

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Belki są podstawowym elementem konstrukcji przenoszącym obciążenia głównie poprzez zginanie. Możliwość przenoszenia stosunkowo dużych obciążeń przez cienkościenne belki jest w większości przypadków ograniczona nie samą wytrzymałością, lecz głównie ich statecznością. W zdecydowanej większości belki wykonywane są ze stali. Coraz śmiaalej zaczynają być projektowane i wykorzystywane przez inżynierów belki z kompozytów włóknistych. W klasycznej teorii kompozytów w przypadku dowolnych kierunków ułożenia warstw pojawiają się dodatkowe sprzężenia pomiędzy sztywnościami wzdłużnymi, giętnymi i sprzężeń. Wyróżnia to projektowanie konstrukcji kompozytowych od izotropowych (stalowych) i wymusza to zwrócenie szczególnej uwagi na nowe zjawiska towarzyszące projektowaniu cienkościennych konstrukcji wielowarstwowych.

Cienkościenne elementy kompozytowe są obecnie stosowane w wielu odpowiedzialnych konstrukcjach. Stosowanie w ustrojach nośnych kompozytowych elementów cienkościennych, pozwala na zapewnienia minimalnej masy konstrukcji poprzez optymalizację parametrów geometrycznych i materiałowych, gdyż charakteryzują się one wysokimi właściwościami wytrzymałościowymi w stosunku do ich masy właściwej. Czynniki te decydują o wciąż rosnącym wykorzystaniu tych materiałów w nowoczesnych konstrukcjach.

Przedmiotem projektu jest nieliniowa niestateczność cienkościennych belek kompozytowych o przekrojach ceowym, bez i ze wzmocnieniami brzegowymi, poddanych zginaniu w płaszczyźnie średnika. Wszystkie postaci utraty stateczności takich belek nie można już opisać klasycznymi wzorami dotyczącymi belek o zwartych przekrojach, ani w ramach klasycznej teorii cienkich płyt. Od końca lat 1980 rozwijane są nowe teorie: Generalized Beam Theory (GBT), FSM (Finite Strip Method), DSM (Direct Strength Method), constrained Ffinite Strip Method (cFSM) umożliwiające analizę stateczności. Autorzy projektu opracowali autorską metodę analityczno-numeryczną (ANM). Umożliwia ona pełną analizę nieliniowej niestateczności od postaci globalnych do lokalnych poprzez ich wzajemne oddziaływanie. W najnowszej literaturze światowej zwrócono uwagę na znaczący wpływ złożonej globalnej postaci wyboczenia zwanej dystorsyjną postacią wyboczenia na zwichrzenie zginanych długich belek stalowych. W literaturze światowej odczuwa się istotny brak pozycji dotyczących analizy nieliniowej niestateczności zginanych ceowników krótkich i o średniej długości. Proponowany projekt ma uzupełnić tę lukę na konstrukcje kompozytowe. Podczas przeprowadzonych przez autorów projektu wstępnych badań doświadczalnych i obliczeń numerycznych zaobserwowano zjawisko złożonego wzajemnego oddziaływania tych postaci wyboczenia.

W projekcie przewiduje się przeprowadzenie licznych badań doświadczalnych zginanych krótkich ceowników kompozytowych, bez i ze wzmocnieniami brzegowymi, krótkich i średniej długości, co pozwoli opisać wszystkie zachodzące zjawiska w procesie wyboczenia w całym zakresie obciążenia, aż do zniszczenia. W badaniach zostanie wykorzystany system cyfrowej analizy obrazu (ARAMIS) i mapowanie badanych modeli skanerem laserowym 3D.

W obliczeniach numerycznych MES zostanie wykorzystany komercyjny pakiet ANSYS. Obliczenia będą prowadzone aż do wyczerpania nośności konstrukcji wykorzystując dostępne w pakiecie MES kryteria zniszczenia (np. Tsai-Wu) oraz dopisując własne procedury umożliwiające zastosowanie innych kryteriów zniszczenia np. Pucka, Hashina, Hoffmana. Wykorzystana zostanie także ANM, która pozwala na analizę wpływu poszczególnych postaci wyboczenia na pracę konstrukcji. Poznanie i opisanie zjawisk towarzyszących interakcyjnemu niestatecznemu wyboczeniu krótkich belek pozwoli na pełniejszą ocenę ich wpływu dla belek o różnej długości, od krótkich poprzez średniej długości aż do długich. FEM, jako metoda bardzo ogólna, pozwala na wszechstronną analizę różnorodnych zjawisk jednak utrudnia wyseparowanie poszczególnych zjawisk w stosunku do ANM.

Zaobserwowane zjawiska oraz pomierzone wielkości pozwolą na walidację numerycznych modeli w FEM. Opracowane uściślone modele numeryczne pozwolą precyzyjniej analizować zjawiska interakcyjnego niestatecznego wyboczenia zachodzące w zginanych konstrukcjach kompozytowych krótkich i średniej długości.

Rozwiązanie przedstawionego problemu może pozwolić na wdrożenie wyników badań do zastosowań praktycznych. Poprawi to także podejście do modelowania pożądanych właściwości mechanicznych materiałów kompozytowych. Wyniki zostaną opublikowane w szeregu artykułach naukowych i referatach na konferencjach międzynarodowych i krajowych.