

Celem projektu jest analiza zachowań ściskanych płytowych elementów sprężystych z wycięciami o zmiennych parametrach geometrycznych oraz wpływu tych parametrów na kształtowanie pokrytycznych ścieżek równowagi tego typu konstrukcji. Analizie poddane zostaną cienkościenne elementy płytowe wykonane z kompozytów włóknistych. Badania będą obejmowały analizę stateczności i nośności kompozytowych elementów sprężystych z wycięciami, zmierzającą do określenia wpływu wymiarów i kształtu wycięcia oraz układu warstw kompozytu na pokrytyczne charakterystyki elementu sprężystego oraz wartość obciążenia niszczącego. Cienkościenne elementy konstrukcyjne należą do kategorii ustrojów nośnych, które mogą pracować po utracie stateczności pod warunkiem, że znajdują się w stanie sprężystym. Stanowi to istotne ograniczenie w przypadku elementów wykonanych z tradycyjnych materiałów konstrukcyjnych, np. metali, których praca w zakresie pokrytym determinowana jest poziomem granicy plastyczności materiału. Osiągnięcie trwałych deformacji elementu konstrukcyjnego powoduje istotne zmniejszenie właściwości mechanicznych konstrukcji, znajdującej się w stanie pokrytym. Grupę materiałową posiadającą sprężyste charakterystyki w pełnym zakresie pracy, praktycznie do zniszczenia stanowią materiały kompozytowe, w szczególności kompozyty włókniste o osnowie polimerowej zbrojone włóknami szklanymi (GFRP) oraz węglowymi (CFRP). Materiały te ze względu na bardzo korzystne właściwości wytrzymałościowe w stosunku do ciężaru własnego znajdują obecnie szerokie zastosowanie we współczesnych konstrukcjach cienkościennych. Stosowanie w ustrojach nośnych elementów cienkościennych, pozwala na zapewnienie minimalnej masy konstrukcji poprzez optymalizację parametrów geometrycznych i materiałowych. Dodatkową cechą materiałów kompozytowych jest możliwość kreowania właściwości mechanicznych cienkościennego elementu nośnego, poprzez dobór odpowiedniego układu warstw laminatu w stosunku do rodzaju przenoszonego obciążenia. Pozwala to kształtować właściwości konstrukcyjne elementów nośnych, przy zachowaniu tych samych parametrów geometrycznych i materiałowych. Czynniki te decydują o wciąż rosnącym wykorzystaniu materiałów kompozytowych w nowoczesnych konstrukcjach lotniczych, czy motoryzacyjnych, a zagadnienia dotyczące mechaniki i zniszczenia kompozytów należą do głównych zagadnień z obszaru nauk podstawowych, wymagających zastosowania interdyscyplinarnych metod badawczych.

Postawiono tezę, że płytowe elementy z centralnym wycięciem wykonane z kompozytów włóknistych mogą posiadać stateczne charakterystyki sprężyste w stanach pokrytycznych, przy czym istotny wpływ na kreowanie właściwości sprężystych płyty mają parametry geometryczne wycięcia oraz struktura układu warstw kompozytu.

Projekt ma charakter wieloaspektowy, obejmujący wiedzę z zakresu mechaniki konstrukcji kompozytowych, stateczności konstrukcji oraz mechaniki zniszczenia. Uzyskane wyniki dostarczą informacji dotyczących kształtowania właściwości mechanicznych struktur wykonanych z laminatów, a także pozwolą zoptymalizować strukturę laminatu w celu otrzymania oczekiwanych charakterystyk o właściwościach nieliniowo-sprężystych. Realizacja podstawowych celów projektu prowadzona będzie z wykorzystaniem symulacji numerycznych MES oraz badań eksperymentalnych, umożliwiających weryfikację przyjętych metod modelowania i analizy zagadnień nieliniowej stateczności oraz zniszczenia płytowych elementów kompozytowych. Do oceny nośności konstrukcji kompozytowej wykorzystane zostanie tensorowe kryterium Tsai-Wu. Wyniki symulacji numerycznych umożliwią przeprowadzenie szczegółowej analizy pracy cienkościennych elementów sprężystych, zmierzającej do oceny wpływu układu warstw kompozytu na charakterystyki pokrytyczne i nośność tego typu konstrukcji. Badania eksperymentalne, prowadzone na fizycznych modelach płytowych elementów z centralnym wycięciem umożliwią przeprowadzenie walidacji opracowanych modeli numerycznych, pozwalających na opis stanu odkształcenia i naprężenia konstrukcji w zakresie pokrytym i fazie zniszczenia. Zweryfikowana zostanie również dokładność zastosowanego w obliczeniach numerycznych kryterium Tsai-Wu do oceny nośności analizowanych konstrukcji płytowych. Wiedza z obszaru nauk podstawowych dotycząca mechaniki materiałów kompozytowych oraz mechaniki zniszczenia zostanie pogłębiona o jakościowy i ilościowy opis zjawisk mechanicznych, powodujących utratę stateczności i zniszczenie konstrukcji kompozytowej. Wyniki prowadzonych badań dostarczą istotnych informacji dotyczących racjonalnego projektowania struktur kompozytowych, prowadzących do uzyskania wymaganej charakterystyki konstrukcji płytowej w zakresie pokrytym. Konieczność poznania mechanizmów zniszczenia w strukturach kompozytowych, związana jest z niedostateczną, a jakże istotną wiedzą w tym zakresie.