

Stale nierdzewne stosowane w budynkach krytych pływalni

Streszczenie

W publikacji omówiono możliwości zastosowania stali nierdzewnych na elementy wyposażenia w budynkach krytych pływalni. Przedstawiono ogólne zalecenia podczas stosowania stali nierdzewnych w takich warunkach oraz scharakteryzowano możliwe do zastosowania gatunki stali nierdzewnych. Zwrócono również uwagę na możliwość wystąpienia korozji naprężeniowej elementów ze stali nierdzewnych w atmosferze krytych pływalni oraz wskazówki odnośnie prawidłowego doboru gatunków stali nierdzewnych na elementy wyposażenia oraz elementy złączone.

Stal nierdzewna, jako materiał konstrukcyjny

Stal nierdzewna jest powszechnie stosowana, jako materiał konstrukcyjny ze względu na jej wysoką odporność korozyjną lub atrakcyjny wygląd wykończenia powierzchni w połączeniu z doskonałym wskaźnikiem wytrzymałości do wagi. Elementy ze stali nierdzewnej powinny być magazynowane, przenoszone i instalowane zgodnie z odpowiednimi zasadami, co zapewni utrzymanie wysokiej, jakości ich powierzchni. Jest to szczególnie ważne dla elementów z wykończeniem powierzchni po wyżarzaniu jasnym, wykończeniu teksturowanym, dekoracyjnym i barwnym lub malowanym wykończeniu powierzchni. Na wszystkich etapach wytwarzania, transportowania, przenoszenia, składowania i montażu należy unikać zanieczyszczenia powierzchni elementów ze stali nierdzewnej przez cząstki metaliczne żelaza i stali węglowej. Ma to zapobiec zbieraniu się na powierzchni cząstek stali węglowej, które będą rdzewieć i przebarwiać powierzchnie.

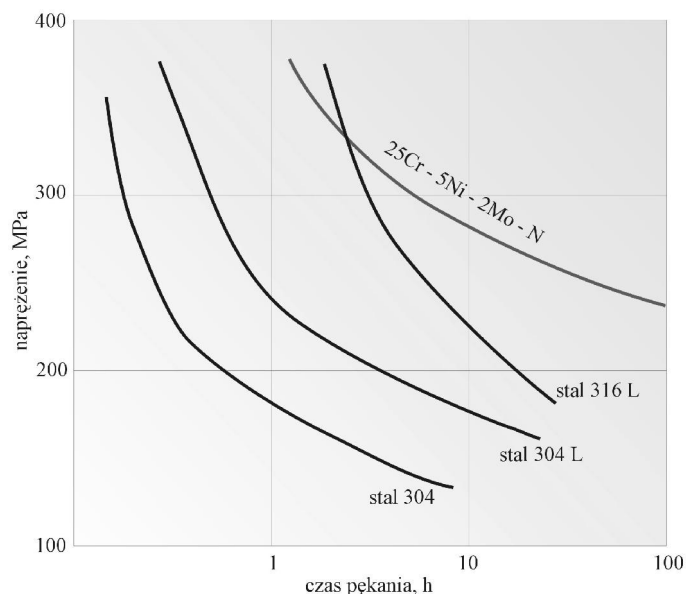
Zalecenia podczas stosowania stali nierdzewnych:

- Nie dopuszczać w czasie transportu i magazynowania do kontaktu ze stalą węglową,
- Stosować gładkie i czyste powierzchnie,
- Stosować elementy złączne z tego samego materiału,
- Nie stosować nieodpowiednich i zanieczyszczonych narzędzi (używanych do obróbki innych stali w tym szczególnie stali węglowych),
- Do czyszczenia powierzchni należy stosować wełnę i szczotki wykonane ze stali stopowej, a piaskowanie wykonywać czystym środkiem, który nie był wcześniej użyty do czyszczenia stali węglowych.

Korozja naprężeniowa

Zjawisko korozji naprężeniowej jest wynikiem połączonego oddziaływania naprężeń i środowiska. Proces korozji naprężeniowej prowadzi do inicjacji pęknięć, które nawet po bardzo długim czasie inkubacji szybko rozprzestrzeniają się, powodując uszkodzenie urządzenia. Zjawisko to jest trudne do wykrycia przed etapem, w którym osiągnie stan zagrażający sprawności instalacji. Korozja naprężeniowa stali nierdzewnych zachodzi w środowisku roztworów zawierających chlorki i kondensujące pary z wody zawierającej chlorki. Stale o strukturze ferrytycznej oraz stale ferrytyczno-austenityczne są odporne na ten rodzaj korozji. O odporności na ten typ korozji w stalach dwufazowych ferrytyczno – austenitycznych decydują głównie warunki obróbki cieplnej. Na korozję naprężeniową są

podatne stale zawierające relatywnie duży udział fazy ferrytycznej i stale o dużej zawartości azotu, które po przesycaeniu chłodzi się na powietrzu. Zastosowanie stali duplex jest ekonomicznym rozwiązaniem, wykazują one odporność na korozję naprężeniową w znacznie wyższych temperaturach w porównaniu do stali austenicznych (rys. 1).



Rys. 1. Odporność na działanie korozji naprężeniowej we wrzącym 42% $MgCl_2$ stali ferrytyczno-austenicznej typu 25Cr-5Ni-2Mo-N oraz wybranych stali X2CrNiMo17-12-2 (AISI 316L), X2CrNi18-9 (AISI 304L), X5CrNi18-10 (AISI 304).

Elementy niebędące zarówno elementami konstrukcyjnymi a także nie są poddane ciągłemu obmywaniu przez wody basenu (takie jak na przykład elementy przewodów wentylacyjnych) zaleca się wytwarzać ze stali przynajmniej gatunku 316 lub o wyższej odporności korozyjnej, przy zachowaniu odpowiedniej dbałości o jakość wykonania powierzchni takich elementów. Im bardziej niedostępny i trudniejszy w konserwacji oraz okresowej inspekcji jest dany element wtedy generalnie zależy stosować gatunki o wyższej odporności korozyjnej. Przy doborze stali na elementy pracujące w tak agresywnym środowisku (baseny, pływalnie) należy starannie przeanalizować warunki pracy danego elementu np. czy istnieje możliwość czyszczenia jego powierzchni ze skroplonej pary wodnej, itp. Zastosowanie stali nierdzewnych w takich warunkach może powodować jej korozję - gatunek 304 (EN 1.4301) ulega zdecydowanie szybciej korozji niż gatunek 316L (EN 1.4404).

Stale nierdzewne w konstrukcjach pływalni często stosowane są do budowy drabinek, krat urządzeń generujących fale, poręczy, trampolin, itp. Należy jednak pamiętać, że środowisko atmosferyczne pływalni jest szczególne i z powodzeniem może powodować korozję elementów ze stali nierdzewnych, co jest wynikiem obecności chlorków w środowisku i ciągłego skraplania się pary wodnej na elementach.

Stale gatunków 304 i 316 z powodzeniem nadają się na różne elementy pływalni pod warunkiem, że będą odpowiednio konserwowane. Do najczęstszych elementów wytwarzanych ze stali gatunków 304 i 316 należą:

- w pełni zanurzone lub często zraszane elementy np. drabinki, boczne poręcze lub konstrukcje podwodne,

- elementy spryskiwane wodą z basenu, lecz nie elementy konstrukcyjne lub nośne np. osprzęt pomieszczeń przebieralni, szafka itp.,
- elementy pracujące w atmosferze basenu, lecz nie elementy konstrukcyjne lub nośne, np. elementy okładzin ściennych,
- elementy poza oddziaływaniem atmosfery basenu, np. elementy wyposażenia pomieszczeń przyległych do pływalnie – kawiarni, korytarzy, itp.

Najważniejszym czynnikiem, jaki należy brać pod uwagę stosując stale nierdzewne na elementy konstrukcyjne pływalnie jest pękanie wywołane korozją naprężeniową (*stress corrosion cracking* – SCC). Elementy konstrukcyjne i nośne, które nie są przemywane lub często czyszczone są najbardziej narażone na taki typ korozji. Można do nich zaliczyć ogólnie wszystkie elementy złączne, wsporniki zawieszanych opraw oświetleniowych, głośników, wsporniki sufitów podwieszanych; wsporniki przewodów wentylacyjnych, wsporniki ślizgawek, itp. W takich warunkach stale gatunku 304 i 316 są podatne na korozję naprężeniową i do takich zastosowań powinno się stosować austenityczne stale nierdzewne o najwyższym stężeniu pierwiastków stopowych, które wykazują zdecydowanie wyższą odporność na ten typ korozji (tab. 1). Obecnie do najczęściej zalecanych austenitycznych stali wysokostopowych przeznaczonych na elementy szczególnie narażone na wystąpienie korozji naprężeniowej należą gatunki: 1.4547 (X1CrNiMoCuN20-18-7), 1.4529 (X1NiCrMoCuN25-20-7), 1.4565 (X2CrNiMnMoN25-18-6-5).

Zastosowanie stali nierdzewnej do budowy elementów dachowych

Stal nierdzewna znajduje szerokie zastosowanie w budowie konstrukcji i elementów wyposażenia pływalni. Stale nierdzewne są z powodzeniem stosowane do budowy balustrad, okładzin drzwi, wewnętrznych paneli ściennych, a także elementów dachowych wewnątrz krytych pływalni.

