



**NORMA EN 12499 - OCHRONA KATODOWA POWIERZCHNI
WEWNĘTRZNYCH KONSTRUKCJI METALOWYCH**
**STANDARD EN 12499 - INTERNAL CATHODIC PROTECTION
OF METALLIC STRUCTURES**

Jezmar Jankowski

SPZP CORRPOL, 80-718 Gdańsk, ul. Elbląska 133A

Słowa kluczowe: ochrona katodowa powierzchni wewnętrznych
Keywords: internal cathodic protection

Streszczenie

Norma określa konstrukcje, metale i powierzchnie, które mogą być chronione przed korozją poprzez zastosowanie ochrony katodowej od strony wewnętrznej. Podaje roztwory elektrolityczne i warunki niezbędne do zastosowania wewnętrznej ochrony katodowej. Zawiera również wskazówki dotyczące wykonania i eksploatacji efektywnych systemów tego rodzaju ochrony katodowej. Norma ma zastosowanie do wewnętrznej ochrony katodowej domowych podgrzewaczy wody, zbiorników ciepłej i zimnej wody, rurociągów w obiegach wodnych, kondensatorów, wymienników ciepła i ogólnie biorąc wszystkich konstrukcji zawierających roztwory elektrolitów, których ochrona katodowa jest technicznie możliwa. Norma obejmuje metalowe konstrukcje zawierające wodę magazynowaną lub cyrkulującą, która może być wymieniana lub nie wymieniana, zimna lub ciepła, pitna lub przemysłowa, a także stanowić zawiesinę wodną.

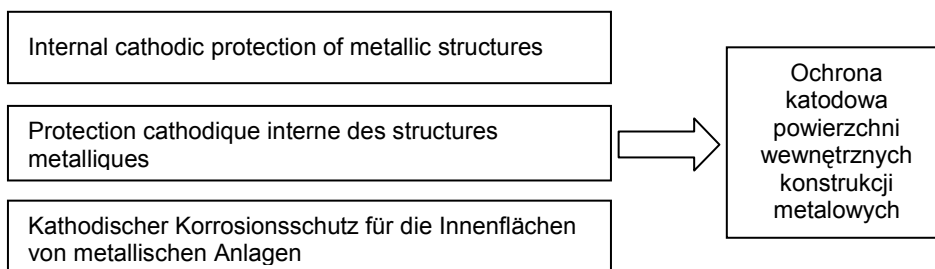
Summary

This standard specifies structures, metals and surfaces, which can be protected against corrosion by the application of internal cathodic protection. The electrolytic solutions and the conditions necessary for application of internal cathodic protection are given. Also the guidance on the application and operation of the effective systems for this kind of cathodic protection is included. This standard applies to internal cathodic protection of domestic water heaters, hot and cold water tanks, circulating water pipelines, condensers, heat exchangers and generally speaking, to every structure containing an electrolytic solution that is technically possible to cathodically protect. The standard applies to metallic structures which contain stored or circulating water, which can be stagnant or renewed, cold or hot, drinking water or industrial water and also aqueous suspensions.

Wprowadzenie

Niedawno Komitet Techniczny CEN/TC 219 zatwierdził nową normę z zakresu ochrony katodowej EN 12499:2003 zatytułowaną „Internal cathodic protection of metallic structures”, która powinna uzyskać w Polsce status normy krajowej. Dokument ten wypełnia istotną lukę w krajowych normach z zakresu ochrony przed korozją powierzchni wewnętrznych urządzeń i instalacji wodnych, bowiem tematyka ta nie podlegała dotychczas normalizacji.

Poniżej przedstawiono propozycję tytułu w języku polskim dla wprowadzanej normy w zestawieniu z zatwierdzonymi już sformułowaniami w języku angielskim, francuskim i niemieckim.



Wydaje się, że najbardziej precyzyjny zapis został sformułowany w języku niemieckim i wobec tego zaproponowana przez autora referatu wersja polska jest jej najbliższa.

Zakres normy

Nowa norma jest stosunkowo obszerna. Wskazuje na to przedstawiony poniżej spis treści.

