

PRZEBUDOWY

konstrukcji stalowych

Część 3

badania materiałowe i analiza opłacalności



dr inż. Jan Gierczak
Katedra Konstrukcji Metalowych
Politechnika Wroclawska

Przebudowa, modernizacja czy remont obiektu powinny być rozpatrywane według kategorii ekonomicznych. Realizację poprzedzić należy analizami kosztów budowy nowego obiektu, kosztów przebudowy i czasu eksploatacji obiektu po przebudowie.

Przygotowanie do wykonania ekspertyzy czy też opinii technicznej powinno rozpocząć się od zbierania materiałów informacyjnych. Jest to etap najzwyklejszy i zarazem najważniejszy. Dostęp do historii obiektu, ewentualnie części projektów, pozwala zidentyfikować materiał, z jakiego została prawdopodobnie wykonana konstrukcja. Materiały informacyjne pozwalają określić zakres niezbędnych badań, które należy wykonać, aby ekspertyza czy też opinia była kompletna i stanowiła podstawę do wykonania projektu budowlanego, a później do wykonania projektu wykonawczego.

Badania i diagnostyka

W przypadku braku możliwości ustalenia gatunku stali, z jakiej została wykonana konstrukcja, należy pobrać próbkę o wymiarach min. 20 x 20 mm do badań składu chemicznego. Do badań właściwości mechanicznych należy pobrać próbkę o długości nie mniejszej niż 300 mm. Próbkę do badań wytrzymałościowych należy przygotować zgodnie z normą PN lub PN-EN. Należy też zwrócić uwagę na możliwość zastosowania elementów konstrukcyjnych o budowie hybrydowej (np. belka dwuteowa może mieć pasy wykonane ze stali o większej wytrzymałości niż środnik dwuteownika). Ponadto może wystąpić przypadek, w którym elementy konstrukcyjne są wykonane z różnych gatunków stali (np. pasy kratownic z innej stali niż wykratowanie). W celu ustalenia gatunków stali występujących w danej konstrukcji można posłużyć się próbą iskrową. Próba iskrowa opiera się na zależności zachodzącej między składem chemicznym

stali a barwą i postacią iskier powstałych podczas szlifowania (iskrzenia) materiałów suchą tarczą ścierną. Na podstawie obserwacji snopu iskier, tj. kształtu poszczególnych iskier, ich liczby i barwy oraz sposobu, w jaki się układają w snopie, doświadczony kontroler może łatwo określić gatunek stali oraz jego skład chemiczny. Natomiast mniej wprawiony kontroler może w sposób jednoznaczny wychwycić różnice pomiędzy stalami. Dla doświadczonego spawalnika próba iskrowa pozwala określić spawalność stali [1].

Metoda badania twardości pozwala sprawdzić, czy wszystkie elementy są wykonane z tego samego gatunku stali.

Inną metodą określenia spawalności stali i zarazem jej parametrów wytrzymałościowych jest badanie twardości stali metodą Brinella, Poldiego lub metodą Vickersa [3]. Ta ostatnia metoda cechuje się dużą dokładnością wyznaczenia twardości stali. Pomiar twardości polega na wciskaniu pod zadaniem obciążeniem stalowej kulki (metoda Brinella) lub ostrosłupa diamentowego o podstawie kwadratowej (metoda Vickersa) w powierzchnię badanego elementu. Twardość oblicza się jako stosunek siły obciążającej do powierzchni odcisku. Na podstawie twardości stali możemy w łatwy sposób określić wytrzymałość doraźną stali, gdyż zachodzi relacja pomiędzy twardością a wytrzymałością na rozciąganie. Brinell wyraził tę zależność następująco:

$$f_u = a HB$$

gdzie HB – twardość wg metody Brinella [MPa]
 f_u – wytrzymałość stali na rozciąganie [MPa]
 a – stała dla stali węglowych, niehartowanych stali podeutektoidalnych $a = 0,347$.

Metoda badania twardości pozwala sprawdzić, czy wszystkie elementy są wykonane z tego samego gatunku stali.

Pomiar okresu drgań konstrukcji [3] lub wydzielonej części konstrukcji pozwala określić z dużą dokładnością ciężar własny konstrukcji wraz z obudową i innymi warstwami. W przypadku, kiedy znamy dokładnie ciężar własny konstrukcji, możemy jednoznacznie wyznaczyć sztywność giętą konstrukcji EJ lub określić rzeczywisty schemat statyczny konstrukcji. Pomiar okresu drgań własnych możemy wykonać np. tastografem. Znajomość okresu drgań własnych pozwala zweryfikować przyjęte założenia obliczeniowe. Przeprowadzone analizy obliczeniowe stanowią silny argument za tym, że przyjęte założenia, schematy statyczne i poszczególne przekroje są wiarygodne.

