

Aniela GLINICKA

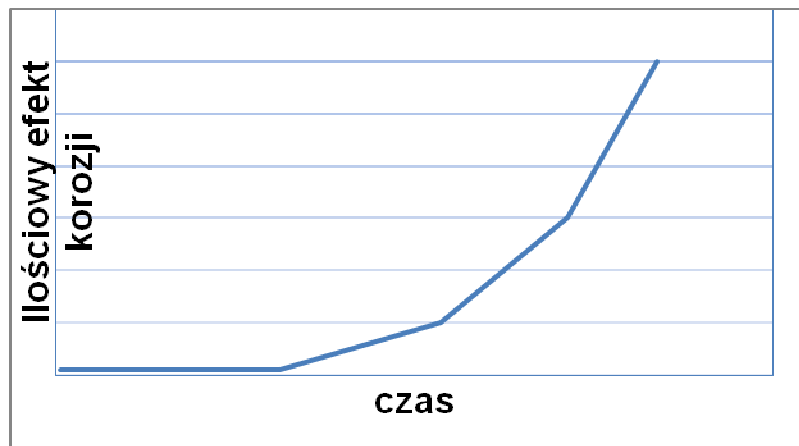
EFEKTY DZIAŁANIA SŁABO STEŻONYCH ŚRODOWISK AGRESYWNYCH NA PRÓBKI Z METALI KONSTRUKCYJNYCH

Streszczenie

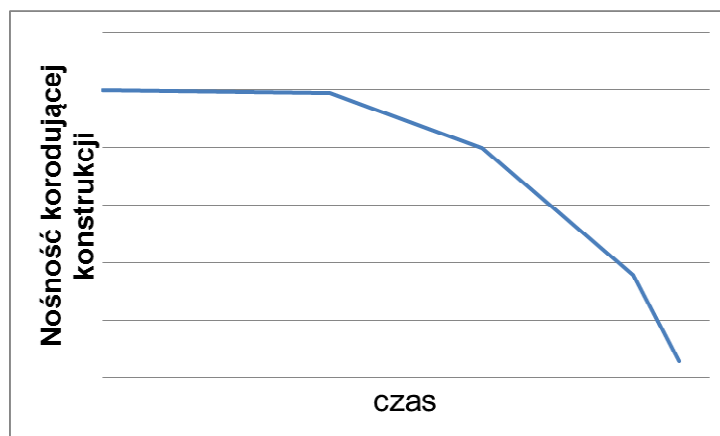
W artykule zaprezentowano efekty działania mediów agresywnych, którymi były: 5% roztwór wodny kwasu solnego, 5% roztwór wodny kwasu siarkowego i 5% chlorek sodu rozpuszczony w wodzie destylowanej. Roztworami kwasów i chlorkiem sodu działano w laboratorium na próbki z metali konstrukcyjnych. Procesy korozji były przeprowadzone w czasie 384 godziny, 720 godzin, 1416 godzin. Określono szybkości korozji. Przeprowadzono dyskusję wyników badań pod kątem dalszej przydatności tych próbek do celów konstrukcyjnych.

WSTĘP

Korozja to niepożądany proces niszczenia materiałów i elementów konstrukcji. Po długim okresie czasu działania środowiska bardzo słabo agresywnego (np. atmosfery) oraz po znacznie krótszym okresie czasu działania środowiska agresywnego (np. roztworów kwasów) na metale konstrukcyjne, doprowadza ona do zniszczeń powodujących ograniczenia eksploatacyjne. Zależność czas korozji - wymierny efekt korozji (np. rosnący ubytek grubości próbki lub przyrost zarysowań na próbce) jest zawsze w relacji odwrotnej do zależności czas korozji - wybrana miara osłabienia elementu konstrukcji. Pierwsza z nich jest przedstawiana poglądowo krzywą rosnącą, a druga krzywą malejącą. Na rys. 1 i 2 przedstawiono te zależności.



Rys. 1. Zależność: ilościowy efekt korozji – czas korodowania



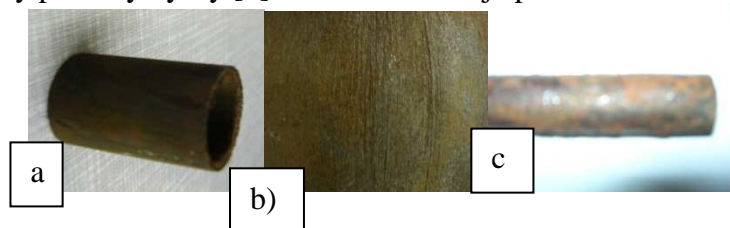
Rys. 2. Zależność: nośność konstrukcji – czas korodowania (degradacji konstrukcji)

Zaistnienie określonego ilościowego efektu korozji, takiego, który powoduje określone w konkretnych przypadkach osłabienie konstrukcji stanowi granicę, do której konstrukcja może być eksploatowana bez napraw, tj. bez wzmocnień lub wymiany jej części.