Zawartość normy EN 12499:2003

Foreword

1. Scope
2. Normative references
3. Symbols, terms and definitions
4. Principle and criteria for internal cathodic protection
5. Factors affecting design and application
6. Design and application of internal cathodic protection
7. Measurements
8. Commissioning
9. Operation and maintenance
10. Cathodic protection of domestic water heater
11. Cathodic protection of appliances for heating and storage of hot water
12. Cathodic protection of structures with variable level feed tanks — condensates and similar appliances

13. Cathodic protection of filtering tanks
 14. Internal cathodic protection of wells
 15. Internal cathodic protection of pipes
 16. Cathodic protection of tubular heat exchangers
- Annex A (normative) Test of the electrode potential of galvanic anodes
- Annex B (informative) Protection potential ranges for low alloy steel compared with Ag/AgCl electrodes in different types of water

Bibliography

Pierwsza część (punkty 1-3) jest dość typowa i powtarzalna, podobnie jak w większości norm tego rodzaju. Obejmuje przedmowę, zakres normy, odsyłacze normatywne oraz objaśnienia symboli, terminów i definicji użytych w normie.

W drugiej, zasadniczej części normy (punkty 4-9) przedstawione zostały zasady i kryteria ochrony katodowej powierzchni wewnętrznych oraz informacje dotyczące projektowania i aplikacji ochrony katodowej, wykonywania pomiarów, odbioru, eksploatacji i konserwacji.

W końcowej części normy (punkty 10-16) przedstawione są specyficzne wymagania dotyczące wewnętrznej ochrony katodowej różnych obiektów, jak domowe podgrzewacze wody, urządzenia przemysłowe do podgrzewania i magazynowania wody, urządzenia o zmiennym poziomie napełnienia (skraplacze), zbiorniki filtracyjne, studnie, rurociągi i rurowe wymienniki ciepła.

Norma zawiera ponadto dwa aneksy A i B. Aneks A ma charakter normatywny i podaje sposób sprawdzania potencjału anod galwanicznych.

Aneks B, o charakterze informacyjnym, określa zakresy potencjału ochrony katodowej stali niskostopowej względem elektrod chrosrosrebrnych w różnych typach wód.

Normę kończy wykaz pozycji bibliograficznych (8 pozycji).

Biorąc pod uwagę zakres stosowania, norma specyfikuje obiekty, czyli konstrukcje, metale i środowiska wodne, jakie należy rozpatrywać przy ochronie katodowej powierzchni wewnętrznych. Środowiskiem korozyjnym może być woda różnego typu (cyrkulująca, nieruchoma, zimna lub gorąca). Warunkiem podstawowym jest, aby jej przewodnictwo elektrolityczne było wyższe od 1 mS/m.

Norma obejmuje nie tylko ochronę katodową konstrukcji stalowych, ale również wykonanych z innych metali: miedzi i jej stopów, ołowiu, cyny, cynku, aluminium, zarówno stosowanych pojedynczo, jak i w zestawieniach z różnymi metalami.

Kryteria ochrony katodowej

Następny punkt normy dotyczy kryteriów ochrony katodowej. Zwraca się w nim uwagę, że potencjał ochrony jest wielkością zmienną, zależną od wielu czynników, jakie wpływają na granicę faz metal-elektrolit. Dużą uwagę przywiązuje się w nowej normie do doświadczeń praktycznych, które powinny być decydujące w tym względzie.

Bardzo trafne jest sformułowanie, że jedynym kryterium, które nie podlega wątpliwości jest brak korozji stwierdzony przez inspekcję. A więc, jeśli udaje się niepodważalnie

wykazać, że proces korozji został zahamowany, to jest to najbardziej przekonująca informacja (żadne wyniki pomiarów potencjału tak naprawdę tego nie dowodzą).

I jeszcze jedno ważne sformułowanie (na co zwraca się obecnie coraz większą uwagę) – wszystkie wyniki pomiarów potencjału powinny być pozbawione składowej IR.

W tabeli 1 zestawione są zalecane wartości potencjału ochrony i granicznego potencjału krytycznego (którego nie powinno się przekraczać) dla różnych metali w wodach.

