

GLINICKA Anielsa

WYBRANE BADANIA EKSPERYMENTALNE NAD PROBLEMEM KOROZJI ELEMENTÓW I KONSTRUKCJI BUDOWLANÝCH

Streszczenie

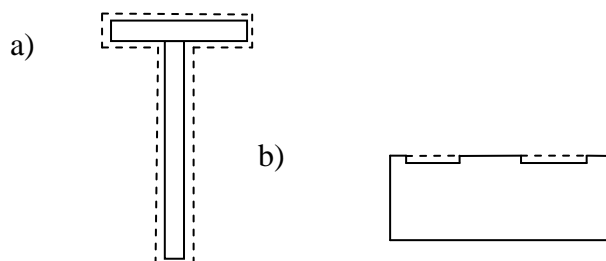
W niniejszej pracy omówiono istotę procesu korozji, wyszczególniono jej groźne typy i czynniki sprzyjające jej rozwojowi. W szczególności usystematyzowano badania doświadczalne nad problemem korozji konstrukcji i elementów konstrukcji. Przedstawiono wybrane przykłady badań doświadczalnych korodujących i skorodowanych elementów konstrukcji i opisano jak zostały one wykonane. Badania dotyczą zmian parametrów nośności i odkształcalności elementów, tempa korozji oraz czasu użytkowania konstrukcji. Zamieszczone przykłady pochodzą z literatury i z badań przeprowadzonych w laboratorium uczelnianym. Eksperymenty dostarczają rzeczywistych wyników, co jest bardzo ważne w złożonych problemach korozji konstrukcji.

WSTĘP

Korozja materiałów i elementów konstrukcji może wywoływać różnorodne skutki, które analizuje się z punktu widzenia jednej lub kilku dziedzin wiedzy. Jako przykładowy obiekt ulegający korozji weźmy magistralę wodociągową [8]. W konstrukcji, jaką jest żeliwny rurociąg rozprowadzający wodę, korozja wpłynęła na spadek nośności rur, przyczyniła się do zwiększenia chropowatości przewodów, spowodowała uszkodzenia szczelności zasuw sieci oraz doprowadziła do zanieczyszczenia wody pitnej. A więc w przypadku magistrali żeliwnej skutki korozji można rozpatrywać w punktu widzenia konstrukcji rurociągu, zanieczyszczenia wody, rozwoju procesów korozyjnych, termodynamiki, inżynierii materiałowej, technologii itd. Weźmy inny, znany z literatury [6] obiekt, jakim jest most z betonu sprężonego Ynysygwas w Porcie Talbot w Wielkiej Brytanii. Działanie atmosfery nasyconej chlorkiem sodu na konstrukcję z betonu sprężonego spowodowało w efekcie końcowym nagłą awarię płyty, pociągającą za sobą zawalenie się mostu. W przypadkach takiego typu zniszczenia korozyjnego obiektu, tu będącego w ciągu komunikacyjnym, możliwe są wypadki samochodowe. Ten przykład, tak samo jak przykład pierwszy, świadczy o tym, że korozja ma wpływ nie tylko na obiekty, a też w sposób pośredni na ludzi.

W niniejszym opracowaniu korozja będzie rozpatrywana i oceniana w ramach mechaniki konstrukcji. Weźmy np. stal konstrukcyjną. Ulega ona korozji w atmosferze, w wodzie, w roztworach wodnych, w agresywnych mediach takich jak np. kwasy, w glebie, w parze, w gazie, na styku dwóch metali (tj. stal odpowiednio w kontakcie z aluminium i jego stopami, z magnezem i jego stopami, z kadmem, z cynkiem). Ostatecznym produktem korozji jest rdza o czerwono-brunatnym kolorze. Po makroskopowej ocenie plam korozyjnych i wżerów można podjąć decyzję o potrzebie i sposobie konserwacji stalowych konstrukcji obiektów mostowych [12].

Stosunkowo najmniej groźna w odniesieniu do obiektów stalowych jest korozja równomierna [20] (wówczas powierzchnia jest zaatakowana prawie równomiernie) oraz korozja punktowa i plamowa (ponieważ plamy płytko wnikają w powierzchnię); rys. 1. Takie typy korozji jak: wżerowa, szczelinowa podpowierzchniowa, międzykrystaliczna oraz śródkrystaliczna są groźniejsze, ponieważ ich efekty makroskopowo są prawie niewidoczne lub niewidoczne. Innymi typami groźnej korozji są: korozja naprężeniowa i zmęczeniowa, ponieważ prowadzą one do pęknięcia metali.