Analiza opłacalności przebudowy

Przebudowa, modernizacja czy remont obiektu powinny być rozpatrywane według kategorii ekonomicznych. Przebudowa obiektu powinna być poprzedzona analizami kosztów budowy nowego obiektu, kosztów przebudowy i czasu eksploatacji obiektu po przebudowie. Innymi kryteriami należy posługiwać się w przypadku obiektów przemysłowych, a innymi – w przypadku obiektów użyteczności publicznej i mieszkalnych. W szczególności

PARTNER TEMATU





Fot. arch. Mostostal, Warszawa

Hala typu Mostostal



Fot. arch. aulow

Oczekujący na przebudowę Okraglak w Opolu



Fot. Anna Rowczyńska

ści należy mieć wzgląd na ratowanie obiektów zabytkowych, w przypadku których kryterium ekonomiczne poniesionych kosztów jest kryterium niewystarczającym. Dla obiektów przemysłowych koszt przebudowy z adaptacją nowych technologii wystarczy porównać z kosztem budowy nowego obiektu. Przy właściwym podejściu i pomyśle inżynierskim koszt przebudowy z zachowaniem istniejącej konstrukcji powinien być rozwiązaniem ekonomiczniejszym. Z doświadczeń autora w zakresie wzmocniania hal przemysłowych typu MOSTOSTAL można przytoczyć dwa przypadki wzmocniania tych hal w celu zainstalowania suwnic o udźwigu 10 T. Hale typu MOSTOSTAL były stawiane w latach 70. XX wieku. Po przejściu z rynku sterowanego centralnie na wolny rynek oraz wraz ze zmieniającą się technologią produkcji w latach 90. zaczęto wzmocniać wspomniane konstrukcje.

Opłacalność przebudowy konstrukcji zależy przede wszystkim od przyjętej koncepcji wzmocnienia, na którą wpływa przede wszystkim wiedza i zaangażowanie inżyniera wykonującego projekt.

Dla dwóch takich samych hal znajdujących się w innych lokalizacjach zaproponowano dwa różne rozwiązania. W pierwszym rozwiązaniu w celu zamontowania suwnicy o udźwigu 10 T zaproponowano wykonanie nowych słupów

niezależnych od konstrukcji. Konsekwencją było wykonanie dodatkowych robót fundamentowych, naruszenie konstrukcji posadzki i przełożenie istniejących instalacji. Druga koncepcja zakładała zmianę schematu statycznego ram poprzecznych. Zmiana polegała na zamianie połączenia rygla kratowego ze słupem z przegubowego na sztywne zamocowanie. Zrealizowano to poprzez dłożenie pręta pracującego jako zastrzał w węzle ramy, tzn. przedłużono pas dolny do słupa odchylając go o 15° od poziomu. Takie podejście spowodowało spełnienie stanu granicznego nośności i użytkowania ramy pod nowe obciążenia. Wystarczyło tylko oprzeć na zainstalowanych wspornikach właściwe belki podsuwnicowe. Koszt całego przedsięwzięcia zmniejszył się ponad siedmiokrotnie, a czas wykonania wzmocnienia – aż dwunastokrotnie.

Podsumowanie i wnioski

Opłacalność przebudowy konstrukcji zależy przede wszystkim od przyjętej koncepcji wzmocnienia, na którą wpływa przede wszystkim wiedza i zaangażowanie inżyniera wykonującego projekt. Należy także podkreślić, że czas realizowania przebudowy czynnych zakładów przemysłowych jest decydujący, gdyż koszty przestoju mogą znacznie przewyższać koszty przebudowy.

Znaczna ilość uwarunkowań i wzajemne ich powiązania powodują, że powyższe rozważania nie do końca są przekonujące, gdyż należałoby je przeprowadzić dla konkretnego przypadku. Zasygnalizowano zatem niektóre tylko aspekty, mające wpływ na decyzję o celowości ekonomicznej przebudowy konstrukcji. ■

W kolejnej części cyklu: określenie i sprawdzenie stanów granicznych SGN i SGU.

Abstract

Reconstructions of steel structures. *The problem of reconstruction of existing steel buildings will be presented in an article series, which will describe aspects and issues that are important from the point of view of a correctly and rationally led building reconstruction, according to the currently binding law and to the author's personal experience.*

Bibliografia

- [1] Kowalski D., Techniki badania właściwości stali. XIV Konferencja Naukowo-Techniczna Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego Kielce-Cedzyna 2016.
- [2] Gosowski B., Kubica E., Badania Laboratoryjne konstrukcji metalowych, Oficyna Wydawnicza politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
- [3] Gosowski, B. Organek, P., Wykorzystanie nieniszczących pomiarów twardości do oceny parametrów wytrzymałościowych stali z początku XX wieku. „Inżynieria i Budownictwo 2/2016”.

O autorze

Dr inż. Jan Gierczak jest czynnym projektantem, rzeczoznawcą budowlanym, konsultantem wielu firm budowlanych o specjalności konstrukcji stalowych. Brał udział w realizacji licznych obiektów przemysłowych. Jest autorem wielu ekspertyz dotyczących projektowania i wykonawstwa konstrukcji stalowych, a także licznych projektów konstrukcji szklanych z elementami stalowymi (jak np. stalowe kraty linowe), wykonanych ze szkła hartowanego i klejonego. Jest adiunktem w Zakładzie Konstrukcji Metalowych na Politechnice Wrocławskiej.