

XV Krajowa Konferencja
POMIARY KORROZYJNE W OCHRONIE ELEKTROCHEMICZNEJ
XV National Conference
CORROSION MEASUREMENTS IN ELECTROCHEMICAL PROTECTION

Hotel MOŚCICKI 17-19.10.2018 r. Spała

**MATERIAŁY IZOLACYJNE
INSULATING MATERIALS**

Michał Nitschke, Violetta Felsmann

AGCOR Poznań

Słowa kluczowe: korozja, powłoki przeciwkorozyjne, ochrona katodowa, odspajanie katodowe, badania laboratoryjne

Keywords: corrosion, anti-corrosion coating, cathodic protection, cathodic delamination, lab tests

Streszczenie

Tematem poniższego artykułu jest zwrócenie uwagi na pewne czynniki wpływające na jakość izolacji oraz problemu wrastających korzeni w infrastrukturę podziemną.

Na Konferencji w Spale zorganizowanej przez Polski Komitet Elektrochemicznej Ochrony przed Korozją, przedstawiono czynniki wpływające na jakość izolacji takich jak: prawidłowe przygotowanie rowu wykopowego, właściwe zaizolowanie połączeń spawanych, wzmocnienie izolacji w miejscach, w których będzie wykonany przecisk HDD lub DIRECT- PIPE, odpowiedni dobór płóz oraz właściwe zagęszczenie gruntu przy zasypywaniu. W artykule zwrócono uwagę na brak jednoznacznych zapisów w Standardach Technicznych, aby nadzór inwestorski miał podstawę do formułowania wymagań wobec wykonawcy.

Summary

The subject of the article is to draw attention to some factors affecting the quality of isolation and to the problem of ingrown roots in underground infrastructure.

At the Spala Conference organized by the Polish Electrochemical Corrosion Protection Committee were described factors influencing the quality of insulation such as: proper preparation of the trench ditch, proper insulation of welded joints, reinforcement of insulation in places where HDD or Pipe Direct will be made.

Appropriate selection of skids and proper compaction of the soil when backfilling. The article calls attention to the lack of unambiguous provisions in the Technical Standards, so that investor's supervision has a basis for formulating requirements for the contractor.

Wpływ czynników zewnętrznych na jakość izolacji rurociągów

W Polsce mamy dwa znakomite i w pełni precyzyjne pod względem technicznym standardy, opracowania których podjął się Pan Marek Fiedorowicz, ceniony specjalista w dziedzinie ochrony przeciwkorozyjnej.

Standardy ST-IGG- 0601 oraz ST-IGG- 0602 zawierające precyzyjne zapisy nakazujące stosowanie reżimów technologicznych, gwarantują utrzymanie wysokich parametrów zastosowanej izolacji.

ST-IGG 0601:2008

Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych
Wymagania funkcjonalne i zalecenia

ST-IGG-0602:2013

Ochrona przed korozją zewnętrzną stalowych gazociągów lądowych
Ochrona katodowa
Projektowanie, budowa i użytkowanie

Teoria nie zawsze jednak idzie w parze z praktyką.

Tymczasem jednym z najważniejszych elementów wpływających na jakość izolacji jest kultura techniczna położenia oraz zasypiania rurociągu, a także właściwe położenie powłok izolacyjnych.

Przed przystąpieniem do położenia rurociągu należy w odpowiedni sposób przygotować teren oraz oczyścić rów, w którym zostanie położony rurociąg. Natomiast przed nałożeniem izolacji, zgodnie z instrukcją, rurę należy przygotować poprzez oczyszczenie do kategorii SA 2½ w celu uzyskania zgodności z normą DIN 12 068 oraz DIN 30 672. Dodatkowo powierzchnię należy oczyścić ze wszelkiego rodzaju zabrudzeń tj. zapyleń oraz tłustych plam. Ponadto obowiązkowe jest wygrzanie rury w celu osuszenia materiału i wyparowania wilgoci, w sposób podgrzania do temperatury 'ręki' co łatwo odczytać jako temperaturę 37°C.

Jest to sporo czynności do wykonania, których ostateczny wynik nie zależy od jakości zastosowanego materiału, ale od sprawności działań człowieka!

Wszystko to służy jednemu celowi. Chodzi o to, aby nie dopuścić do uszkodzenia izolacji przez ostre kamienie czy kawałki skał. Dodatkowo, przed przystąpieniem do położenia rurociągu w terenie zalesionym należy także wyciąć drzewa, które będą się w jego pobliżu znajdowały.