Rys. 1. Kształty zniszczeń korozyjnych: a) korozja równomierna, b) plamy korozyjne

W celu zabezpieczenia stali przed korozją, stosuje się następujące metody technologiczne lub konstrukcyjne: pokrywanie powierzchni powłokami malarskimi, metalicznymi (np. powłoki cynkowej na konstrukcje stalowe), z tworzyw sztucznych (np. powłoki z polipropylenu na rury ze stali węglowej), zastosowanie stali trudnordzewiejących i stali nierdzewnych, wykonywanie nadatków korozyjnych (np. powiększanie grubości elementów), zachowanie szczegółowych zaleceń przy projektowaniu (np. unikanie przekrojów skrzynkowych otwartych do góry w środowiskach o podwyższonej korozyjności), stosowanie tego samego materiału na śruby, co na elementy łączone itd. Wymienione wyżej zabezpieczające działania na konstrukcjach podnoszą ich trwałość.

Przy ocenie trwałości konstrukcji bierze się pod uwagę szybkość korozji. Szybkość korozji i zarazem spadek wartości bezpiecznych parametrów nośności i użyteczności konstrukcji zależy od warunków ekspozycji. Jako przykład prześledźmy szybkość korozji elementów ze stali węglowej (ścianki szczelne, pale rurowe, pale H, próbki wycięte) zagłębionych w strefie dna morskiego na różnych wysokościach wody morskiej, tab. 1. Jak widać, w tabeli 1 określono sześć szybkości korozji tej samej konstrukcji, z których największa jest ponad wodą.

Prognozowanie strat korozyjnych na podstawie znajomości szybkości korozji jest wystarczające w wypadku korozji równomiernej. Jeśli wystąpi korozja lokalna (praktycznie nie można zdefiniować jej szybkości), obiekt może stać się bezużyteczny nawet przy nieznacznych wartościach szybkości korozji równomiernej, bo powstaną wżery, szczeliny, pęknięcia. Jako przykład weźmy tu opisaną w pracy [5] korozję lokalną dolnej półki stalowego dźwigara mostu kolejowego, która znajdowała się w najgorszych warunkach ekspozycji. Doprowadziła ona do zagrażającego bezpieczeństwu konstrukcji wyboczenia kształtownika.

Złożone problemy korozji powinny być rozpatrywane lokalnie i globalnie oraz z różnych punktów widzenia.

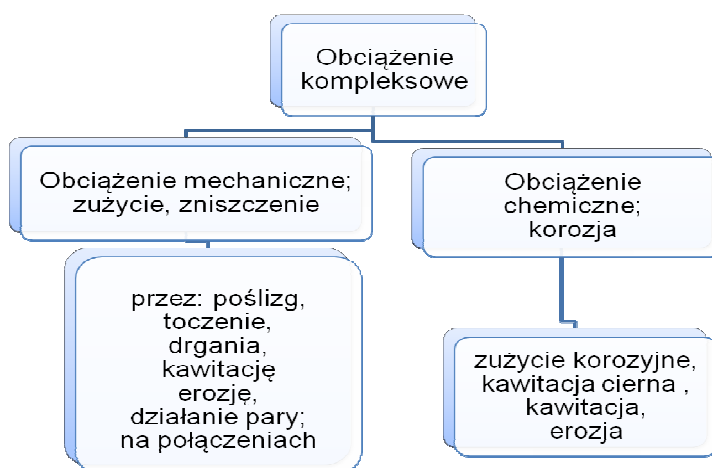
Tab. 1. Średnia szybkość korozji morskiej pali stalowych w pionie wg [21]

| Strefa | Szybkość korozji [mm/rok] |
|--------------------------------|---------------------------|
| Strefa atmosfery | 0,128 |
| Strefa ponad poziomem przyływu | 0,272 |
| Strefa przyływu | 0,083 |
| Strefa odpływu | 0,047 |
| Strefa zanurzenia | 0,090 |
| Strefa denna (mułu) | 0,075 |

