

PRZEBUDOWY

konstrukcji stalowych

Część 5

wzmacnianie konstrukcji



dr inż. Jan Gierczak
Katedra Konstrukcji Metalowych
Politechnika Wroclawska

Metodę wzmacniania konstrukcji obiektów kubaturowych powinno się dobierać m.in. w zależności od gatunku stali, z jakiej ta konstrukcja została wykonana.

Dla stali zgrzewnej i zlewnej, której wyraźna granica plastyczności na wykresie rozciąganej próbki została zatarta w wyniku starzenia się stali, powinno się stosować stal o podwyższonej granicy plastyczności, np. S355. Zastosowanie stali o niskiej granicy plastyczności może powodować zmienną redystrybucję sił wewnętrznych, zależną od siły wewnętrznej w pręcie i odkształcenia przy osiągnięciu granicy plastyczności pręta wzmacniającego. Po osiągnięciu granicy plastyczności dalszy wzrost siły wewnętrznej przekazywany jest na pręt wzmacniany.

Dla stali zgrzewnych i zlewnych powinno się stosować połączenia na śruby sprężające lub śruby pasowane. Nie wolno stosować łączników aluminiowych lub ze stali nierdzewnej do łączenia elementów ze wszystkich gatunków stali czarnej. Może to prowadzić do powstania zjawiska korozji elektrochemicznej, gdyż metale te mają różne potencjały elektrochemiczne.

Przy wzmacnianiu dodatkowymi prętami należy pamiętać o zachowaniu symetrii wzmacnianego pręta względem pozostałych, przyległych do niego elementów. Osie poszczególnych prętów po wzmocnieniu powinny pozostać w tym samym miejscu. W przypadku konstrukcji statycznie niewyznaczalnych istotna jest również zmiana sztywności elementów, która może prowadzić do zmiany układu sił wewnętrznych w całej konstrukcji [1].

Prostowanie elementów zdeformowanych w wyniku uszkodzeń losowych w czasie eksploatacji powinno być ograniczone. Prostowanie na zimno jest możliwe dla elementów, w których wydłużenie lub skrócenie w miejscu zakrzywienia nie przekracza 10%. Przy deformacjach przekraczających 10% element konstrukcyjny należy prostować w temperaturze nieprzekraczającej zakresu 650–900°C (nie dotyczy stali zgrzewnych i zlewnych) lub po prostowaniu na zimno poddać wyżarzaniu odprężającemu. Stale

zgrzewne i zlewne z początku XX w. mogą być prostowane tylko na zimno. Elementy ze stali spawalnej powinny być prostowane na gorąco.

Wystąpienie rys i pęknięć wyklucza możliwość pozostawienia elementu bez naprawy, niezależnie od wymiarów uszkodzenia.

Wybór sposobu wzmacniania konstrukcji

Czynnikiem bardzo ważnym z punktu widzenia pracy konstrukcji jest unikanie wzmacniania konstrukcji pod obciążeniem, gdyż dodatkowy fragment np. kształtownik, płaskownik, który ma wzmacniać istniejący element, włączy się do współpracy dopiero przy dodatkowym obciążeniu. Wzmacnianie konstrukcji pod obciążeniem przez spawanie także powinno być zabronione, gdyż nakładają się wówczas dwa zjawiska tj. naprężenia spawalnicze oraz wzmacnianie konstrukcji pod obciążeniem. Przy takim wzmocnieniu praktycznie nie ma możliwości wyznaczenia rzeczywistych naprężeń w elementach.

Wzmacnianie konstrukcji metodą regulacji naprężeń odbywa się przez sprężanie, tj. czynny naciąg cięgien, działanie rozporowe, wyginanie elementów belkowych i zmianę położenia podpór. Celem tych zabiegów jest wywołanie w konstrukcji korzystnego stanu naprężeń i utrzymanie go. Wybór odpowiedniego sposobu wzmacniania konstrukcji powinien być poprzedzony pełną analizą statyczno-wytrzymałościową przy uwzględnieniu rzeczywistych warunków pracy konstrukcji. Czynny naciąg kabli lub lin stalowych uzyskać możemy przez ich wydłużenie sprężyste i zakotwienie w stanie napiętym. Naciąg elementu możemy zrealizować przez wywołanie siły rozciągającej linę lub przez podgrzanie pręta. Ciężna stalowa powinny być umieszczone w kanałach wykonanych z rur plastikowych lub cienkiej blachy stalowej. Ciężno powinno być zabezpieczone przed korozją przez wypełnienie rurek zaczynem iniekcyjnym.