Tab. 1. Zalecane wartości potencjału ochrony względem standardowej elektrody wodorowej

Metal	Roztwór elektrolitu	Potencjał ochrony, E_H	Graniczny potencjał krytyczny
		V	
Żelazo i stal niskostopowa	Woda zimna obojętna	-0,55	
	Woda gorąca	-0,65	
	Woda kwaśna lub zawierająca bakterie	-0,65	
Stal niskostopowa połączona ze stalą odporną na korozję	Woda zimna lub gorąca	-0,55	Patrz przypis ^{a)}
Stal odporna na korozję	Woda zimna lub gorąca	-0,1	Patrz przypis ^{b)}
Miedź i stopy miedzi	Woda zimna lub gorąca	-0,20	
Cyna	Woda zimna lub gorąca	-0,35	-1,0
Cynk	Woda zimna lub gorąca	-0,90	-1,0 ^{b)}
Ołów	Woda zimna obojętna	-0,33	-0,65
Glin i jego stopy z magnezem i manganem	Woda zimna lub gorąca	-0,45	-0,80 ^{b)}
	Woda morska	-0,55	-0,80 ^{b)}
Stopy glinu z cynkiem	Woda zimna lub gorąca	-0,60	-0,80
	Woda morska	-0,70	-0,90
Tytan	Woda morska		-0,75
<p>a) Potencjały ochrony, jak również graniczne potencjały krytyczne dla stali ferrytycznych i martenzytycznych będą każdorazowo określone na podstawie testu. Nie istnieje graniczny potencjał krytyczny dla stali austenitycznej.</p> <p>b) Glin i cynk nie mogą być polaryzowane do tak ujemnego potencjału, że szybkość reakcji anodowej staje się pomijalna. Metale te podlegają samorzutnej ochronie przez produkty ich utlenienia. Polaryzacja katodowa może uporządkować to początkowe utlenianie.</p>			

W pierwszych wierszach tabeli zawarto dane na temat żelaza i stali. Potencjał podany został względem SEW. Dalsze dane dotyczą potencjałów ochrony metali niezależnych (miedzi, cyny, cynku, ołowiu...) w różnych wodach.

W uwagach autorzy normy przypominają, że niektóre metale amfoteryczne (cynk, glin) nie powinny być zbyt silnie polaryzowane katodowo, gdyż jest to dla nich niebezpieczne. Za ochronę odpowiedzialne są w tych przypadkach głównie tworzone na ich powierzchni warstwy produktów korozji.

Projektowanie ochrony katodowej

W następnych punktach normy sprecyzowane zostały wymagania odnośnie projektowania wewnętrznej ochrony katodowej. Podkreślana jest znana prawda, że projektowanie musi być podejmowane przez kompetentny personel mający dostateczną wiedzę i doświadczenie.

Zalecane jest dokładne rozważenie, czy stosowanie ochrony katodowej będzie miało wpływ na funkcjonowanie chronionej konstrukcji. Istotny jest również dobór odpowiedniej powłoki ochronnej współpracującej z ochroną katodową.

Norma określa główne czynniki warunkujące projektowanie i stosowanie ochrony katodowej, takie jak obecność różnych metali, przewodność elektrolitu, ciągliwość elektryczna konstrukcji, rozkład i gęstość prądu, właściwości powłoki ochronnej.

Dużą wagę przywiązuje się w normie do eliminowania lub minimalizowania niepożądanych efektów ubocznych, takich jak wydzielanie gazowego wodoru lub chloru oraz produktów korozji.

Ważnym czynnikiem przy projektowaniu jest założony czas życia konstrukcji, w którym ochrona katodowa musi działać skutecznie i niezawodnie.

Projektując wewnętrzną OK należy uwzględnić cały szereg wymienionych w normie czynników. Należy uwzględnić w szczególności obecność różnych metali i tak dobrać parametry pracy, aby objąć ochroną metale najbardziej elektroujemne. Jeśli jest to niemożliwe, to trzeba rozdzielić elektrycznie części konstrukcji.