Szerokość wykarczowanego pasa na potrzeby budowy jest różna w zależności od średnicy rurociągu i rodzaju terenu, choć przepisy mówią o minimum po 2 - 3m z obu stron osi rurociągu, zależnie od jego średnicy i ciśnienia.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie –

*"W strefach kontrolowanych nie mogą rosnąć drzewa w odległości mniejszej niż **2 m** od gazociągów o średnicy do DN 300 włącznie i 3 m od gazociągów o średnicy większej niż DN 300, licząc od osi gazociągu do pni drzew".*

W tym miejscu należałoby się zastanowić, czy przepisy dotyczące tych odległości są wystarczające?

Bezwzględnie należy zadbać o to, aby w pobliżu rurociągu nie znajdowały się żadne korzenie.

Mamy bowiem do czynienia z inteligentnym przeciwnikiem. Odwołam się tu do międzynarodowego bestsellera ostatnich miesięcy na rynku wydawniczym, książki napisanej przez niemieckiego leśnika Petera Wohllebena pt. „Sekretne życie drzew”.

Przytacza On w swojej książce poglądy naukowców z Instytutu Botaniki Komórkowej i Molekularnej Uniwersytetu w Bonn, którzy uważają, że w wierzchołku

korzenia drzew znajdują się, przypominające umysł, struktury. Ich zdaniem, gdy korzeń drzewa przeciska się przez glebę, może odbierać bodźce, gdy napotyka przeszkody takie jak trujące substancje, nieprzebyte kamienie, lub zbyt mokre rejony, analizuje te sytuacje i przekazuje informacje o koniecznych zmianach do strefy wzrostu. Myślące drzewo? Ten spór pozostawmy naukowcom.

A jeśli tak jest, to pewnie podobnie jak u człowieka, drzewo cechuje skłonność do lenistwa. Skoro więc w korycie wykopowym ziemia jest spulchniona i jej przekrój geologiczny różni się od tego, który był przed wykopem, korzeń trafia tam na doskonałe warunki do rozwoju, wygodniejsze niż w miejscu, w którym ziemia pozostaje nietknięta. Każdy z nas wielokrotnie albo w przydomowym ogródku, albo na placach budowy przekonał się, jaką siłą dysponuje system korzeniowy drzew – potrafi podnieść nawet asfalt.



Miejsce znajdujące się bezpośrednio nad nitką instalacji powinno być wolne od drzew i krzewów o silnym systemie korzeniowym, który może zagrozić ciągłości tej instalacji. Zapewne wiesz jak silne i niszczyielskie potrafią być korzenie. Skoro mogą podważać asfalt, to "jakaś tam" rurka – nie będzie dla nich żadną przeszkodą.

Problem wrastających korzeni w infrastrukturę został już dawno zauważony w wielu krajach Europy i stał się przedmiotem badań naukowych. Powodem są wysokie koszty usuwania wrastających korzeni- sięgają do 2,5 tys. euro/1 km trasy rurociągu. Badania dotyczące tego problemu zostały przeprowadzone na jednym z największych uniwersytetów w Niemczech, Uniwersytecie Ruhry w Bochum. Profesor Thomas Stutzi oraz doktor Bert Bosseler z Wydziału Botaniki Specjalnej i Ogrodu Botanicznego potwierdzili, że koryto wykopowe jest wyjątkowo atrakcyjne dla korzeni drzew. Naukowcy dowiedli, że każde uszkodzenie, każda nieszczelność może być wykorzystana przez korzeń. A jeżeli dojdzie już do takiego zdarzenia, to nie ma takiej siły, która korzeń zatrzyma. Naukowcy dowodzą również, że nawet małe szczeliny w izolacji mogą stanowić punkt wyjścia dla delikatnych korzeni. Zaobserwowali też różnice w wyglądzie systemu korzeniowego w zależności od struktury materiału rury. Powierzchnie o niskiej przyczepności zmniejszają ryzyko wrastania. Takim materiałem o stosunkowo dużej odporności na wrastanie jest izolacja polipropylenowa, co nie oznacza, że i pod taką izolację korzenie nie wrosną.

Powszechnym sposobem zapobiegania wrastaniu korzeni jest stosowanie wzmocnień izolacji, takich jak materiały kompozytowe, które zapewniają wysokie bezpieczeństwo przed zewnętrznym wrastaniem korzeni.