W wypadku korozji równomiernej za graniczną szybkość korozji dla celów aplikacyjnych przyjmuje się wartość średniego rocznego ubytku grubości elementu równą 0,1 mm [4].

1. WIZUALNE EFEKTY KOROZJI BADANCH PRÓBEK

Efekty korozji obserwowano nieuzbrojonym okiem i jednocześnie wyznaczono szybkość korozji. Na rys. 3 - 6 zilustrowano widoczne efekty korozji pochodzące z badań własnych. Przedstawione na rys. 3 próbki były wykonane ze stali węglowej S235JR: próbka pokazana na rys. 3a i 3b była (razem z serią próbek) korodowana w 5% roztworze HCl w kuwecie przez 59 dób (tj. 1416 h) [1], próbka pokazana na rys. 3c była (razem z serią próbek) korodowana w komorze mgły solnej przez 16 dób (tj. 384h). Warunki testu w tej komorze przyjęto zgodnie z normą PN-ISO 7253:2000. Środowisko mgły solnej zostało utworzone przez rozpuszczenie chlorku sodu w wodzie destylowanej do stężenia 50g/l. Solanka była rozpylona w sposób ciągły przy pomocy dyszy [2]. Zaszła tu korozja pod osadem solanki.



Rys. 3. Makroskopowe efekty korozji próbek ze stali węglowej S235JR: a) i b) – próbka skorodowana w 5% roztworze kwasu solnego, c) próbka skorodowana w komorze mgły solnej.

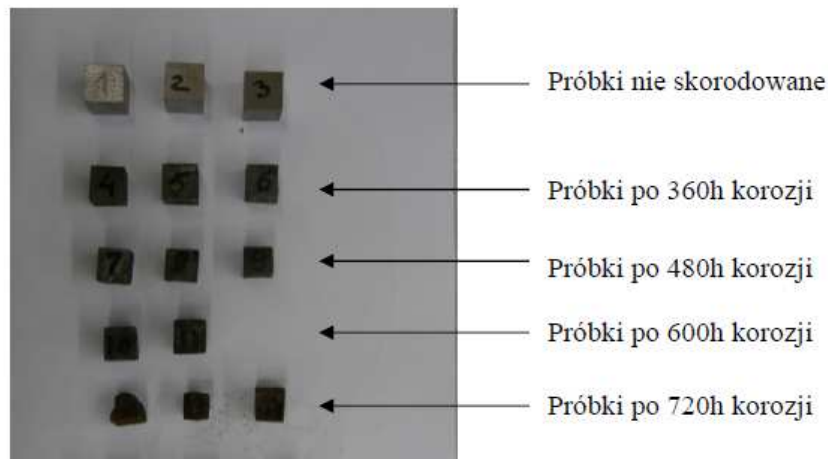
Przedstawione na rys. 4 próbki ze stali nierdzewnej 0H17N12M2 nie były korodowane (górny rysunek) i były skorodowane w 5% roztworze H_2SO_4 w kuwecie (dolny rysunek). Czas korozji wynosił 720h. Jak widać, nie ma na ich powierzchni zmian korozyjnych. Na rys. 5 pokazano rurę ze stali węglowej RST34 skorodowaną w 5% H_2SO_4 w kuwecie w czasie 720h; rura ta była pokryta na zewnątrz warstwą z polipropylenu (z PP), która po procesie korodowania została usunięta (korozja zaszła tylko od strony wewnętrznej tej rury). Na rys. 6 przedstawiono próbki z żeliwa sferoidalnego niestopowego skorodowane w czasie 720h w roztworze kwasu siarkowego [6].



Rys. 4. Widok próbek ze stali nierdzewnej 0H17N12M2 niekorodowanych i korodowanych w 5% roztworze kwasu siarkowego.



Rys. 5. Widok skorodowanej próbki ze stali węglowej RST34 w płaszczu z polipropylenu.



Rys. 6. Widok skorodowanych próbek z żeliwa sferoidalnego niestopowego w 5% roztworze kwasu siarkowego.