1. SYSTEMATYZACJA BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

Badania mechaniczne elementów konstrukcji i konstrukcji ogólnie można podzielić na eksperckie (na potrzeby nadzoru) i naukowe (wykonywanie w celach poznawczych i na potrzeby techniczne). Badania mogą być prowadzone w laboratorium (na modelach lub próbkach) oraz w warunkach rzeczywistych (na konstrukcjach). W laboratorium badania można prowadzić jako:

- a) badania mechaniczne elementów po procesie korozji,
- b) badania kompleksowe elementów i próbek; tj. mechaniczno-chemiczne, w których do badań mechanicznych dołączono środowisko korozyjne; dotyczy to przede wszystkim badań zmęczeniowych. Wówczas schemat interakcji między obciążeniami jest taki, jak pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat interakcji między zniszczeniem, a korozją.

W dalszym ciągu przedstawiono przykłady badań konstrukcji i elementów konstrukcji stalowych, żelbetowych i zespolonych poddanych procesowi korozji:

1. Badania konstrukcji rzeczywistej, tu skorodowanej od spodu płyty mostu stalowego na autostradzie [4].

Do oceny efektów korozji, tj. wżerów, na zniszczonej stali zastosowano pomiary ultradźwiękowe; zmierzono grubości płyty. Następnie, celem dalszego utrzymania mostu, wykonano zabezpieczenia antykorozyjne pokrywając oczyszczoną płytę cynkiem i taśmą cynkową. Ponieważ korozja może spowodować znaczącą redukcję w okresie użytkowania, istotne jest wymiarowanie grubości płyty z naddatkiem. Do oceny skutków korozji w płytach mostowych włączono teorię niezawodności.

2. Badania konstrukcji rzeczywistej, tu skorodowanego dźwigara stalowego mostu [13].

Według faktycznych danych pochodzących z kontroli mostu określono trzy różne prędkości korozji dźwigara stalowego w warunkach rzeczywistych. W pobliżu podpory, tj. lokalnie, korozja najbardziej zniszczyła ten dźwigar. Następnie prowadzono obliczenia MES.

3. Badania elementów konstrukcyjnych w laboratorium, tu wybočenja skorodowanych kątowników stalowych [2].

Kątowniki stalowe skorodowane zostały w laboratorium (korozja galwaniczna), następnie zostały one poddane próbom ściskania. Takim samym próbom poddano ich niekorodowane odpowiedniki. Został wyznaczony wpływ skutków korozji na nośność przy ściskaniu i porównany z analitycznymi metodami określającymi utratę masy.

4. Badania rur stalowych dużych średnic z defektami korozyjnymi [3, 18, 19].

Przeprowadzono badania, w skali naturalnej, serii rur stalowych z symulowanymi wadami korozyjnymi. Symulowano je przez miejscowo pocienioną ściankę. Rury były poddane czteropunktowemu zginaniu w temperaturze otoczenia. Na rurze o pocienionej ściance wykazano efekt wyboczenia lokalnego w próbie zginania. Eksperyment weryfikował wyniki rozwiązań teoretycznych.

5. Badania dużych belek żelbetowych skorodowanych miejscowo w laboratorium [15].

Badania były prowadzone w dwóch etapach. W pierwszym etapie przeprowadzono proces korozji miejscowej na belkach. Zachodził on w 5% NaCl w specjalnych zbiornikach ze stali nierdzewnej usytuowanych w środkowej górnej części belek (korodowało tylko zbrojenie górne). W belkach żelbetowych korozja prętów rozciąganych jest bardziej niebezpieczna, niż prętów ściskanych, ponieważ sam beton pracuje na rozciąganie bardzo słabo. Belki były skorodowane przez cztery dni i przez dwa dni suszone. Maksymalny czas zachodzenia tego procesu to 20 dni. W drugim etapie była przeprowadzona na stanowisku badawczym w laboratorium próba nośności belek pod obciążeniem długotrwałym. Pomierzono odkształcenia na powierzchni betonu.

6. Badania dużych belek żelbetowych skorodowanych miejscowo w laboratorium c.d.[16].

Badania obejmowały próby zginania belek ze skorodowanym zbrojeniem i ich reparację pod obciążeniem. Badania przeprowadzono na potrzeby techniczne.

