

mgr inż. Marcin Gryniewicz
Katedra Konstrukcji Budowlanych i Architektury
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Politechnika Białostocka

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Metoda modelowania konstrukcji hal stalowych obudowanych blachą trapezową

Stalowe konstrukcje szkieletowe budynków składają się głównie z rygli, belek czy słupów. Elementy te zazwyczaj stanowią podparcia dla urządzeń, powierzchni komunikacyjnych czy obudowy. Obliczenia statyczne takich budynków wykonuje się głównie bez uwzględniania stabilizującej roli poszycia. Efekt ten znany jest pod pojęciem „współpracy tarczowej” (ang. *stressed skin diaphragm action*). Aktualnie dostępne są wytyczne pomocne w rozwiązywaniu tego typu zagadnień. Jednakże, ich praktyczne zastosowanie jest istotnie utrudnione z uwagi na stopień skomplikowania wzorów analitycznych. Dodatkowo nie umożliwiona jest analiza dowolnych kształtów budynków. Studia dostępnych metod i możliwości w zakresie obliczeń statycznych konstrukcji obudowanych doprowadziły do wniosku, że potrzebne jest opracowanie bardziej uniwersalnego i praktycznego podejścia. Głównym celem naukowym rozprawy doktorskiej jest opracowanie podstaw nowej metody modelowania konstrukcji hal stalowych pokrytych blachą trapezową.

Założeniem do proponowanej metody jest, że konstrukcja nośna budynku odwzorowana jest za pomocą typowego schematu statycznego. Może to być wykonane wykorzystując wybrane techniki (np. budowę w przestrzeni dwuwymiarowej lub trójwymiarowej). Obudowa z blachy trapezowej jest dodawana do takiego układu statycznego według zasad opisywanej metody. Zestawienie to tworzy kompleksowy model hali ze współpracującym poszyciem. W efekcie całość konstrukcji budynku może być obliczana jednocześnie w celu otrzymania sił wewnętrznych i przemieszczeń poszczególnych elementów. Rozpoznanie w zakresie alternatywy do obliczeń z zastosowaniem wzorów analitycznych wskazuje, że odpowiednim kierunkiem dla dalszych badań są techniki komputerowe, dzięki którym kompleksowe struktury mogą być efektywnie rozwiązywane. Podstawy proponowanej metody opisano rozważając ten wniosek. Jest to istotne, ponieważ głównym pomysłem jest potrzeba rozpatrywania każ-

dego łącznika oraz arkusza blachy trapezowej występujących w płaszczyźnie poszycia. Takie podejście może cechuje wysoka złożoność z uwagi na przykład na to, że choćby typowa połać dachowa budynku o niewielkich rozmiarach może składać się z kilkuset łączników i arkuszy blach. Propozycja rozwiązania tego problemu została przedstawiona w rozprawie. Geometrie dachów oraz ścian posiadają ogólnie regularne kształty oraz rozkład składowych komponentów. Pozwala to na zastosowanie technik programistycznych do budowania kompleksowych modeli, jak te wynikające ze stosowania prezentowanej metody. Procedurę opracowano z wykorzystaniem zaawansowanych funkcji programowalnych dostępnych w aplikacji do analiz statycznych. Napisany program zastosowano do budowy większości modeli obliczeniowych zastosowanych w rozprawie doktorskiej.

Metodę zweryfikowano za pomocą badań doświadczalnych oraz analitycznych. Zakres badań doświadczalnych to: fragment połąci dachowej (archiwalne badania laboratoryjne), hala stalowa (własne badania rzeczywistego budynku) oraz połączenia zakładkowe na wkręty samowiercące (własne badania laboratoryjne). Szczególnie interesujące i wartościowe okazały się badania hali o szerokości 12 m, długości 20 m oraz wysokości 4 m. Budynek badano trzykrotnie (w trzech stadiach): konstrukcja nośna nieobudowana (szkielet stalowy), konstrukcja z pokrytym dachem oraz konstrukcja w całości obudowana. Testy wykonywano wprowadzając siłę poziomą do wartości 1,5 t (15 kN), zaczepioną w głowicy słupa.

Zakres badań analitycznych obejmował wszystkie przypadki eksperymentalne. Dodatkowo wykonano analizę porównawczą względem typowych dachów, których obliczenia możliwe są do przeprowadzenia wzorami z dostępnych wytycznych europejskich. Rezultaty otrzymane z symulacji wykonanych według zasad opracowanej metody okazały się zbieżne z wynikami badań eksperymentalnych. Wszystkie obserwacje oraz studia porównawcze potwierdziły, że proponowana metoda może być stosowana do modelowania konstrukcji hal stalowych obudowanych blachą trapezową. Wymagane są też dalsze badania, między innymi w celu weryfikacji bardziej złożonych przypadków obliczeniowych.