Wzmocnienie izolacji fabrycznej materiałami epoksydowymi firmy CLOCK SPRING



Naukowcy stwierdzili też, że znaczący wpływ na wzrost korzeni ma przestrzeń porowa. Oznacza to, że najmniejsza szczelina i najmniejsza nieciągłość w jakiegokolwiek izolacji w sprzyjających warunkach może spowodować wrastanie korzeni.

W nawiązaniu do wyżej przedstawionych badań, powrócę na moment do literatury dotyczącej sekretnego życia drzew, w której to autor Peter Wohlleben przedstawia zbieżne z naukowcami z Uniwersytetu w Bochum poglądy dotyczące migracji korzeni. Miejskie drzewa nazywa „leśnymi dziećmi ulicy” ze względu na fakt, że korzystają one z luźnej gleby, która podczas prac budowlanych nie została starannie ubita. Tam właśnie korzenie mogą oddychać i mają miejsce do swobodnego rośnięcia. Autor pisze wyraźnie „Pomocy można udzielić tylko rurom, które TERAZ KŁADZIE SIĘ W WYJĄTKOWO MOCNO UBITEJ ZIEMI, ABY KORZENIE NIE ZDOŁAŁY SIĘ TAM ZAPUŚCIĆ”.

W tym miejscu powinniśmy zastanowić się nad potrzebą zagęszczania gruntu podczas zasypywania rurociągu w obszarach leśnych.

Tak jak przedstawiłem powyżej, system korzeniowy wykorzystuje swoje możliwości migracji oraz każdą dogodność do wrastania. W związku z powyższym, wymagana jest wysoka kultura techniczna położenia oraz zasypywania rurociągu.

Następnie chciałbym przejść do problemów nakładania powłok izolacyjnych na placach budowy, na których stosowane są dwa rodzaje izolacji termokurczliwych: z klejem termoaktywnym oraz z klejem butylokauczukowym. Myślę, że nie będzie między czytelnikami kontrowersji co do tego, że powłoki z klejem termoaktywnym wymagają bardzo dużo pracy w celu prawidłowego nałożenia. Nie ma mowy o pozostawieniu

przestrzeni pustych, które twardnieją i pozostają na cały czas eksploatacji, umożliwiając dostęp elektrolitu powodującego korozję. W pustej przestrzeni pozostaje również para wodna zawarta w powietrzu, która podpowłokowo może wpływać na miejscową korozję. Z doświadczenia wykonawców wynika, że nałożenie izolacji z klejem termoaktywnym bez pustych przestrzeni jest niezwykle trudne, zwłaszcza przy izolowaniu rurociągów o dużych średnicach - ale nie niemożliwe! Nakładanie izolacji termokurczliwej z klejem termoaktywnym wymaga jednak wysokiego reżimu wykonawczego. Uzyskanie wysokiej temperatury rzędu 60-70°C wymaga stosowania np. cewki indukcyjnej, co znacznie podnosi koszty montażu (tj. dodatkowi pracownicy, koszty energii) oraz wpływa na czas realizacji inwestycji –technicznie trudne jest uzyskanie tak wysokiej temperatury za pomocą palnika na średnicach rurociągów większych niż DN 800 mm. Biorąc pod uwagę aktualne tempo budowy gazociągów, ma to duże znaczenie dla wykonawców.

Natomiast właściwości izolacji z klejem butylokauczukowym, zwłaszcza ich cecha zanikania pustych przestrzeni, niwelują wpływ potencjalnych błędów popełnionych w trakcie montażu. Izolacje te są odporne na ścinanie i ściąganie przez osiadającą ziemię i nie ma możliwości uszkodzenia takiej opaski – JEŻELI - zgodnie ze sztuką, rurociąg będzie zasypywany gruntem wolnym od kamieni i zanieczyszczeń, które mogłyby uszkodzić każdą izolację. Będzie miało to miejsce wówczas, jeżeli przestrzegane będą wcześniej wymienione standardy techniczne!

Inną kwestią jest zaleta izolacji z podkładem butylokauczukowym, jaką jest samonaprawa tejże izolacji. Oznacza to, że w przypadku wystąpienia niewielkich uszkodzeń w trakcie obsypywania, nastąpi ich samonaprawienie, co będzie oznaczało ich zasklepienie i zamknięcie.

Oczywiście izolacje na kleju butylokauczukowym także mają swoje wymagania, które dla sceptyków mogą być wadami - na przykład kwestia docelowej przyczepności, która osiągnięta nie jest od razu, a wymaga określonego czasu.

Zgodnie z normą PN EN 10329 czas uzyskania pełnej przyczepności izolacji przedstawia prezentowana poniżej tabela.