7. Badania belek żelbetowych w quasi-naturalnej skali (153×254×3000 mm) skorodowanych miejscowo w laboratorium c.d.[17].

Badano rozwój rys korozyjnych i ich szybkości. Wartości szerokości rys korozyjnych (wynikające z utraty masy stali) są używane przez inżynierów do przewidywania poziomu korozji stali, jak również nośności resztkowej przy zginaniu skorodowanych konstrukcji.

8. Badania belek żelbetowych zbrojonych włóknami stalowymi w laboratorium [7].

Tak samo jak pręty zbrojeniowe, korodują stalowe włókna SFRC zbrojenia i to powoduje zarysowanie betonu. Jeśli belki zbrojone będą obciążane, to do zarysowań korozyjnych dochodzą zarysowania spowodowane wzrastającym obciążeniem. Jednak korozja jest tu mniej aktywna w porównaniu z korozją stalowych prętów zbrojeniowych betonu.

9. Badania skorodowanych, w środowisku chlorkowym, próbek z betonu sprężonego [6].

Jak już powiedziano w punkcie 2 niniejszego opracowania, skutki korozji w konstrukcjach żelbetowych sprężonych mogą być bardzo poważne. Na ogół są one groźniejsze, niż w konstrukcjach żelbetowych, ponieważ występują duże naprężenia w stali sprężającej. Przeprowadzono badania laboratoryjne serii próbek betonowych ze stałą sprężającą. Badania dotyczyły korozji naprężeniowej.

10. Badania laboratoryjne przyczepności skorodowanej stali do betonu na próbkach [1, 22].

Przeprowadzono, tak zwane, testy „pullout” na walcowych próbkach betonowych z centralnie umieszczonym zbrojeniem. Budowa ich była wariantowana [22] ze względu na materiał, średnice prętów i długości interfejsu od dna słupa do środka pręta. Próby „pullout” były obserwowane przez videomikroskop.

Przeprowadzono, tak zwane, testy „pulloff” na walcach betonowych z centralnym prętem zbrojeniowym włączając do tego zagadnienie ochroniony przed korozją [1]. Zastosowano dwa rodzaje warstwy ochronnej, tj. warstwę z cementu zmodyfikowanego polimerem i warstwę cementu. Przeprowadzono laboratoryjny proces korozji (cykle zwilżanie/suszenie) chlorkowej.

11. Badania elementów konstrukcji zespolonych stalowo - betonowej w laboratorium [14].

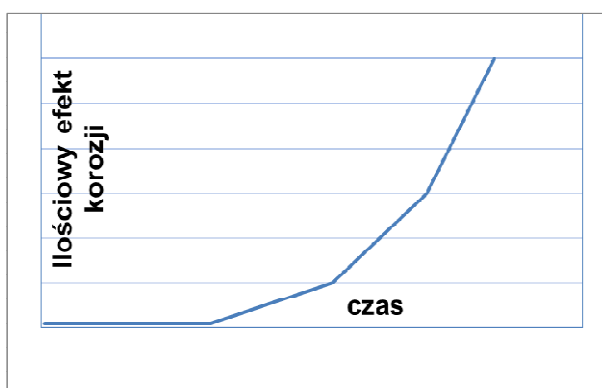
Przeprowadzono badania eksperymentalne rur stalowych wypełnionych betonem na potrzeby norm przedmiotowych. Stosowano obciążenie kompleksowe (chemiczne NaCl i mechaniczne łącznie). Wykonanie tego rodzaju badań wymaga zapewnienia specjalnych warunków na stanowisku badawczym, które zapewniają izolację środowiska agresywnego od innych części stanowiska.

12) Badania efektów korozji na konstrukcji rzeczywistej, tu na żelbetowych słupach mostu [23].

Prowadzono badania nad utrzymaniem mostu na potrzeby nadzoru. Badania były wykonywane w ciągu 20 lat tego nadzoru w celu porównania stanu korozyjnego słupów w przyjętych odstępach czasu. Rezultaty wykorzystano w obliczeniach statycznych.