Wzmacnianie konstrukcji często odbywa się przez celową zmianę schematów statycznych lub dołożenie elementów dodatkowych zmieniających układ konstrukcyjny [2].

Przykładowa przebudowa

Interesującym przykładem przebudowy, przy której miał okazję pracować autor, była adaptacja istniejącej konstrukcji obiektu dawnej cementowni w przemysłowej dzielnicy Opola – Zakrzowie na Centrum Wystawienniczo-Handlowo-Usługowe DomEXPO. Przebudowa polegała nie tylko na zwiększeniu nośności elementów w celu dostosowania zespołu budynków do nowego sposobu użytkowania i aktualnych norm, lecz także na podniesieniu jednego z dachów. Pasy górne, wykonane z dwóch ceowników 2C140 (rozstawionych w świetle $a_p = 12$ mm), wzmocniono przez dodanie dwuteownika HE120A (rys. 1) i połączono blachami wpuszczanymi pomiędzy ceownikami 2C140. Pozwoliło to nie tylko wzmocnić pas górny kraty, lecz także wyeliminować płatwie stalowe, które nie miały zdolności do przeniesienia obciążeń klimatycznych. Blachę trapezową wysokoprofilową opierano bezpośrednio na dodatkowych belkach HE120A. Przy takim rozwiązaniu płatwie służyły tylko jako zabezpieczenie pasów górnych przed wyboczeniem z płaszczyzny.

Na tym samym obiekcie zrealizowano podniesienie konstrukcji dachu o 2,5 m w celu wykorzystania poddasza jako kondygnacji użytkowej. Na rys. 2 pokazano moduł wstawiony do konstrukcji słupa kratowego. Moduł kratowy był dopasowany do istniejącej konstrukcji, a następnie skręcony śrubami M20 klasy 10.9. Po ustawieniu i wyregulowaniu konstrukcji śruby były dokręcane i sprężane. Wykorzystano przy tym charakter istniejących prętów (pręty dwugałęziste rozstawione na 12 mm). Pomiędzy pręty wstawiano blachy węzłowe o grubości 12 mm, które przekazywały obciążenia z prę-

tów istniejących na pręty dodatkowe. Wszystkie wzmocnienia wykonano ze stali S355. Spawanie konstrukcji wyeliminowano przez stosowanie połączeń na śruby sprężane. Wszystkie prace wykonano bez użycia ciężkiego żurawia, gdyż dostęp maszyny do budynku byłby utrudniony. Używano wciągarek o udźwigu do 2 ton. Budynek znajduje się pomiędzy drogami komunikacyjnymi oraz w sąsiedztwie budynków przemysłowych.

Na rys. 3 i 4 pokazano wzmocnienie stropu istniejącego wykonane przez wytworzenie układu kratowego zaproponowane przez autora niniejszego artykułu dla zakładu produkcyjnego urządzeń elektronicznych. Pas dolny (widoczny na rysunkach element dolny) składał się z istniejących belek stalowych usztywnionych stropem żelbetowym wykonanym na szalunku traconym z blachy faldowej. Krzyżulce i pas górny krat składały się z elementów dodatkowych (na rysunkach elementy górne). Na kratkach spoczywała nowa płyta żelbetowa typu Filigran. Wzmocnienie to było realizowane dla obciążenia ponadtrzykrotnie większego, tj. obciążenie użytkowe wynoszące $0,7 \text{ kN/m}^2$ zwiększono do obciążenia $2,1 \text{ kN/m}^2$. Pozwoliło to dopuścić do użytkowania wózki widłowe. Istniejące stopy fundamentowe oraz słupy również wymagały wzmocnienia, choć w znacznie mniejszym stopniu (o 50–70%) niż stropy. Wynikało to z licznych błędów wykonania stropu, co wpłynęło na jego zdecydowanie mniejszą nośność w porównaniu z pozostałą częścią konstrukcji. Zaproponowane rozwiązanie pozwoliło wzmocnić strop bez zatrzymywania produkcji na parterze, co było wymogiem koniecznym. Koszt zatrzymania produkcji był na tyle wysoki i nieadekwatny do kosztu robót, że groził upadłością zakładu. ■

Abstract.

