

Cel prowadzonych badań/hipoteza badawcza

Celem naukowym projektu jest analiza stateczności i stanów pokrytycznych ściskanych elementów kompozytowych o różnych kształtach przekroju poprzecznego, wykonanych z kompozytów włóknistych w układzie niesymetrycznym, a także zbadanie wpływu sprężeń mechanicznych na zachowanie tego typu struktur w stanie krytycznym, pokrytycznym i w fazie zniszczenia.

Badania prowadzone będą z wykorzystaniem interdyscyplinarnych metod badawczych, łączących ze sobą zagadnienia związane z badaniami doświadczalnymi prowadzonymi na rzeczywistych konstrukcjach kompozytowych, obliczeniami numerycznymi z wykorzystaniem metody elementów skończonych oraz metodami analizy struktury i właściwości materiałów – m.in. metody nieniszczące. Dodatkowo zostaną wyznaczone właściwości mechaniczne i graniczne wytworzonego materiału kompozytowego w oparciu o normy przedmiotowe w tym zakresie. Badania będą dotyczyły pracy cienkościennych konstrukcji kompozytowych poddanych osiowemu obciążeniu ściskającemu, w pełnym zakresie obciążenia konstrukcji z uwzględnieniem fazy zniszczenia. Weryfikacja opracowanych modeli analityczno-numerycznych i numerycznych przeprowadzona zostanie na drodze badań eksperymentalnych. Wyniki prowadzonych badań przyczynią się do opracowania i udoskonalenia metod analizy nieliniowej stateczności i nośności oraz projektowania cienkościennych struktur kompozytowych o układach niesymetrycznych.

Postawiono **hipotezę badawczą**, że stateczność i zachowanie pokrytyczne cienkościennych struktur kompozytowych w układzie niesymetrycznym zależy od występujących w nich sprężeń mechanicznych. Dobór odpowiednich sprężeń mechanicznych ma istotny wpływ na wartość obciążenia krytycznego, pokrytyczną ścieżkę równowagi oraz nośność cienkościennych konstrukcji kompozytowych.

Zastosowana metoda badawcza/metodyka

W ramach projektu wykonane zostaną cienkościennie profile kompozytowe o złożonych kształtach przekroju poprzecznego oraz o zróżnicowanych układach warstw laminatu z wykorzystaniem sprężeń mechanicznych. Wykonane modele fizyczne poddane zostaną równomiernemu ściskaniu, które prowadzone będzie na konstrukcjach swobodnie podpartych pomiędzy górną i dolną głowicą mocującą maszyny wytrzymałościowej, przy jednoczesnym ich wyosiowaniu za pomocą specjalnie przygotowanych elementów centrujących. W trakcie badań prowadzona będzie rejestracja parametrów próby z wykorzystaniem metod tensometrii oporowej (pomiar odkształceń), laserowego pomiaru ugięć (pomiar ugięć), metody emisji akustycznej (rejestracja sygnału emisji akustycznej), systemu Aramis (pomiar deformacji) oraz szybkiej kamery i mikroskopu cyfrowego (ocena zjawiska zniszczenia). W ramach badań zostanie przeprowadzona ocena stateczności, zachowania pokrytycznego i nośności ściskanych konstrukcji kompozytowych, w zależności od zastosowanego niesymetrycznego układu warstw laminatu posiadającego określone sprężenia mechaniczne. Równoległe do prowadzonych badań eksperymentalnych będą realizowane obliczenia numeryczne z wykorzystaniem MES, przy odwzorowaniu rzeczywistych warunków prowadzonego eksperymentu. Do wyznaczenia nośności konstrukcji wykorzystane zostaną naprężeniowe kryteria zniszczenia kompozytu dostępne w programach MES. Wyniki badań doświadczalnych na rzeczywistych konstrukcjach pozwolą walidować opracowane modele numeryczne.

Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa

Projekt ma charakter wieloaspektowy, obejmujący wiedzę z zakresu mechaniki konstrukcji kompozytowych, stateczności konstrukcji cienkościennych, mechaniki zniszczenia oraz inżynierii materiałowej. Przebadany zostanie wpływ sprężeń mechanicznych dla wybranych niesymetrycznych układów warstw na stateczność, charakterystykę pokrytyczną oraz nośność profili kompozytowych, uzupełniając przy tym stan wiedzy z zakresu kompozytowych konstrukcji cienkościennych w tym obszarze. Uzyskane wyniki dostarczą informacji dotyczących kształtowania właściwości mechanicznych struktur wykonanych z laminatów, a także pozwolą zoptymalizować strukturę laminatu w celu otrzymania poszukiwanych charakterystyk. O innowacyjności badań prowadzonych w projekcie stanowi przede wszystkim wytworzenie kompozytowych próbek o zróżnicowanych kształtach przekroju poprzecznego w niesymetrycznym układzie warstw (opracowanie technologii wytwarzania próbek w autoklawie, wraz z niezbędnym do tego celu oprzyrządowaniem) oraz przeprowadzenie badań na wytworzonych próbkach dotyczących zagadnień nieliniowej stateczności i nośności (z wykorzystaniem symulacji numerycznych umożliwiających ocenę zniszczenia) z uwzględnieniem wpływu sprężeń mechanicznych na stateczność i stany graniczne konstrukcji poddanych osiowemu ściskaniu. Prowadzone badania przyczynią się również do podniesienia kwalifikacji w obszarze badań doświadczalnych oraz symulacji numerycznych kierownika projektu oraz wykonawców, a w szczególności zatrudnionych w projekcie młodych naukowców. Przyczynią się także do wzrostu osiągnięć naukowych poprzez publikacje wyników badań w czasopiśmie naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym.