

Stochastyczna optymalizacja niezawodności stalowego dźwigara ze środnikiem falistym poddanego procesowi korozji

D. Sokołowski, M. Kamiński

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka

W opracowaniu zaproponowano algorytm stochastycznej optymalizacji dźwigara ze środnikiem falistym poddanego procesowi korozji. Ograniczenia inżynierskie obejmują stan graniczny nośności i użyteczności zgodne z metodą stanów granicznych, a także stabilność i drgania własne elementu konstrukcyjnego. Ograniczenia niezawodności bazują na stanach granicznych; zostały one obliczone metodami pierwszego i drugiego rzędu. Algorytm minimalizuje przekrój elementu przy zachowaniu wymagań niezawodności dla stanu granicznego nośności oraz użyteczności dźwigara. Uwzględnione zostały dwie nieskorelowane zmienne losowe typu Gaussa, tj. wstępna imperfekcja grubości środnika oraz grubość penetracji korozyjnej. Pierwsza z nich występuje w momencie wykonania elementu konstrukcyjnego, druga natomiast opisana jest w funkcji czasu bieżącego od jego realizacji. Przykład numeryczny zestawia wyniki trzech modeli MES dźwigara z rosnącą ilością detali oraz złożonością obliczeniową. W części probabilistycznej wykorzystano trzy niezależne metody, tj. metodę perturbacji stochastycznej, symulację Monte-Carlo oraz metodę pół-analityczną zaimplementowane w środowisku obliczeń symbolicznych Maple. Każda z metod korzysta z wielomianowej funkcji odpowiedzi, oddzielnej dla każdej funkcji granicznej. Część deterministyczną opracowania obliczono metodą elementów skończonych, wykorzystując program ABAQUS. Opracowanie potwierdza możliwość przeprowadzenia stochastycznej optymalizacji niezawodności skomplikowanych elementów konstrukcyjnych wymagających dużych nakładów obliczeniowych. W zaproponowanym przykładzie ograniczenia niezawodności są bardziej rygorystyczne niż ich deterministyczne odpowiedniki. Złożoność modelu MES wpływa na wyniki deterministyczne, niezawodności oraz optymalizacji elementu. Metoda perturbacji stochastycznej zapewniła wymaganą dokładność analiz probabilistycznych oraz zagwarantowała wyższą szybkość obliczeń względem metod referencyjnych.

Słowa kluczowe: stochastyczna optymalizacja niezawodności; metoda perturbacji stochastycznej; symulacja Monte-Carlo; metoda pół-analityczna; optymalizacja topologii; blachownica ze środnikiem falistym; korozja;