

BALKONY I LOGGIE

Właściwości materiałowe stali stosowanej w konstrukcjach balkonów i loggii pochodzących z XIX i XX wieku

dr inż. Jan Gierczak
dr inż. Rajmund Leszek Ignatowicz
dr inż. Marek Sawicki

W ramach zagadnień związanych z problematyką remontowania, modernizowania i naprawiania balkonów w poprzednim artykule omówiono czynniki korozyjne i wpływ korozji na nośność przekrojową oraz sztywność belek balkonowych. Kolejnym dość istotnym aspektem przy wykonywaniu napraw konstrukcji balkonu jest aspekt materiałowy, uwzględniający oszacowanie granicy plastyczności, naprężeń dopuszczalnych i zmianę właściwości mechanicznych stali w wyniku starzenia się materiału.

Przed przystąpieniem do prac naprawczych lub modernizacyjnych należy poznać się szczegółowo z historią obiektu. Należy ustalić datę rozpoczęcia budowy, wszelkie remonty oraz sposób ich użytkowania przez cały okres istnienia obiektu. Pozwoli nam to oszacować gatunek stali jaki, w okresie budowy był dostępny w danym czasie. Przyjmu-

jąc stal o najgorszych parametrach, jaka w danym okresie była w produkcji, możemy oszacować granicę plastyczności stali czy też naprężenia dopuszczalne jakie były dopuszczalne do wymiarowania. Przy braku informacji, kiedy obiekt był wznoszony, potrzebne są badania materiałowe stali, określenie ich podstawowych parametrów wytrzymałościowych oraz spawalności stali.

W obiektach eksploatowanych przez kilkadziesiąt lat mogły nastąpić zmiany właściwości mechanicznych i plastycznych stali w wyniku wpływów długotrwałego użytkowania. Konieczne jest wówczas rozeznanie aktualnych właściwości stali lub zaniechanie wykorzystywania nośności plastycznej ustrojowej i przekrojowej poszczególnych elementów lub układów konstrukcyjnych.

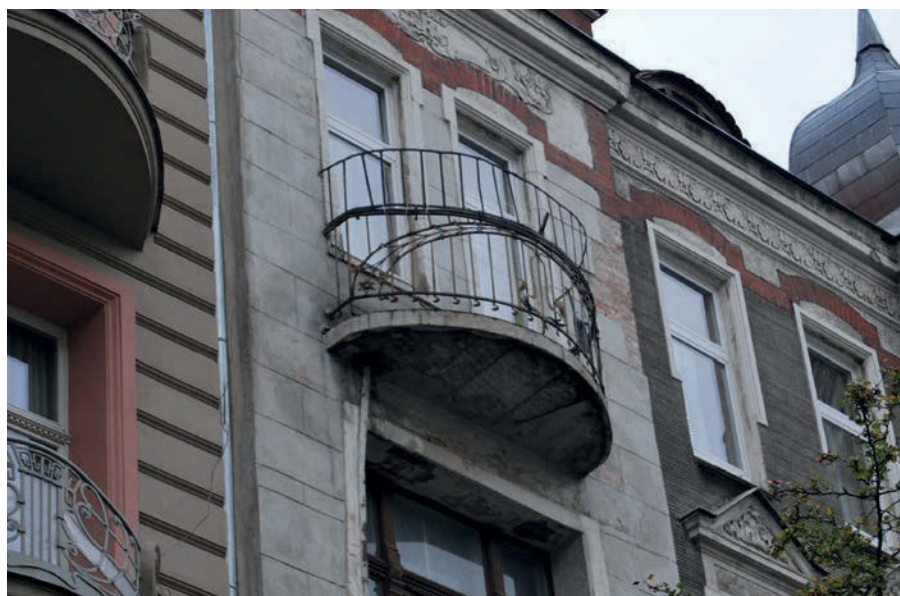
Stal zgrzewna

Najstarszym tworzywem konstrukcyjnym stalowym, jakie można spotkać w Polsce, jest stal zgrzewna. Stal zgrzewna była stosowana

na terenie Dolnego Śląska aż do roku 1904. Stal zgrzewna zastąpiła powszechnie stosowane żeliwo. Stal zgrzewna charakteryzuje się dużą rozrzutnością parametrów mechanicznych stali. Skład chemiczny stali zgrzewnych charakteryzuje się małą zawartością węgla oraz

Stale zgrzewne i wczesne stale zlewne są stalami, których obecnie właściwości mogą odbiegać dość znacznie od właściwości pierwotnych, gdyż nastąpił proces starzenia materiału.

dużą zawartością fosforu i siarki. Mała zawartość węgla powoduje starzenie się materiału. Także zawartość azotu i ich związków przyczynia się do starzenia się materiału. Starzenie materiału powoduje wzrost wytrzymałości na rozciąganie, zanik wyraźnej granicy plastycz-



Fot. 1. Balkon na płycie Kleina

ności i utratę plastyczności. Siarka i fosfor powodują podwyższenie cech mechanicznych stali, natomiast zmniejszają jego plastyczność, tzn. mniejsza jest wydłużalność stali A5. Występujący azot wpływa na kruche pęknięcia stali i pęknięcia przy spawaniu. Stal zgrzewna ze względu na występowanie azotu i ich związków nie powinna być zaliczana do stali spawalnych. Wytrzymałość na rozciąganie stali zgrzewnej wzdłuż walcowania waha się od 280 do 460 MPa. Granica plastyczności umowna waha się od 145 do 310 MPa, a moduł Younga wynosi od 170 do 200 GPa. Naprężenia dopuszczalne według norm z tamtego okresu dopuszczały wartości od 90 do 108 MPa. Wydłużalność całkowita przy zniszczeniu wynosi od 7 do 25%.

Stal zlewna

Po 1855 r. nastąpiło stopniowe zastępowanie produkcji stali zgrzewnej produkcją stali zlewnej. W stalach zlewnych zawartość węgla jest większa niż w stalach zgrzewnych, natomiast zawartość siarki i fosforu jest mniejsza. Wpływa to na lepszą wydłużalność stali. Parametry mechaniczne, tj. granica doraźna na rozciąganie i granica plastyczności stali zlewnej są zbliżone do stali zgrzewnych, jedynie moduł Younga wynosi 210 GPa i jest wartością stałą.

Stale zlewne powinny być wymiarowane tylko według teorii sprężystości, bez uwzględniania rezerw plastycznych.

Stale zgrzewne i wczesne stale zlewne są stalami, których obecne właściwości mogą odbiegać dość znacznie od właściwości pierwotnych, gdyż nastąpił proces starzenia materiału. Pod wpływem starzenia się materiał się umacnia, tzn. zwiększa się jego wytrzymałość na rozciąganie, granica plastyczności i twardość, natomiast zmniejszają się jego właściwości plastyczne – wydłużalność, przewężenie i udarność. Wskutek wzmocnienia ziaren prowadzi to niekiedy do całkowitej eliminacji wyraźnej granicy plastycznej na wykresie próbki rozciąganej. Na starzenie się stali bezpośredni wpływ mają azot i węgiel. Szczególnie szybko starzeniu podlegają stale, które zawierają mniej niż 0,10% węgla. Efekt starzenia powodowany przez azot jest większy niż ten powodowany przez węgiel. Zjawisko starzenia pod wpływem azotu może być szybsze i intensywniejsze w wyniku dokonywania w materiale zgięciu na zimno.

Wysokowęglowe, wysokowartościowe

W pierwszych latach XX wieku rozpoczęto stosowanie w konstrukcjach również stali wysokowęglowych ($C < 0,30-0,35\%$) o wytrzymałości na rozciąganie 400-550 MPa. Na początku lat dwudziestych XX wieku rozpoczęto



Zdjęcie archiwum autorów

Fot. 2. Loggia o konstrukcji drewnianej

stosowanie stali wysokowartościowych St48. Stal St48 miała naprężenia dopuszczalne 180 MPa, czyli około 30% więcej niż powszechnie stosowanej stali St37. Od roku 1925, obok stali St48, podjęto w Niemczech produkcję wysokowartościowej stali krzemowej StSi. Zawierała ona 0,08-0,18% węgla oraz 0,8-1,2% krzemu i zaliczała się do stali spawalnych. Naprężenia dopuszczalne wynosiły dla niej 210 MPa. Omówione stale tj. St37, St38 lub StSi mogą występować w obiektach na terenie północnym i zachodnim naszego kraju.

W 1937 r. ustanowiono dla konstrukcji stalowych budowlanych normę PN/B-190. Po II wojnie światowej norma ta została znowelizowana i pełniła od 1946 roku funkcję normy tymczasowej. Zaliczane są przede wszystkim gatunki stali 0W10, 0W15 i 0W20 o granicy plastyczności odpowiednio 210 MPa, 230 MPa i 250 MPa. Stale te możemy zaliczyć do stali spawalnych.

Spawalne

W drugiej połowie XX wieku zaczęto stosować stale z gatunku St3S, St4S czy też 18G2. Stale te charakteryzują się już lepszą udarnością oraz plastycznością. Nie zawierają azotu i ich związków. Stale te są odporniejsze na starzenie niż stale zgrzewne lub zlewne. Zaliczane są do stali spawalnych. Obecnie stale te są zastąpione stalami S235, S275 oraz S355.

Starzenie materiału powoduje wzrost wytrzymałości na rozciąganie, zanik wyraźnej granicy plastyczności i utratę takiej jego właściwości plastyczne, jak wydłużalność, przewężenie i udarność.

Siarka i fosfor powodują podwyższenie cech mechanicznych stali, natomiast zmniejszają jej plastyczność, tzn. mniejsza jest wydłużalność stali A5. Występujący azot wpływa na kruche pęknięcia stali i pęknięcia przy spawaniu.

Wnioski

Z powyższych rozważań można wyciągnąć wnioski, że im starszy obiekt, tym jego wzmocnianie i naprawianie jest bardziej uzależnione od materiału, z którego obiekt powstał. Rozwiązania konstrukcyjne zaproponowane przy przebudowie obiektu powinny uwzględniać możliwości materiału do łączenia poprzez spawanie, rozrzut parametrów mechanicznych, małą udarność i plastyczność stali. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim obiektów powstałych przed 1950 r. Stale zlewne powinny być wymiarowane tylko wg teorii sprężystości, bez uwzględniania rezerw plastycznych. Zasady wymiarowania konstrukcji balkonów/loggii podane zostaną w kolejnym artykule. ■

Literatura

- [1] Bodarski Z., Czapliński K., Informacje techniczne dla rzeczoznawców w zakresie spraw ogólnych oraz wybranych problemów wytrzymałości, stateczności i sztywności elementów konstrukcyjnych wykonanych z dawnych gatunków stali a także z dawnych asortymentów drewna. CEUTOB-PZITB Ośrodek we Wrocławiu, Wrocław 1986.
- [2] Jankowiak W., konstrukcje metalowe, PWN, Warszawa – Poznań 1983
- [3] Ziółko J., utrzymanie i modernizacja konstrukcji stalowych, Arkady, 1986.

W kolejnej części cyklu – Wymiarowanie konstrukcji stalowych przed przystąpieniem do remontów i napraw balkonów/loggii budynków pochodzących z XIX i XX wieku.