

Wytrzymałość, stateczność i nośność belek cienkościennych o zmodyfikowanych przekrojach ceowych poddanych miejscowemu zginaniu i skręcaniu w warunkach eksploatacyjnych

Celem projektu jest ocena nośności oraz sposobu zachowania cienkościennych stalowych ceowników o zmodyfikowanej geometrii przekroju, poddanych miejscowym obciążeniom zginająco – skręcającym. Belki cienkościenne są szeroko stosowane w lekkich konstrukcjach stalowych: w regałach magazynowych, stelażach maszyn, rusztowaniach, podporach technicznych i wielu innych elementach pomocniczych. W warunkach rzeczywistych bardzo często są narażone na niestandardowe obciążenia, pomijane w klasycznych modelach projektowych. Przykładem może być sytuacja, w której pracownik w zakładzie produkcyjnym przechodzi przez linię produkcyjną (transportery przemysłowe) i kładzie stopę na półce ceownika. Miejscowe obciążenie wywołuje nie tylko zginanie przekroju, ale również skręcanie, prowadząc do utraty stateczności oraz trudnych do przewidzenia uszkodzeń.

Obecnie stosowane ceowniki są zwykle profilami walcowanymi na gorąco, są często przewymiarowanymi względem rzeczywistych potrzeb eksploatacyjnych. Wynika to m.in. z braku pełnych danych eksperymentalnych dla cieńszych, bardziej ekonomicznych przekrojów oraz z konieczności stosowania dużych współczynników bezpieczeństwa. Proponowane w projekcie podejście zakłada opracowanie nowych geometrii ceowników o zredukowanej masie i zwiększonej efektywności ekonomicznej, które lepiej radzą sobie z miejscowym zginaniem i skręcaniem, a jednocześnie pozwalają na ograniczenie zużycia materiału. W efekcie możliwe będzie obniżenie kosztów produkcji oraz ograniczenie wpływu na środowisko.

Badania zostaną przeprowadzone w dwóch etapach. Pierwszy obejmie testy eksperymentalne na rzeczywistych profilach stalowych poddawanych punktowym obciążeniom odwzorowującym sytuacje eksploatacyjne, m.in. nacisk stopy człowieka lub działanie elementu roboczego maszyny. Drugi etap to analizy numeryczne przy zastosowaniu metody elementów skończonych (MES), które pozwolą szczegółowo zbadać rozkłady naprężeń, odkształceń i formy utraty stateczności. Innowacją projektu będzie uwzględnienie rzeczywistych imperfekcji geometrycznych profili – takich jak miejscowe odchylenia, zaokrąglenia czy nierówności wynikające z procesu gięcia na zimno. W tym celu elementy zostaną zeskanowane w technologii 3D, a dokładna geometria posłuży do przygotowania modeli obliczeniowych, uwzględniających fizyczne cechy badanego elementu.

Projekt łączy podejście naukowe z inżynierską praktyką. Wyniki będą miały zastosowanie w dziedzinie inżynierii mechanicznej i budownictwie wspierając projektowanie bardziej ekonomicznych i bezpiecznych konstrukcji cienkościennych. Wiedza uzyskana w trakcie realizacji badań wypełni istniejącą lukę w rozpoznaniu zachowania ceowników pod wpływem eksploatacyjnych i złożonych obciążeń, stanowiąc duży wkład w rozwój nowoczesnych metod projektowania oraz optymalizacji zużycia materiałów. Uzyskane wyniki mogą posłużyć jako baza do formułowania zaleceń projektowych dla nowych przekrojów cienkościennych oraz rozwijania narzędzi obliczeniowych wykorzystywanych przez inżynierów w praktyce. Projekt przyczyni się również do rozwoju metod analizy elementów o nieregularnych geometriach, które dotychczas trudno było opisać numerycznie ze względu na nieregularne miejscowe i ogólne niedokładności kształtu. W dłuższej perspektywie badania mogą znaleźć zastosowanie przy opracowywaniu przyszłych zapisów normowych dotyczących lekkich konstrukcji stalowych pracujących w warunkach rzeczywistych.