Streszczenie

Praca dotyczy zastosowania metamodelowania i metod optymalizacji w projektowaniu wybranych elementów konstrukcyjnych baterii litowo jonowych poddawanych obciążeniom dynamicznym. Głównym problemem badawczym jest wysoki koszt obliczeniowy optymalizacji, gdy ocena kolejnych wariantów konstrukcyjnych wymaga przeprowadzania nieliniowych analiz metodą elementów skończonych, uwzględniających kontakt, odkształcenia plastyczne oraz rozwój uszkodzeń.

Opracowano hybrydową metodę optymalizacji łączącą kwantowo inspirowany algorytm ewolucyjny, MES oraz metamodelowanie. Modele zastępcze budowano na podstawie wyników analiz MES i wykorzystywano do ograniczenia liczby kosztownych ewaluacji funkcji celu. Porównano sztuczne sieci neuronowe, Kriging oraz regresję wielomianową, analizując wpływ liczebności i pochodzenia danych uczących na jakość predykcji. Zastosowano również odrębne modele dla obszarów o różnym charakterze odpowiedzi mechanicznej, w szczególności przypadków z inicjacją uszkodzeń i bez jej wystąpienia.

Metodę zweryfikowano na parametrycznym modelu zintegrowanej obudowy baterii litowojonowej z trzema zmiennymi geometrycznymi. Model numeryczny opracowano w Abaqus, a automatyzację obliczeń zrealizowano w języku Python. Porównano podejście referencyjne, wykorzystujące MES do wyznaczania funkcji celu, z wariantami hybrydowymi wykorzystującymi predykcję metamodeli.

Uzyskane wyniki wykazały możliwość znaczącego ograniczenia czasu obliczeń przy zachowaniu zbliżonych wyników optymalizacji. Łączny czas czterech prób zmniejszono ze 133 h dla podejścia referencyjnego do 39 h 25 min oraz 28 h 5 min dla wariantów hybrydowych. Najkorzystniejszy kompromis pomiędzy czasem obliczeń a wiarygodnością rozwiązania uzyskano w wariancie, w którym najlepszy wynik wskazany przez metamodel był następnie weryfikowany za pomocą MES. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość efektywnego wykorzystania metamodelowania jako narzędzia wspomagającego optymalizację konstrukcji baterii poddawanych obciążeniom dynamicznym.