Oczywiście opierając się na doświadczeniu, w przypadku izolowania średnic większych niż DN500 czas ten musi zostać wydłużony.

Należy dotrzymać minimalnych czasów oczekiwania pomiędzy nałożeniem izolacji a badaniem przyczepności. W PN EN 10 329 podane są następujące czasy:

Materiał	Czas oczekiwania
Taśmy na bazie bitumu	≥ 24 h
Taśmy na bazie petrolatum	≥ 30 min
Taśmy z tworzywa sztucznego	≥ 120 h
Materiał termokurczliwy	≥ 48 h

Podobnie przedstawia się sytuacja dotycząca wpływu temperatury – niskie wydłużają, a wyższe skracają czas oczekiwania, aby otrzymać docelową przyczepność.

Bazując na doświadczeniu należy dotrzymać następujących czasów oczekiwania dla rur ze stopniem czystości wg normy Sa 2½ i temperaturą po montażu ≥20°C (częściowo odbiegając od PN EN 10 329):

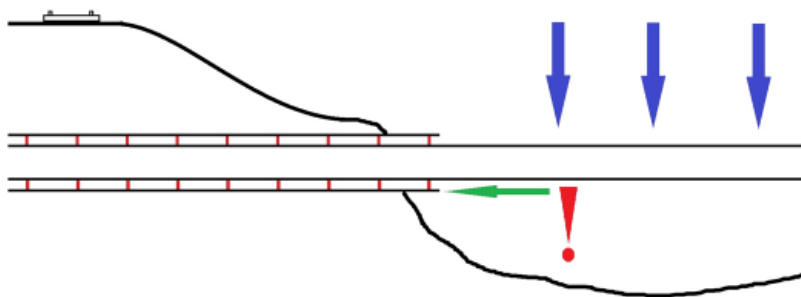
Średnica nominalna	Czas oczekiwania
do DN 500	1 dzień
pow. DN 500 do DN 800	3 dni
pow. DN 800 do DN 1000	5 dni
pow. DN 1000	7 dni

Podobnie jest ze zdolnością opasek do likwidacji pustych przestrzeni jak i z naprawą wywołanych uszkodzeń - na to również potrzeba określonego czasu. Zdolność do likwidacji pustych przestrzeni oraz uszkodzeń została nieraz udokumentowana.

Po wybudowaniu rurociągu izolacja nie budzi zastrzeżeń. Została sprawdzona poroskopem, a wszystkie jej nieszczelności naprawione. Niejednokrotnie jej oporność osiąga wartość około $8 \times 10^8 \text{ Ohm/m}^2$.

Następnie wykonujemy próbę wodną, obciążając rurociąg wieloma tonami wody. Musimy wziąć pod uwagę, że przy średnicy DN 1000 dodajemy do jego wagi ok. 8 ton/10 mb rury, co spowoduje, że powstaną na spodniej części izolacji rurociągu nowe uszkodzenia. Po próbie szczelności wartość oporności zmniejsza się. Niejednokrotnie wymaga to miejscowego odkopania rurociągu i naprawienia tych uszkodzeń. Podobna sytuacja ma miejsce z dobozem płóz.

Wielokrotnie zdarzają się przypadki zmiażdżonych płóz po próbie wodnej. Nie liczy się tutaj tylko ciężar wody, którą załaczamy do rurociągu znajdującego się w przecisku w rurze ochronnej, ale również trzeba wziąć pod uwagę masę rur i wody, które znajdują się przed i za rurą ochronną. Czy może Standard nakazuje w takim przypadku zagęszczanie gruntu?



Oczywistym jest fakt, że wszystkie materiały z biegiem czasu się starzeją, w związku z czym stan izolacji (oporność skrośna) również będzie się pogarszać. Ze względu na izolowanie coraz to nowszymi materiałami, a postęp w tym względzie jest bardzo szybki, nie ma jeszcze opracowań, badań oraz doświadczeń, jak taka izolacja zachowa się za kilkadziesiąt lat.

Bardzo podobnie zachowują się niektóre izolacje wykonane z materiałów natryskowych, na przykład PUR. Ponadto należy wziąć pod uwagę, że izolacji polipropylenowej nie wolno podgrzewać do temperatury wyższej niż 90 stopni C, gdyż w takim przypadku następuje jej degradacja.