Przy stosowaniu złącz izolujących należy minimalizować zagrożenie wywołane korozją elektrolityczną.

Starannego doboru wymagają anody, zarówno galwaniczne, jak i zasilane z zewnętrznego źródła prądu.

Norma określa również wymagania odnośnie źródeł prądu polaryzującego i lokalizacji elektrod odniesienia.

Ścisłe sprecyzowane zostały warunki, w których dozwolone jest opróżnianie i otwieranie konstrukcji chronionych katodowo oraz środki zaradcze stosowane przy ich niestabilnej pracy.

Pomiary skuteczności ochrony

Norma uwzględnia również pomiary skuteczności działania systemu ochrony katodowej. Podaje sposoby oceny jakości odizolowania anod od katod i złącz izolujących określając wymagane wartości rezystancji (dla złącz powyżej 100 Ohm przy obecności elektrolitu i powyżej 500 Ohm bez elektrolitu).

Norma opisuje sposób pomiaru prądu stałego zwracając uwagę na możliwe do popełnienia błędy związane z rezystancją wewnętrzną amperomierza.

Opisana została procedura pomiaru rezystancji powłoki oraz istotne elementy pomiarów potencjału konstrukcji z uwzględnieniem poprawki na obecność spadku napięcia IR.

W dalszej części norma precyzuje warunki odbioru instalacji ochrony katodowej. Dopuszczalne są różnice potencjału między poszczególnymi elektrodami odniesienia w zakresie ± 50 mV. Podana została wymagana częstość dokonywania pomiaru potencjału (2 miesiące po uruchomieniu systemu ochrony katodowej). Mogą być czasowo akceptowane wartości potencjału mniej ujemne niż wymagane w projekcie.

Należy również sprawdzić, czy system zapewnia wystarczający prąd do utrzymania ochrony katodowej w najgorszych warunkach.

Prąd wyjściowy anod galwanicznych powinien być szczególnie kontrolowany w warunkach, gdy konstrukcja jest niepokryta powłoką lub posiada powłokę o niskiej rezystancji.

Nowa norma precyzuje dość dokładnie wymagania odnośnie eksploatacji i konserwacji systemów wewnętrznej ochrony katodowej.

W uwagach ogólnych stwierdza się, że skuteczność ochrony może być oceniana na trzy sposoby: poprzez tradycyjny pomiar potencjału, inspekcję wizualną powierzchni i monitorowanie procesów korozyjnych, a w szczególności użycie kuponów korozyjnych lub czujników rezystancyjnych. Wypada tu zaznaczyć, że właśnie takie podejście wprowadzone zostało z powodzeniem od wielu lat w SPZP CORRPOL.

Norma zaleca określoną częstość dokonywania kontroli różnych urządzeń, i tak stanu technicznego zasilaczy – co najmniej raz na rok, parametrów OK – w odstępach podyktowanych doświadczeniem, początkowo raz na miesiąc, zaś anod galwanicznych – co najmniej raz na rok.

Na koniec warto dodać parę słów na temat aneksu A dotyczącego kontroli potencjału elektrodowego anod galwanicznych. W załączniku opisana została dokładnie procedura takiego testu.

Pomiary dokonuje się na odpowiednich próbkach stopu protektorowego, które ekspozuje się przez 1 dobę w gorącym roztworze wodnym chlorku sodu (temperatura 60°C , stężenie 0,001 M). Potencjał mierzy się w warunkach polaryzacji anodowej prądem o gęstości $50 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Za pozytywny uznaje się wynik, jeśli potencjał jest bardziej ujemny niż $-0,9$ V względem SEW.

Podsumowanie

Należy stwierdzić dużą przydatność nowej normy w warunkach krajowych. W Polsce brak było dotychczas odpowiednich norm z zakresu ochrony katodowej obiektów metalowych od strony wewnętrznej. Norma EN 12499 została starannie opracowana i porządkuje cały szereg zagadnień związanych z projektowaniem ochrony katodowej, jej aplikacją, odbiorem, eksploatacją i konserwacją łącznie z oceną skuteczności działania.