

Streszczenie popularno-naukowe

Współczesny rozwój techniki prowadzący do powstawania wielu nowoczesnych urządzeń jest powodem stale rosnącego zapotrzebowania na nowoczesne materiały wykazujące się obniżonym ciężarem przy jednoczesnym wzroście wytrzymałości i odporności na wszelkiego rodzaju czynniki zewnętrzne. W tym zakresie metalowe kompozyty warstwowe mają sporą rolę do odegrania, ponieważ są projektowane z uwzględnieniem funkcjonalności komponentów, odpowiedniego ich doboru, spodziewanych ograniczeń w eksploatacji oraz optymalizacji wielu ich cech dla spełnienia założonej funkcji celu. Metaliczne struktury warstwowe pozwalają projektować proces płynięcia w sposób bardziej elastyczny uwzględniający funkcjonalność poszczególnych warstw. Z wyżej wymienionych względów w proponowanym projekcie zaplanowano przeprowadzenie doświadczalno-numerycznej analizy właściwości mechanicznych i odporności na uszkodzenie wybranych dwóch typów kompozytów warstwowych: miedzi z aluminium oraz tytanu z miedzią. Głównym celem projektu jest rozpoznanie fizycznych mechanizmów odpowiedzialnych za proces plastycznej deformacji wywoływanej w warunkach obciążeń złożonych. To właśnie obciążenia złożone w najefektywniejszy i najwierniejszy sposób odzwierciedlają rzeczywiste warunki pracy materiału zastosowanego na konkretne elementy konstrukcyjne. Materiały przewidziane do badań będą testowane w stanie dostawy oraz po celowo wprowadzanej historii deformacji wywoływanej procesami monotonicznego obciążania lub niskocyklowego zmęczenia. W celu efektywnej wizualizacji zmian stanu naprężenia w badanych materiałach pod wpływem przyłożonego obciążenia wykorzystana zostanie koncepcja powierzchni plastyczności. Definiuje się ją jako miejsce geometryczne punktów w przestrzeni naprężenia odpowiadające tej samej wartości odkształcenia. W projekcie przewiduje się do prowadzenia charakteryzacji właściwości mechanicznych i uszkodzenia zastosowanie dwóch unikalnych zarówno w skali krajowej, jak i międzynarodowej, a jednocześnie komplementarnych systemów: maszyny wytrzymałościowej do jednoczesnego obciążania cienkościennych próbek rurkowych siłą osiową, momentem skręcającym i ciśnieniem wewnętrznym oraz nowoczesnej maszyny do badań materiałów na próbkach w kształcie krzyża, zapewniającą realizację testów w płaskim stanie naprężenia wynikającym z jednoczesnego działania sił osiowych w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach. Taka kombinacja maszyn gwarantuje uzyskiwanie unikalnych możliwości oceny zmian właściwości materiałów. Dodatkowo wykorzystywane będą dwa systemy optyczne: cyfrowa korelacja obrazu (DIC) oraz interferometria plamkowa (ESPI), szczególnie przydatne do prowadzenia identyfikacji początku uszkodzenia próbek i dalszego jego rozwoju, zwłaszcza w zakresie obciążeń o charakterze cyklicznym. Równoległe zastosowanie obydwu systemów optycznych w przypadku badań na krzyżowej maszynie wytrzymałościowej będzie dawało możliwość porównania ich możliwości pod względem dokładności uzyskiwanych wyników i rozdzielczości metod. Przy ocenie inicjacji pęknięcia dominującego w celach weryfikacji wskazań metod optycznych wykorzystana zostanie technika ultradźwiękowa. Istotnym elementem badań będą wyniki z testów, w których zastosowana zostanie kombinacja obciążenia monotonicznie narastającego z symetrycznymi cyklami. Tego typu badania zostaną zrealizowane na obu typach próbek. Wyniki wstępnych testów na próbkach rurkowych pokazują istotne obniżenia siły przy rozciąganiu, o ile towarzyszą mu cykle skrętne. Potwierdzenie tego typu efektu na próbkach krzyżowych, stanowić może istotny wniosek, który może zostać wykorzystany przy bardziej efektywnym projektowaniu różnych procesów technologicznych. Ostatnim ważnym elementem projektu będzie modelowanie mechanizmów deformacyjnych i degradacyjnych uwzględniające procesy stowarzyszone z lokalną mikropłastycznością. Metoda elementów skończonych sprzężona z modelem Chaboche'a będzie stanowiła punkt wyjścia do przeprowadzenia symulacji zachowania badanych materiałów przy obciążeniach niskocyklowych. Bezpośrednim efektem tych analiz będzie określenie optymalnych wartości grubości warstw bimetalu w testowanych próbkach, gwarantujących maksymalną wytrzymałość testowanych materiałów warstwowych.