Rozwój zniszczeń korozyjnych konstrukcji zachodzący w czasie można przedstawić na przykładzie betonu w następującej kolejności:

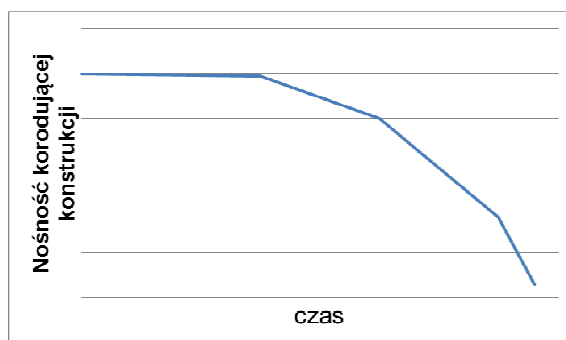
- w pierwszym etapie, inicjacji, substancje agresywne wchodzi w kontakt chemiczny z warstwą powierzchniową.
- w drugim etapie korozja zachodzi na powierzchni i jest ekspansywna, a jej produkty wywierają pewien wpływ na naprężenia.
- w trzecim etapie korozja powoduje odejmowanie cząstek materiału (po zarysowaniu) od elementu i jego kruszenie.
- w czwartym etapie postępujące zniszczenia korozyjne doprowadzają do znikania całych fragmentów elementu i do jego całkowitego zniszczenia; rys. 2.



Rys. 2. Ogólny charakter przebiegu narastania ilościowego efektu korozji betonu

Podczas, gdy rozwój zniszczeń korozyjnych jest rosnący, rys. 2, (np. rośnie szerokość rozwarcia rys w betonie i równocześnie pojawia się ich coraz więcej lub w konstrukcji stalowej następuje coraz większy ubytek jej grubości), to związana z tym nośność elementu konstrukcji jest malejąca, rys. 3.

Krzywe pokazane poglądowo na rys. 2 i 3 mogą być opisane różnymi funkcjami, takimi jak funkcje wykładnicze, logarytmiczne, liniowe, odcinkowo liniowe i inne. Określa się je na podstawie badań lub w pewnych przypadkach technicznych mogą być one jako przyjęte na podstawie norm lub konkretnych przepisów branżowych. Koniec krzywej oznacza tak zwany koniec „życia konstrukcji”, czyli koniec okresu jej trwałości.



Rys. 3. Ogólny charakter przebiegu degradacji nośności elementu korodującego

2. PRZYKŁADY WŁASNYCH BADAŃ DOŚWIADCZALNYCH

Badania mechaniczne prowadzono po badaniach korozyjnych [9, 10, 11]. Proces korozji zachodził w warunkach laboratoryjnych; był przyśpieszony; w różnych przypadkach wynosił on od 336 h do 1344 h. Środowiska korozyjne to: chlorek sodu, roztwory kwasu solnego, siarkowego i azotowego. Korozja zachodziła w komorze mgły solnej lub w kuwetach, rys. 4. Badano zachowanie się ściskanych skorodowanych krótkich rur ze stali S235JR o różnych smukłościach [9]. Przedstawiono analizę wyznaczonych doświadczalnie zależności siła - przemieszczenie w pełnym zakresie obciążenia.



Rys. 4. Widok skorodowanej rury w komorze mgły solnej

Prowadzono badania wpływu wrażliwości skorodowanej stali węglowej na prędkość obciążenia (w zakresie prędkości od 3mm/min do 120 mm/min) [22]. Na rys. 5 przedstawiono stanowisko badawcze. Okazało się, że stal o niskim stopniu skorodowania nie utraciła tej wrażliwości, która przejawia się tym, że im większa jest prędkość obciążenia, tym granica plastyczności jest wyższa.



Rys. 5. Widok próby rozciągania skorodowanej rury



Rys. 6. Widok próby ściskania skorodowanej kostki betonowej

Prowadzono też badania zmian własności mechanicznych niektórych materiałów po korozji; np. betonu zwykłego [11], rys. 6. Nastąpiło w tym przypadku zmniejszenie wytrzymałości na ściskanie.