Z przedstawionych wyników badań, w postaci zdjęć makroskopowych, można wnioskować orientacyjnie o efektach zmian korozyjnych. Są one różne przy działaniu na różne metale różnymi mediami. W tym wypadku nie zaszła korozja na próbkach ze stali nierdzewnej (była to stal chromowo niklowa) oraz zaszła bardzo silna korozja na próbkach z żeliwa sferoidalnego. Zatem, stal ta może być stosowana dalej bez uwzględnienia zmian nośności elementów, a żeliwo to nie może być dalej stosowane na elementy nośne. Pozostałe przypadki zostaną przedyskutowane w następnym rozdziale.

Należy tu nadmienić, że makroskopowy sposób wizualnej oceny obiektów korodujących, jest stosowany przy wykonaniu i odbiorze antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych [3], który ma służyć jak najlepszemu utrzymaniu tych konstrukcji. Zalecenia przedstawione w opracowaniu [3] zawierają dużo szczegółów, nie utrzymanie tych zaleceń niesie za sobą ograniczenia eksploatacyjne oraz może doprowadzić do awarii.

2. SZYBKOŚĆ KOROZJI

Szybkość korozji elementu i zarazem spadek wartości bezpiecznych parametrów nośności konstrukcji zależą od warunków ekspozycji. Inne są wartości szybkości korozji tej samej konstrukcji w różnych warunkach ekspozycji. Przykładowo w tab. 1 [5] przedstawiono

wartości średnie szybkości korozji liniowej na wysokości konstrukcji zanurzonych w wodzie morskiej (np. ścianki szczelne, pale rurowe, pale H, próbki wycięte).

Tab. 1. Średnia szybkość korozji elementów ze stali węglowej pionowo zanurzonych w wodzie morskiej wg [5]

Lp.	Strefa	Szybkość korozji [mm/rok]
1	Strefa atmosfery	0,128
2	Strefa ponad poziomem przypliwów	0,272
3	Strefa przypliwu	0,083
4	Strefa odpływu	0,047
5	Strefa zanurzenia	0,090
6	Strefa denna (mułu)	0,070

Analogicznie szybkości korozji rur ze stali węglowej S235JR, użytej do badań własnych, w różnych warunkach ekspozycji zostały przedstawione w tab.2. Korodowane w 5% HCl rury stalowe miały jednakowy przekrój poprzeczny (o wymiarach: średnica zewnętrzna $d=20$ mm i grubość ścianki $g=2$ mm) i różne długości. Jak widać, wartości szybkości korozji okazały się zależne od warunków ekspozycji i od wymiarów rur.

Tab.2. Zestawienie wyników badań rur ze stali S235JR korodowanych w roztworze 5% HCl

Lp.	Miejsce ustawienia kuwety w laboratorium	Długości próbek [mm] o stałym przekroju	Szybkość korozji [mm/rok]
1	Nasłonecznione, kuweta otwarta	30	1,83
2	Zaciemnione, kuweta zamknięta	111	0,92
3	Zaciemnione, kuweta zamknięta	236	0,78
4	Zaciemnione, kuweta zamknięta	320	0,55

Na podstawie tab. 2 można określić średnią szybkość korozji tej stali w zaciemnionym miejscu; jest ona 0,75 mm/rok. W tab. 3 zestawiono średnie szybkości korozji liniowej badanych krótkich rur małych średnic ze stali węglowych w agresywnych mediach.

Tab. 3. Zestawienie średnich szybkości korozji rur ze stali węglowych w agresywnych środowiskach

Lp.	Środowisko korozyjne rur	Materiał rur	Szybkość korozji [mm/rok]
1	Zamknięta kuweta, 5% HCl	S235JR	0,75
2	Otwarta kuweta pod wyciągiem, 5% H ₂ SO ₄	RST34, płaszcz z PP	1,8
3	Komora mgły solnej; NaCl	RST34, płaszcz z PP	0,2

3. PRZYKŁAD OBNIŻENIA NOŚNOŚCI RURY

Rozważmy przypadek korozji równomiernej, to znaczy takiej, która powoduje równomierne zmniejszenie grubości ścianek rury. Załóżmy, że rury korodujące w tempie o wartościach zestawionych w tab. 3 są osiowo rozciągane. Przyjmijmy, że nieprzekraczalny przyrost naprężenia normalnego przy osiowym rozciąganiu rury nie może przekroczyć 2%. Obliczmy czas, w którym dojdzie do takiego wzrostu naprężenia. Trzeba uwzględnić w obliczeniach, że rura ze stali gatunku S235JR koroduje na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni, a rura ze stali gatunku RST34 w płaszczu z PP koroduje tylko na powierzchni wewnętrznej. Zestawienie obliczonych wartości zamieszczono w tab. 4.