Oto mamy więc do czynienia z sytuacją, w której szczególnie na odcinkach rurociągów podziemnych wymagana jest pełna szczelność powłoki izolacyjnej - zarówno powłoki epoksydowe jak i izolacje z klejem butylokauczukowym czy termoaktywnym zakładane są na placu budowy.

Aby spełniły one swoje zadanie, potrzebna jest wysoka kultura techniczna budowy rurociągu jak i osoby nadzorujące, które dokładnie zbadają ułożenie rurociągu oraz wykonanie izolacji. W związku z powyższym, potrzebni są doświadczeni inspektorzy nadzoru, z pełną wiedzą i właściwym wyposażeniem.

Porównałem dwa rodzaje izolacji. Ich parametry zostały zbadane i w ramach laboratoryjnych doświadczeń potwierdzone. Czy coś jeszcze wiemy na ich temat? Czy są badania, które potwierdzają ich odporność na działanie naszego inteligentnego i przebiegłego przeciwnika, o którym mówiłem na początku, czyli korzeni drzew? Nie mogę jednoznacznie stwierdzić, czy ktokolwiek w Polsce przeprowadził tego typu badania, natomiast mam wiedzę, że w innych krajach Europy takie badania są przeprowadzane, a wnioski z tych badań przedstawiłem Państwu powyżej. Nikt jeszcze nie stwierdził w idealnych warunkach laboratoryjnych, iż któraś z typów izolacji bardziej podatna jest na wrastanie korzeni, a inna nie. Istnieją jednak badania, które potwierdzają, że korzenie mogą wrastać z wielu powodów, między innymi takich jak :

- wadliwa lokalizacja rurociągu,
- zbyt bliska linia zadrzewienia przy rurociągu,
- rozpulchnienie gleby po położeniu rurociągu w kanale wykopowym, co ma istotny wpływ na większą łatwość przenikania korzeni – oraz
- nieprawidłowy sposób wykonania (nałożenia) izolacji, co oznacza, że np. izolacja została wcześniej mechanicznie uszkodzona, była wadliwa, montaż izolacji został wykonany niezgodnie z wymaganą technologią.

Ponadto praktyka z budów bezspornie dowodzi, że w wyniku niewłaściwego nakładania można bezlitośnie zniweczyć KAŻDY, nawet najlepszy system izolacyjny, w tym o zwiększonej odporności na błędy montażowe. W przypadku nieprawidłowego wykonania izolacji, nigdy nie uzyskamy nominalnych parametrów. Możemy jednak zapobiegać wrastaniu korzeni pod wszelkiego typu izolacje na połączeniach spawanych. Standardem powinno zostać wprowadzenie dodatkowego zabezpieczenia tam, gdzie istnieje ryzyko wrastania korzeni. Może to być np. geowłóknina- ale czy to wystarczy? Może to być wzmocnienie laminatem epoksydowym, ale czy inwestor zechce ponieść dodatkowe koszty?

W artykule postawiono kilka pytań, zasygnalizowano problemy. Być może potrzebne jest tu holistyczne podejście łączące wiedzę naukową z inżynierską. Zbyt pochopne wyciąganie wniosków nie przyczyni się do rozwiązania spornych kwestii.

Uważam, że poruszone przeze mnie tematy powinny być przeanalizowane przez zespół opracowujący Standardy Techniczne, w których powinniśmy uzyskać odpowiedź dotyczącą poruszanych w artykule przez nas zagadnień.

Bibliografia:

1. A. Barczyński, H. Grabowski: „Strefy kontrolowane gazociągu wybudowanego technologią wiercenia kierunkowego pod terenem leśnym” – Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 2/2011
2. D. Bęben: „Metody bezwykopowe – alternatywa dla wykopów otwartych” Inżynieria Bezwykopowa (maj-czerwiec 2009)
3. M. Makuch: „Ryzyko w zaawansowanych technologiach bezwykopowych” Inżynieria Bezwykopowa (styczeń-marzec 2005)

4. Praca zbiorowa pod redakcją A. Barczyńskiego: „Vademecum gazownika Tom II” Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów I Techników Przemysłu Naftowego I Gazowniczego (2013)
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie – Na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623, z późn. zm.)
6. W.S. Michałowski, S. Trzop: „Rurociągi dalekiego zasięgu” (1982,1995,1996)

Wymienione akty prawne oraz normy :

1. PN-EN 12068 „Ochrona katodowa - Zewnętrzne powłoki organiczne stosowane łącznie z ochroną katodową do ochrony przed korozją podziemnych lub podwodnych rurociągów stalowych - Taśmy i materiały kurezliwe”