PODSUMOWANIE

Badania eksperymentalne prowadzone zarówno na konstrukcjach rzeczywistych jak i na modelach konstrukcji oraz na próbkach w laboratoriach dostarczają obiektywnych danych, które dalej mogą być wykorzystane w zarówno w eksperymentalnej jak i w teoretycznej analizie oceny skutków korozji. Jest prawie niemożliwe, żeby straty korozyjne bez doświadczenia dobrze symulować numerycznie i przyjmować teoretycznie. Na podstawie badań doświadczalnych konstrukcji rzeczywistych i elementów konstrukcji poddanych korozji ocenia się ich parametry mechaniczne znacznie dokładniej. Przeprowadzone obliczenia powinny być przynajmniej weryfikowane wynikami eksperymentu.

Szkody korozyjne to poważny problem dotyczący stanu technicznego konstrukcji. Większość z nich jest poddana działaniu korozji środowiskowej, która może wpłynąć na obniżenie ich nośności. Aktualnie dopuszczone metody oszacowania wpływu korozji na uszkodzone elementy są typu wizualnego. W wyniku takiej ich kontroli decyduje się, które elementy mogą być używane, a które wymagają znacznej konserwacji. Jest duża potrzeba dokładniejszej metody szacowania, takiej która mogłaby być stosowana, aby uwiarygodnić decyzje dotyczące kosztów i bezpieczeństwa. Taką metodą jest monitoring.

Opis skutków korozji i jej rozwoju jest złożony. Modele propagacji zniszczeń korozyjnych opracowane na podstawie badań w laboratorium, nawet w warunkach zbliżonych do warunków rzeczywistych, nie są w stanie dokładnie odwzorować złożoności warunków środowiskowych korodującej konstrukcji rzeczywistej, a więc ocena jej trwałości może okazać się też przybliżona. Dobrze jest wykonać opracowanie statystyczne wyników pomiarów.

Przy ocenie wpływu efektów korozji na konstrukcję istotna jest znajomość pracy konstrukcji, ponieważ są obszary mniej lub bardziej wytężone, a w tych drugich zachodzi większe niebezpieczeństwo zniszczenia.

Korozja zawsze jest analizowana z uwzględnieniem czasu jej trwania. Bardzo trudno jest na podstawie badań prowadzonych w czasach krótkich ekstrapolować wyniki z dobrą dokładnością na czasy długie (np. z godzin na lata). Wg literatury przedmiotu najlepiej jest, kiedy czas stosowany w badaniach jest tylko w niewielkim stopniu ekstrapolowany poza jego zakres trwania.

Wtedy kiedy mogą zajść niespodziewane zniszczenia korozyjne, konstrukcja powinna być koniecznie zabezpieczona przed korozją.

BIBLIOGRAFIA

1. Al-Zahrani M.M., Al-Dulaijan S.U., Ibrahim M., Saricimen H., Sharif F.M., *Effect of waterproofing coatings on steel reinforcement corrosion and physical properties of concrete*. Cement & Concrete Composites 24, pp. 127-137. Elsevier 2002.
2. Beaulieu L.-V., Legeron F., Langlois S., *Compression strength of corroded steel angle members*. Journal of Constructional Steel Research 66, pp. 1366-1373. Elsevier, 2010.
3. Chen Y., Li X., Chai Y.H., Zhou J., *Assessment of the flexural capacity of corroded steel pipes*. International Journal of Pressure Vessels and Piping 87, pp. 100-110. Elsevier 2010.
4. Damgaard N., Walbridge S., Hansson C., Yeung J., *Corrosion protection and assessment of weathering steel highway structures*. Journal of Constructional Steel Research 66, pp. 1174-1185. Elsevier 2010.

