

Celem projektu badawczego jest analiza stateczności, stanów pokrytycznych oraz granicznych ściskanych cienkościennych profili o złożonych kształtach przekroju poprzecznego wykonanych z kompozytów włóknistych o dowolnym układzie warstw kompozytu. Ze względu na swą specyfikę konstrukcje cienkościenne wykazują wrażliwość na wiele czynników, mogących w istotny sposób kształtować charakterystykę ich pracy, zarówno w stanach krytycznych, pokrytycznych czy granicznych. Należą do nich zarówno czynniki o charakterze geometrycznym, materiałowym, jak i mechanicznym. Wszystkie te czynniki mogą prowadzić do przedwczesnego zniszczenia struktury, jeszcze w zakresie obciążeń eksploatacyjnych. Brak osiowości obciążenia prowadzi do zasadniczej zmiany rozkładów naprężeń i odkształceń w stosunku do struktury poddanej równomiernemu ściskaniu, czy prostemu zginaniu. Nowością w porównaniu do podobnych prac znanych z literatury jest podjęcie próby jakościowej oraz ilościowej oceny wpływu nieosiowości obciążenia oraz początkowych imperfekcji geometrycznych na pracę ściskanych cienkościennych profili kompozytowych w pełnym zakresie obciążenia.

Badania będą miały charakter hybrydowy, łącząc zagadnienia związane z badaniami eksperymentalnymi, obliczeniami analityczno-numerycznymi oraz numerycznymi MES. Podstawowym problemem będzie rozwiązanie zagadnienia nieliniowej stateczności i nośności cienkościennych struktur kompozytowych. Rozważania dotyczyć będą pracy konstrukcji kompozytowej poddanej mimośrodowemu obciążeniu ściskającemu, prowadzącemu do złożonego stanu obciążenia konstrukcji. Analizy będą prowadzone w pełnym zakresie obciążenia z uwzględnieniem fazy zniszczenia. Wyniki symulacji numerycznych i analityczno-numerycznych zostaną porównane z wynikami badań doświadczalnych, co pozwoli na wprowadzenie ewentualnych ulepszeń w modelach numerycznych. Do wyznaczenia nośności konstrukcji wykorzystane zostaną naprężeniowe kryteria zniszczenia kompozytu dostępne w programach MES, jak m.in. kryterium maksymalnych naprężeń, kryterium Tsai-Hill'a, kryterium Azzi-Tsai-Hill'a oraz tensorowe kryterium Tsai-Wu.

Postawiono hipotezę badawczą, że cienkościenne struktury kompozytowe są wrażliwe na nieosiowość przyłożenia obciążeń ściskających, co ma znaczący wpływ na stateczność, zachowanie pokrytyczne oraz nośność tych konstrukcji. Istotny przy tym jest układ warstw w strukturze laminatu oraz geometria struktury w tym ugięcia wstępne, mogące przeciwdziałać przedwczesnej utracie stateczności i nośności konstrukcji.

Prowadzone badania mają duże znaczenie poznawcze, dotyczące zagadnień projektowania i optymalizacji nowoczesnych cienkościennych struktur kompozytowych, znajdujących coraz szersze zastosowanie w wielu współczesnych konstrukcjach (np. konstrukcje lotnicze, motoryzacyjne, elektrownie wiatrowe, itp.). Stosowanie w ustrojach nośnych kompozytowych elementów cienkościennych, do których należy również zaliczyć profile o przekrojach otwartych i zamkniętych, pozwala na zapewnienie minimalnej masy konstrukcji oraz uzyskanie dużego zapasu nośności konstrukcyjnej, tzn. możliwości pracy po utracie stateczności, sięgającego niekiedy 2-3 krotnej wartości obciążenia krytycznego. Takie właściwości kompozytów włóknistych zdecydowanie wyróżniają te materiały w stosunku do metalowych elementów konstrukcyjnych, osiągających odkształcenia trwałe na poziomie ok. 150% wartości obciążenia krytycznego. Problematyka projektowania i analizy cienkościennych konstrukcji kompozytowych należą do obszarów jeszcze nie do końca poznanych, zwłaszcza w odniesieniu do zagadnień nośności oraz mechanizmów zniszczenia materiałów kompozytowych. Zatem analiza wpływu nieosiowości obciążenia, układu warstw kompozytu oraz imperfekcji geometrycznych na stateczność, stany pokrytyczne oraz nośność cienkościennych profili kompozytowych należą do wciąż aktualnych zagadnień z obszaru mechaniki i zniszczenia kompozytów oraz konstrukcji cienkościennych.