszystkim poziomy potencjału załączeniowego i potencjału polaryzacyjnego potencjału rurociągu względem gleby, a także wartość prądu wpływającego w miejscu defektu.

W przypadku mineralizacji defektu znalezionej na gazociągu wysokociśnieniowym Severomoravske plynarenske akciove spoločnosti v Kolne wynika z protokołu numer 02 (rys. 10, Lokalita I), że 2 lipca 2003 r. został zmineralizowany defekt o rozmiarze 100, długości 4 m i głębokości 1,7 m. 18 listopada 2003 r. pomiary potwierdziły

całkowite zmineralizowanie defektu. Zmierzona wartość 20 wykazała tylko poziom sygnału referencyjnego w miejscu znalezionej defektu.



Rys. 10

5. Wnioski

Zainteresowanie możliwościami użycia metody mineralizacji defektów w powłoce izolacyjnej osiągnęło już skalę międzynarodową. W zeszłym roku metoda ta została użyta na Słowacji, w regionie Lucence, przy naprawie międzypaństwowego gazociągu wysokociśnieniowego DN 700, wiodącego z byłego Związku Radzieckiego i przy naprawie gazociągów wysokociśnieniowych w regionie Nitry. Jej wykorzystaniem w szerszej skali zajmuje się także słowacka sekcja Modranske strojirenske spolecnosti, głównie w stosunku do możliwości jej użycia na sieci rozdzielczej gazociągu w Bratysławie.

Technologia mineralizacji była dotąd eksploatacyjnie używana w Ostrave-Kuncicach, w Hodonine, a na Słowacji w regionie Nitry i Lucence.

W stadium próbnym znajduje się w Severomoravske plynarenske akciove spolecnosti Ostrava na gazociągach dalekosiężnych oraz na gazociągach znajdujących się w mieście, ale także w Polsce, w Świerklanach. Zainteresowanie możliwościami użycia technologii naprawy powłoki izolacyjnej za pośrednictwem mineralizacji okazali także polscy specjaliści z Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa z regionu w Świerklanach.

Możliwością wykorzystania metody mineralizacji interesuje się także spółka akcyjna CEPRO w Slapanowie.

Jeżeli ustalimy, dla przykładu, że koszty remontu jednego znalezionej defektu będą wynosiły 100%, wtedy koszty mineralizacji będą następujące:

- W przypadku bardzo małych defektów, na przykład na osiedlach, mogą być jeszcze mniejsze; na skrzyżowaniach miejskich kilkakrotnie większe.
- Koszty mineralizacji są proporcjonalne do zakresu czynności, i ta znów zależy od charakteru strefy korozyjnej.

- Najwyższe koszty otrzymujemy w przypadku, gdy osoba zarządzająca urządzeniem decyduje się na stałą polaryzację katodową anodą galwaniczną z długotrwałym okresem pracy $\approx 3\%$.
- Niższe koszty otrzymamy w przypadku przejściowej polaryzacji rurociągu za pomocą mini - stacji ochrony katodowej $\approx 28\%$, albo przy użyciu anody magnezowej $\approx 23\%$, zakładając trwanie działania przejściowego około 3 miesięcy. Po upływie tego czasu demontujemy urządzenie i zmineralizowany defekt mierzymy.
- Najniższe są koszty w strefie katodowej. Mogą być 4-krotnie niższe $\approx 14\%$. W przypadku uszkodzeń o długości paru dziesiątek metrów, koszty mogą być jeszcze niższe.
- Technologia mineralizacji defektów w systemie izolacyjnym rurociągów ma szczególnie pozytywny wpływ na środowisko, nie trzeba kopać i usuwać ziemi z terenu w okolicy defektu.

Konsekwentną mineralizacją powierzchni rurociągów w miejscach defektów znalezionych w systemie izolacyjnym można skutecznie wprowadzić ochronę katodową nawet do bardzo skomplikowanych sieci miejskich.

Nowo przedstawiona technologia naprawy defektów w powłoce izolacyjnej rurociągów stalowych umożliwia właścicielom i zarządom tych urządzeń obniżyć lub zupełnie wyeliminować ryzyko korozji i zwiększyć bezpieczeństwo i możliwości eksploatacyjne.

Literatura

- [1] Payer A. a Edelmann J.: *Odolnost izolaci potrubí v prostředí katodické ochrany*. Sborník. Práce Ústavu pro výzkum paliv. Č.7. Praha. 1964
- [2] Boubela L.: *Zkoušení izolací elektrochemickými metodami*. Závěrečná zpráva úkolu č.68324 ÚVP Praha-Běchovice. 1970
- [3] Mičko F.: *Bez výkopové odstraňování nalezených vad v izolaci potrubí*. Provozní předpis KPTECH, s.r.o. č. PP 11.11.02. Ostrava. 2002
- [4] Mičko F.: *Vyhledávání vad v izolaci Pearsonovou metodou – kapacitní technikou*. Provozní předpis KPTECH, s.r.o. č. PP 11.01.02. Ostrava. 2002
- [5] Mičko F.: *Vyhledávání vad v izolaci metodou EXA*. Provozní předpis KPTECH, s.r.o. č. PP 11.02.02. Ostrava. 2002
- [6] Pliska a kolektiv: *Komplexní řešení diagnostiky korozního stavu ocelových plynovodů místních sítí*. Nabídka pro SMP, a.s. Ostrava od KPTECH, s.r.o. 2002
- [7] Mičko F. a Pliska V.: *Zařízení pro mineralizaci obnaženého povrchu kovových úložných zařízení*. Užité vzor č. 13053. Česká republika. Úřad průmyslového vlastnictví. Praha. 2003