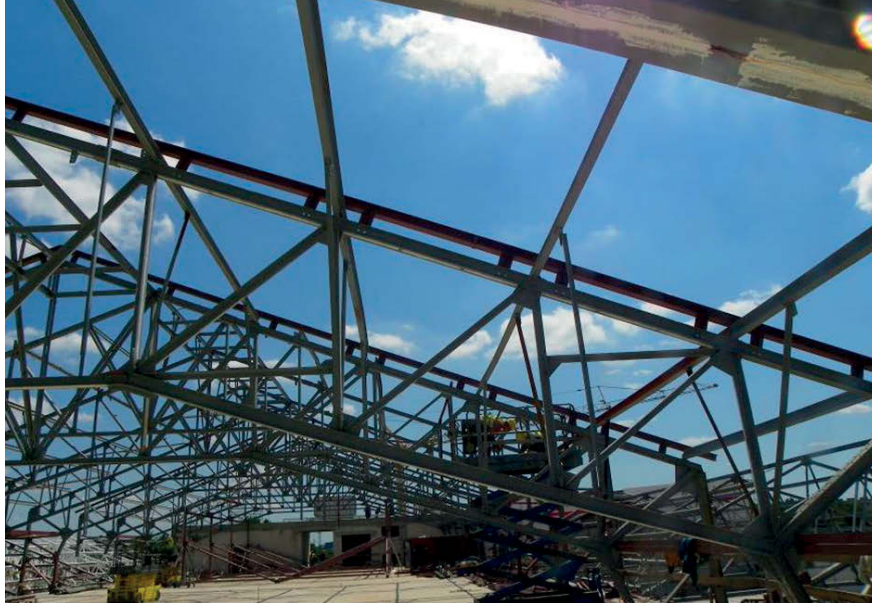
Reconstructions of steel structures. The problem of reconstruction of existing steel buildings will be presented in an article series, which will describe aspects and issues that are important from the point of view of a correctly and rationally led building reconstruction, according to the currently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

Bibliografia

- [1] Łaguna J., Wzmacnianie przekrojów elementów konstrukcji stalowych oraz informacje ogólne. XXXI Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta, Szczyrk 2016.
- [2] Kazeł M., Kowolik B., Wzmacnianie konstrukcji stalowych przez zmianę schematu statycznego. XXXI Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta, Szczyrk 2016.
- [3] Rawska-Skotniczny A., Molak E., Cítilivá revitalizace cementárny v Opole. Stavitel 11/2015.

O autorze

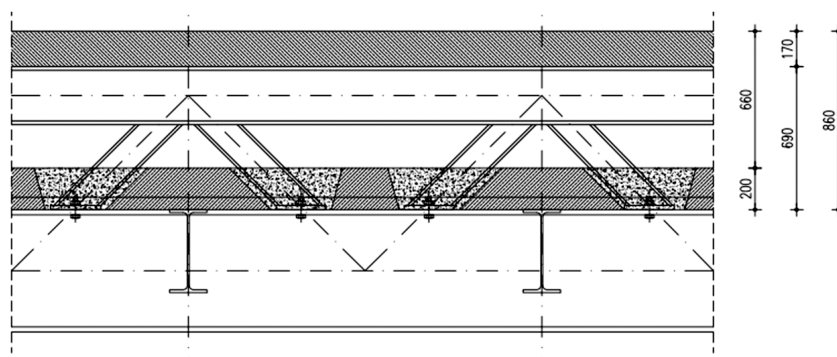
Dr inż. Jan Gierczak jest czynnym projektantem, rzeczoznawcą budowlanym, konsultantem wielu firm budowlanych o specjalności konstrukcji stalowych. Brał udział w realizacji licznych obiektów przemysłowych. Jest autorem wielu ekspertyz dotyczących projektowania i wykonawstwa konstrukcji stalowych, a także 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.



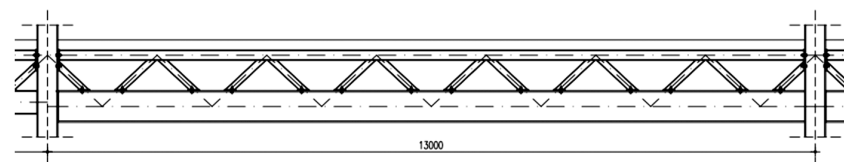
Rys. 1. Wzmocnienie pasa górnego kratownicy przez dołożenie kształtownika [3]



Rys. 2. Podniesienie konstrukcji o 2,5 m przez dodanie modułu kratowego, z zachowaniem kształtu historycznego układu nośnego [3]



Rys. 3. Wzmocnienie stropu – przekrój poprzeczny



Rys. 4. Wzmocnienie stropu – przekrój podłużny