Podczas zastosowania stali nierdzewnych na elementy dachu krytej pływalni należy pamiętać o niewielkiej odporności gatunków stali austenitycznej głównie 304 (EN 1.4301) i 316 (EN 1.4401) na korozję naprężeniową. W podobnych instalacjach, gdzie elementy dachu wykonano ze stali 304 (EN 1.4301) i 316 (EN 1.4401), które podlegały naprężeniom i osadzała się na nich para wodna z udziałem chlorów doszło do zniszczenia konstrukcji (rys. 2). Należy, więc do budowy takich elementów stosować stale o podwyższonej



Rys. 2. Pokrycie dachu nad pływalnią wykonane ze stali 304 [4].

odporności na korozję naprężeniową (SCC - stress corrosion cracking) oraz charakteryzujące się dobrą odpornością na korozję wżerową szczególnie, kiedy nie można często usuwać z powierzchni stali wilgoci i skondensowanej cieczy. Do gatunków spełniających powyższe wymagania o podwyższonej odporności na taką korozję należą następujące gatunki: kolejno gatunki superaustenityczne 904L (EN 1.4539) zawierające w składzie 6% molibdenu (EN 1.4547) i (EN 1.4529) oraz gatunki ferrytyczno-austenityczne typu duplex 2304 (EN 1.4362) i o wyższej odporności korozyjnej gatunek 2205 (EN 1.4462) i EN 1.4410.

Tablica. 1.

Ogólna charakterystyka stali nierdzewnych stosowanych na elementy i wyposażenia pływalni.

Oznaczeni PN-EN 10088		Oznaczenie AISI/ASTM	Ogólna charakterystyka stali
Numer stali	Znak stali		
Stale austenityczne Cr-Ni			
1.4301	X5CrNi18-10	304	Dobra odporność korozyjna Bardzo dobra podatność na kształtowanie, spawalność i udarność Podatne na korozję naprężeniową w budynkach pływalni*
1.4307	X2CrNi18-9	304L	
Stale austenityczna Cr-Ni-Mo			
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	316	Odporność korozyjna lepsza od gatunków 304/304L Bardzo dobra podatność na kształtowanie, spawalność i udarność Podatne na korozję naprężeniową w budynkach pływalni*
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	316L	
Wysokostopowe stale austenityczne Cr-Ni-Mo			
1.4439	X2CrNiMoN17-13-5	317LMN	Odporność korozyjna lepsza od gatunków 316/316L Dobra ciągliwość, spawalność i udarność Dobra odporność na korozję naprężeniową w budynkach pływalni
1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	904L	
Wysokostopowe stale austenityczne z 6% dodatkiem Mo			
1.4547	X1CrNiMoCuN20-18-7	254SMO	Doskonała odporność korozyjna Dobra podatność na kształtowanie, spawalność i udarność Dobra odporność na korozję naprężeniową w budynkach pływalni
1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7	25-6MO	
1.4652	X1CrNiMoCuN24-22-8	-	
Stale dwufazowe ferrytyczno- austenityczne typu duplex			
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	2205	Odporność korozyjna porównywalna do 904L i 317LMN Wyższa wytrzymałość Dobra odkształcalność, spawalność i udarność Dobra odporność na korozję naprężeniową w środowisku pływalni
Stale dwufazowe ferrytyczno- austenityczne typu superduplex			
1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	2507	Odporność korozyjna zbliżona do gatunków stali austenitycznych z 6% dodatkiem molibdenu, Wyższa wytrzymałość, Spawalne, Dobra odporność na korozję naprężeniową w środowisku
*Dotyczy elementów obciążonych mechanicznie – elementów sufitu niepodlegających należytej konserwacji, które nie są regularnie zmywane i splukiwane strumieniem wody.			

Podczas budowy instalacji w budynkach pływalni należy również pamiętać o zastosowaniu odpowiednich elementów złącznych. W normie PN-EN ISO 3506 [6] wyszczególniono jedynie skład chemiczny wybranych gatunków stali austenitycznych A1, A2, A3, A4, A5, martenzytycznych i ferrytycznych. Norma wskazuje, że w zastosowaniach morskich oraz im podobnych wymagane są stale o zawartości Cr i Ni około 20% i od 4,5% Mo do 6,5% Mo. Jednak nie wyszczególnia tych gatunków dokładnie, lecz powołuje się na ich skład chemiczny zgodnie z PN-EN 10088 [7]. Norma jednak w złączniku E wskazuje: "Ryzyko zniszczenia śrub i śrub dwustronnych przez chlorki powodujące korozję naprężeniową (na przykład w otwartych basenach pływackich) może być zmniejszone przez zastosowanie materiałów ..." i wymienia stale EN 1.4439, 1.4539, 1.4529, 1.4462.

