

STRESZCZENIE

Popularność wytwarzania przyrostowego rośnie w ciągu ostatnich kilku dekad. Kompozyty wytwarzane metodą przyrostową mają szeroki zakres zastosowań w sektorach inżynieryjnych, szczególnie w konstrukcjach lotniczych i kosmicznych. Oprócz obciążeń mechanicznych poddawane są obciążeniom termicznym wywołanym nagrzewaniem aerodynamicznym. Wzrost temperatury powoduje zmiany właściwości materiału, co komplikuje analizę naprężeń termicznych. Niniejsza praca doktorska ma na celu analizę wpływu różnych obróbek termicznych na właściwości mechaniczne, stabilność termiczną i charakterystykę morfologiczną kompozytów z polimerów wzmocnionych ciągłymi włóknami węglowymi (CFRP) drukowanych przy użyciu zmodyfikowanej drukarki FDM. Wydrukowane próbki poddano działaniu różnych trybów termicznych (długotrwałych i cyklicznych) oraz wartości jasności (powyżej i poniżej zera stopni), a następnie zbadano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego, statycznego testu rozciągania i różnicowej kalorymetrii skaningowej. Okazało się, że moduł Younga i wytrzymałość na rozciąganie próbek uległy degradacji po obróbce termicznej w długotrwałych temperaturach i temperaturach cyklicznych. Próbki poddane cyklom termicznym w temperaturze powyżej zera stopni wykazują wyższe wartości temperatury zeszklenia w porównaniu do próbek poddanych długotrwałej temperaturze. Obserwacja struktury morfologicznej powierzchni wizualnie ujawniła subtelą zmianę morfologii powierzchni przed i po obróbce termicznej w temperaturach powyżej zera stopni Celsjusza. Im wyższa ekspozycja na temperaturę zarówno cykliczną, jak i długotrwałą w temperaturach powyżej zera, tym większe są uszkodzenia części polimerowych. Dzięki temu możliwa jest charakterystyka właściwości termicznych, morfologicznych i mechanicznych kompozytów CFRP drukowanych na modyfikowanej drukarce FDM z wykorzystaniem metod NDT i niszczących. Symulowano obciążenie termiczne przy określonych warunkach brzegowych, podobnych do eksperymentów, w których próbkę umieszczano w komorze pieca. Natomiast w przypadku obciążenia w próbie mechanicznej (rozciągania) geometrię próbki utworzono z liniami chwytającymi zgodnie z normami ASTM D3039 dotyczącymi prób rozciągania stosowanych w pracach doświadczalnych i trakcji powierzchniowej dla przyłożonego obciążenia. Najwyższy moduł i wytrzymałość uzyskano dla próbki nienaruszonej, natomiast najniższy moduł mechaniczny i wytrzymałość dla próbki poddanej obróbce cieplnej w długotrwałej temperaturze 145°C. W wysokich temperaturach matryce miękną, wpływając na właściwości zdominowane przez matrycę, takie jak sztywność i wytrzymałość na ścinanie poprzeczne i w płaszczyźnie. Uzyskano dobrą korelację pomiędzy modelami predykcyjnymi a wynikami eksperymentalnymi. Możliwe jest zatem określenie procesów degradacji AM CFRP poprzez połączenie podejścia eksperymentalnego i numerycznego.