Tab. 4. Zestawienie ubytku grubości ścianek rur i czasu użytkowania korodujących rur do chwili przekroczenia naprężenia przy osiowym rozciąganiu o 2%

Lp.	Działanie środowiskiem korozyjnym	Materiał rur	Rury: wymiary promienia zewnętrznego, wewnętrznego; [mm]	Ubytek grubości ścianki; [mm]	Czas użytkowania [doby]
1	5% HCl, wewnątrz i na zewnątrz rury	Stal S235JR	10, 8	0,039	18
2	5% H ₂ SO ₄ , wewnątrz rury	Stal RST34	11; 10,25	0,015	3
3	Komora mgły solnej, NaCl; wewnątrz rury	Stal RST34	11; 10,25	0,015	27

Z wyników zawartych w tab. 4 widać, że czas użytkowania elementów poddanych działaniu wymienionych środowisk agresywnych, które w pierwszej chwili nie wydają się być bardzo silne, jest krótki i wynosi tylko odpowiednio 18 lub 3 lub 27 dób.

PODSUMOWANIE

Tak zwane, słabo stężone media agresywne, którymi były: 5% roztwór wodny kwasu solnego, 5% roztwór wodny kwasu siarkowego i 5% chlorek sodu rozpuszczony w wodzie destylowanej silnie zadziałały na rury ze stali węglowej S235JR, ze stali węglowej RST34 w zewnętrznym płaszczu z polipropylenu i bardzo silnie na żeliwo sferoidalne niestopowe. Tylko próbki ze stal nierdzewnej 0H17N12M2 okazały się być całkowicie odporne na działanie 5% roztworu kwasu siarkowego. Żeliwo sferoidalne koroduje tak szybko w 5% roztworze kwasu siarkowego, że w ciągu kilku godzin przestaje nadawać się do użytku. Natomiast wymienione stale węglowe korodują w badanych mediach agresywnych w takim tempie, że przekroczenie naprężenia normalnego przy osiowym rozciąganiu z powodu ubytku grubości ścianek nastąpi odpowiednio po czasie 18 lub 3 lub 27 dób jak przedstawiono w tab. 4. Przy czym roztwór 5% kwasu solnego działa słabiej na stal węglową niż roztwór 5% kwasu siarkowego.

EFFECTS OF THE OPERATION OF WEAKLY CONCENTRATED AGGRESSIVE ENVIRONMENTS ON SAMPLES FROM STRUCTURAL METALS

Abstract

In this article one presented effects of the action of aggressive media which they were: 5% the aqueous solution of the muriatic acid, 5% the aqueous solution of the vitriolic acid and 5% the sodium chloride dissolved in the distilled water. In these media were carried out processes of the corrosion of samples from structural metals; in the laboratory. The time of the corrosion carried out 384 hours, 720 hours, 1416 hours. There remained designated speeds of the corrosion. There was carried out discussion of results of research at an angle of the further usefulness of these samples to the construction.

BIBLIOGRAFIA

1. Glinicka A., Kruk M.: *Wpływ korozji na właściwości mechaniczne stali niestopowej*. Theoretical Foundation of Civil Engineering. Polish – Ukrainian – Lithuanian Transactions. 2008, s. 421 –427.
2. Glinicka A., Kruk M.: *Analiza eksperymentalna wyboczenia niesprężystego prętów stalowych poddanych korozji w komorze mgły solnej*. Drogi i Mosty 3/2010, s. 5 – 22.
3. Królikowska A.: *Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych*. Wyd. IBDiM. Warszawa 2006.
4. Meller M., Pożoga T.: *Wybrane zagadnienia korozji i utrzymania kominów przemysłowych*. Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2003.
5. Reve R. W.: *Uhling's corrosion handbook*, John Wiley & Sons, INC. New York 2000.
6. Wasilewska K., Glinicka A.: *Efekty krótkotrwałego działania kwasów na próbki metalowe*. Theoretical Foundation of Civil Engineering. Polish – Ukrainian – Lithuanian Transactions. 2012.

Autor:

**Dr hab. inż. Aniela GLINICKA, prof. PW - Politechnika Warszawska,
Szkola Wyższa im. B. Jańskiego.**