W ofercie producentów istnieją elementy złączne wytwarzane ze stali odpornych na korozję (według PN-EN 10269 / PN-EN 10088 / PN-EN 10272 / PN-EN ISO 3506): A2, A3, A4, A5, EN 1.4301 (X5CrNi18-10), EN 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), EN 1.4404 (X2CrNiMo17-12-2), EN 1.4541 (X6CrNiTi18-10), EN 1.4539 (X1NiCrMoCu25-20-5), EN 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2), Duplex: EN 1.4460, EN 1.4462. Zaleca się, więc konsultacje z producentem dla uwzględnienia preferowanego gatunku stali nierdzewnej o podwyższonej odporności na korozję naprężeniową w obecności chlorków.

Do budowy elementów balustrad i poręczy w budynkach pływalni zaleca się zastosowanie gatunku stali austenitycznej EN 1.4404, która w odróżnieniu do gatunków EN 1.4301, EN 1.4307 jest bardziej odporna na oddziaływanie czynników zewnętrznych i wewnętrznych panujących w budynkach pływalni. Prawidłowy dobór gatunki do panujących warunków środowiskowych ma decydujące znaczenie. Na powierzchni elementów balustrad umiejscowionych w środowisku wilgotnym – środowisku pływalni będą oddziaływać agresywnie chemicznie związki głównie chlorki. Nieprawidłowy dobór gatunku stali lub wadliwie przeprowadzona obróbka elementu może zaowocować pojawieniem się na jego powierzchni rdzy (rys. 3). W przypadku omawianych konstrukcji należy mieć na uwadze brak możliwości systematycznego oczyszczania ich powierzchni – osuszania czy splukiwania strumieniem czystej wody.



Rys. 3. Skorodowane elementy balustrady w budynku pływalni.

Poza prawidłowym doбором gatunku stali na omawiane zastosowanie decydujące znaczenie ma prawidłowa obróbka elementów i znajomość przewodności i rozszerzalności cieplnej stali odpornych na korozję, które znacznie różnią się od tych dla stali węglowych. Gatunki austenityczne stali EN 1.4301, 1.4307, 1.4401 i 1.4404, które są najczęściej

stosowane na elementy dekoracyjne, wykazują wyższą (50%) rozszerzalność cieplną i niższą przewodność cieplną niż stale węglowe. W wyniku, czego podczas szlifowania i polerowania elementów ze stali austenitycznych, pod wpływem wytwarzanego ciepła nie może ono zostać odprowadzone tak szybko jak w przypadku stali ferrytycznych. Prędkość narzędzia i zastosowana siła powinny być odpowiednio dobrane, tak, aby skompensować ten efekt, bo w innym przypadku nadmierne nagrzewanie spowoduje przebarwienia powierzchni i jej deformację. Powinno się również unikać zbyt grubych spawów, bo prawdopodobnie spowodują one deformację elementów. Ponadto nadmierne zgrubienia na licu spawu będą wymagać dłuższej obróbki powierzchni.

Podsumowanie

Stale nierdzewne z powodzeniem można stosować w budynkach pływalni zarówno na elementy wyposażenia jak i elementy nośne. Dobierając gatunek stali nierdzewnej należy szczególnie starannie przeanalizować jego trwałe środowisko pracy, czy element będzie stale zanurzony w wodzie, czy będzie się na nim skraplać para wodna, czy będzie możliwość jego systematycznej kontroli i oczyszczania powierzchni. Dokładna znajomość tych czynników umożliwi prawidłowy dobór gatunku stali nierdzewnej. Największym zagrożeniem dla elementów konstrukcyjnym - nośnych pracujących w atmosferze basenów pozostaje korozja naprężeniowa, której można z powodzeniem uniknąć przez zastosowanie wysokostopowych stali nierdzewnych o strukturze austenitycznej i dwufazowych ferrytyczno – austenitycznych typu duplex .

Literatura

- [1]. N. Baddo, Montaż i instalacja elementów ze stali odpornej na korozję, seria budowlana, księga 10, Euro-Inox 2006.
- [2]. J. Baszkiewicz, M. Kamiński, Korozja materiałów, Oficyna Wydawnicza Pol. Warsz., 2006.
- [3]. Czyszczenie i konserwacja powierzchni ze stali odpornych na korozję w budownictwie, Euro-Inox 2002.
- [4]. C. Houska, J. Fritz, Successful Stainless Swinning Pool Design, Construction Specifier Magazine, December 2005.
- [5]. N. Baddoo, P. Cutler, Stainless steel In indoor swimming pool buildings, Technical note: Swimming, pools.
- [6]. PN-EN ISO 3506-1: 2000, Własności mechaniczne części złącznych ze stali nierdzewnych, odpornych na korozję.
- [7]. PN-EN 10088-1: 2005, Stale odporne na korozję – Gatunki.