5. Fakuda. M., Fujii K., Nakayama T., Matsui S., *An Evaluation Method for the Remaining Strength of a Plate Girder with Local Corrosion under Sleepers*. Procedia Engineering 14 pp. 2285 -2293. Elsevier, 2011.
6. Fumin L., Yingshu Y., Chun-Qing L., *Corrosion propagation of prestressing steel strands in concrete subject to chloride attack*. Construction and Building Materials 25, pp. 3878 - 3885. Elsevier, 2011.
7. Granju J-L., Ullah Balouch S., *Corrosion of steel fibre reinforced concrete from the cracks*. Cement and Concrete Research 35, pp. 572- 577, Elsevier 2005.
8. Glinicka A., Wasilewska K., *Korozja magistrali wodociągowej*. Przegląd komunalny. 2/2011, s. 48 - 51.
9. Glinicka A., Kruk M., *Analiza eksperymentalna wyboczenia niesprężystego prętów stalowych poddanych korozji w komorze mgły solnej*. Drogi i Mosty 3/2010, s. 5 – 22.
10. Glinicka A., Ajdukiewicz C, Winzer R., *Badanie i ocena wpływu zmian prędkości odkształcenia na stal w początkowej fazie skorodowania*. TRANSCOM – International Conference Computer System Aided Science, Industry and Transport. Logistyka nr 6/2009, CD.
11. Glinicka A., Ajdukiewicz C., Wasilewska K., *Przykład zmian własności mechanicznych betonu zwykłego poddanego korozji - badania doświadczalne*. XVIII Russian – Slovak – Polish Seminar Theoretical Foundations of Civil Engineering. Proceedings Moscow – Arhangelsk 1.07 – 5.07.2009, OW PW, Warsaw 2009, s 229 – 234.
12. Królikowska A., *Zalecenia do wykonania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych*. Wyd. IBDiM. Warszawa 2006.
13. Liu C., Miyashita T., Nagai M., *Analytical Study on Shear Capacity of Steel I-Girders with Local Corrosion nearby Supports*. Procedia Engineering 14, pp. 2276-2284. Elsevier, 2011.
14. Lin-Hai Han, Chao Hou a, Qing-Li Wang., *Square concrete filled steel tubular (CFST) members under loading and chloride corrosion: Experiments*. Journal of Constructional Steel Research 71, pp.11-25, Elsevier 2012.
15. Malumbela G., Alexander M., Moyo P., *Lateral deformation of RC beams under simultaneous load and steel corrosion*. Construction and Building Materials 24, pp. 17- 24. Elsevier 2010.
16. Malumbela G., Alexander M., Moyo P., *Variation of steel loss and its effect on the ultimate flexural capacity of RC beams corroded and repaired under load*. Construction and Building Materials 24, pp. 1051-1059. Elsevier 2010.
17. Malumbela G., Moyo P., Alexander M., *Influence of corrosion crack patterns on the rate of crack widening of RC beams*. Construction and Building Materials 25, pp. 2540-2553. Elsevier 2011.
18. Miyazaki K, Kanno S, Ishiwata M, Hasegawa K, Ahn SK, Ando K., *Fracture and general yield for carbon steel pipe with local wall thinning*. Nuclear Engineering and Design 211, pp. 61-68. Elsevier 2002.
19. Miyazaki K, Kanno S, Ishiwata M, Hasegawa K, Ahn SK, Ando K., *Fracture of carbon steel pipe with local wall thinning subject to bending load*. Nuclear Engineering and Design 191, pp.195 – 204, Elsevier 1999.
20. Rahgozar R., *Remaining capacity assessment of corrosion damaged beams using minimum curves*. Journal of Constructional Steel Research 65, pp. 299–307. Elsevier, 2009.
21. Reve R.W., *Uhling's corrosion handbook*, John Wiley & Sons, INC. New York 2000.
22. Soylev T.A., Francois R., *Quality of steel–concrete interface and corrosion of reinforcing steel*. Cement and Concrete Research 33,pp. 1407-1415. Elsevier 2003.
23. Tapan M., Aboutaha R.S., *Effect of steel corrosion and loss of concrete cover on*

strength of deteriorated RC columns. Construction and Building Materials 25, pp. 2596–2603, Elsevier 2011.

CHOSEN EXPERIMENTAL STUDIES OVER THE PROBLEM OF THE CORROSION OF ELEMENTS AND BUILDING STRUCTURES

Abstract

This article has a review character. Were presented, coming from the literature and from own research, chosen examples of experimental research over the corrosion of constructions and elements of the construction. Were presented different manners of the exercise of experimental research. Also in this work were described the creature of the process of the corrosion, one specified her threatening types and factors favoring to her development. These investigations concerned the fall in value of the capacity, the fall in value of parameters of the functional quality, the tempo of the corrosion and the in-service time of the construction. Experimental tests deliver real and objective results, what is very important in analyses of problems of concerning corrosions.

Autor:

dr hab. inż. Aniela Glinicka, prof. PW – Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki
Warszawskiej