

Wymagania oraz trendy projektowe stawiane współczesnym konstrukcjom motywują inżynierów do coraz bardziej efektywnego ich kształtowania. Efektywność ta dotyczy przede wszystkim optymalnego wykorzystania materiału, który powinien być ukształtowany tak, aby konstrukcja przenosiła jak największe obciążenia, a tym samym była jak najlżejsza. Pozwala to ograniczyć zużycie materiału a tym samym masę konstrukcji, co w rezultacie wpływa na obniżenie ceny a przede wszystkim na środowisko. Efektywność może również oznaczać wielofunkcyjność, a w przypadku elementów konstrukcyjnych, oprócz możliwości przenoszenia obciążenia, może zapewniać bezpieczeństwo czy lepsze warunki pracy. Wszystkie powyższe aspekty można przypisać elementom konstrukcyjnym w formie belek czy kolumn cienkościennym wykonanym w technologii gięcia na zimno. Belka, kolumna cienkościenna jest elementem wykorzystywanym w wielu dziedzinach przemysłu, tj. budownictwie (hale magazynowe, regały wysokiego składowania), w przemyśle maszynowym, motoryzacyjnym czy lotniczym (szkielety pojazdów tj. autobusy, przyczepy, maszyny rolnicze). Przedmiotem badań są belki i kolumny cienkościenne o niestandardowych przekrojach ceowych poddane czteropunktowemu zginaniu oraz ścisaniu. Belki i kolumny wykonane są z blachy walcowanej na zimno z użyciem giętarek ręcznych oraz sterowanych numerycznie. Badania doświadczalne zostaną wykonane przy użyciu nowoczesnych metod optycznych z wykorzystaniem systemów OptoCad, Aramis i Atos, które służą do bezkontaktowych dwu oraz trójwymiarowych pomiarów odkształceń a także obróbki obrazu zeskanowanej powierzchni. Zatem zaproponowane podejście da dokładniejszy wgląd w mechanizmy utraty stateczności oraz zniszczenie belek i kolumn. Rozwieje wątpliwości jakie mogą pojawiać się w przypadku klasycznych pomiarów tensometrycznych. Pozwoli również na kalibrację modeli numerycznych oraz nowo powstających rozwiązań analitycznych. Belki i kolumny cienkościenne o wytypowanych niestandardowych przekrojach ceowych zostaną poddane 4-pkt. statycznemu zginaniu oraz osiowemu ścisaniu. Wybrano profile o przekrojach ceowych, bo to one są bardzo poddane na odkształcenia pod wpływem działania obciążeń zewnętrznych w postaci skupionych sił zginających czy ścisających. Celem badań jest analiza rzeczywistych niedokładności kształtu oraz ich wpływ na stateczność oraz nośność graniczną zginanych cienkościennych belek oraz ścisanych kolumn o nietypowych przekrojach ceowych. Drugoplanowy cel to ocena przydatności metod optycznych w analizie eksperymentalnej belek cienkościennych oraz porównanie ich z innymi metodami badawczymi. Zatem po pierwsze określone zostaną przy pomocy pomiarów optycznych rzeczywiste, początkowe niedokładności kształtów profili wykonanych na giętarekach ręcznych oraz maszynach sterowanych numerycznie. Zostaną przygotowane modele belek i kolumn o kształtach rzeczywistych i idealnych. W kolejnym kroku przeprowadzone zostaną badania doświadczalne stateczności oraz nośności granicznej belek i kolumn o zmodyfikowanych i zaproponowanych przez autorów przekrojach poprzecznych. Wyniki eksperymentalne zostaną porównane z badaniami numerycznymi opartymi o metodę elementów skończonych oraz o metodę pasm skończonych. Porównanie będzie miało charakter ilościowy, tj. porównanie wartości sił krytycznych czy też naprężeń/odkształceń w poszczególnych punktach, oraz jakościowy, tj. porównanie rozkładów odkształceń dla całych elementów belki (półki/środnika) oraz postaci wyboczenia/zniszczenia. Badania numeryczne zostaną przeprowadzone w dwóch systemach: Ansys Workbench oraz SolidWorks Simulation. Będą to badania porównawcze kilku belek i kolumn dwóch typów modeli uzyskanych ze skanowania optycznego 3D: modelu rzeczywistego i idealnego. Uzyskane wyniki badań powinny potwierdzić jak duży wpływ na wytrzymałość, utratę stateczności oraz nośność wybranych konstrukcji mają rzeczywiste i prawdziwe niedoskonałości kształtu. Po wykonaniu badań numerycznych MES uzyskane wyniki zostaną porównane z formułami zawartymi w normach opisujących konstrukcje cienkościenne, m.in. z normą europejską Eurokod3. W oparciu o uzyskane wyniki badań będzie istniała również możliwość zaproponowania nowych formuł matematycznych opisujących niedokładności geometryczne. Zastosowane metody optyczne umożliwią opracowanie uzyskanych wyników w trakcie oraz po przeprowadzeniu badań co ułatwi i przyspieszy cały proces badawczy. Stanowi to pewnego rodzaju skok jakościowy w stosunku do klasycznych metod opartych o pomiary tensometryczne, bowiem otrzymane wyniki będą przedstawiały deformację całych powierzchni podobnie jak ma to miejsce w analizie elementów skończonych. Pojawia się zatem pytanie, czy ta „nowa jakość” pozwoli na dokładniejszą analizę, głębsze poznanie oraz zrozumienie zjawisk wpływu rzeczywistych niedokładności kształtu na utratę stateczności oraz zniszczenia belek, kolumn cienkościennych kształtowanych na zimno. Na chwilę obecną wg wiedzy autorów nie ma wielu prac poświęconych użyciu różnych metod optycznych w badaniu wpływu imperfekcji tego typu konstrukcji na ich zniszczenie. Wstępnie uzyskane wyniki badań przeprowadzone na jednym z wybranych przekroi dają pewność, że można w sposób jednoznaczny oszacować jak duży procentowy wpływ na zniszczenie konstrukcji mają rzeczywiste

niedokładności kształtu wytworzonych profili. Wyniki potwierdziły, że różnice pomiędzy siłami krytycznymi a następnie siłami maksymalnymi dla swobodnie podpartych belek poddanych 4-pkt. zginaniu wynoszą od kilku do kilkunastu procent. Wiedza ta będzie bardzo przydatna przy wytwarzaniu, projektowaniu oraz montażu tego typu konstrukcji.