

Mgr inż. Artur Prusinowski  
Katedra Budowy i Eksploatacji Maszyn  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Białostocka

### Streszczenie

#### Formowanie kompozytów włóknistych z zastosowaniem techniki osadzania topionego materiału

Technologie wytwarzania przyrostowego są coraz bardziej znaczącym segmentem przemysłu. Mnogość dostępnych technik druku jak i materiałów pozwala na ciągły rozwój branży. Na podstawie przeglądu literaturowego (110 pozycji) ustalono, że niewiele jest materiałów kompozytowych o szczególnych właściwościach możliwych do zastosowania w najbardziej rozpowszechnionych technikach wytwarzania addytywnego, a w szczególności poprzez zastosowanie techniki osadzanie topionego materiału (Fused Deposition Modelling, FDM). Również niezadowalający jest stan wiedzy o procesie formowania za pomocą tej techniki kompozytów o osnowie z termoplastycznych polimerów wzmocnionych ciągłymi włóknami węglowymi. *Celem* badań było opracowanie nowatorskiej technologii procesu formowania polimerowych kompozytów ze wzmocnieniem w postaci ciągłych włókien węglowych o żądanych właściwościach mechanicznych i tribologicznych.

Zaprojektowano konstrukcję i wykonano prototyp głowicy wytłaczającej w technice FDM pozwalającej na otrzymywanie wyżej wymienionych materiałów z ukierunkowaną strukturą wzmocnień (patent Urzędu Patentowego RP № 233611B1). Wykonano symulację numeryczną z wykorzystaniem pakietu ANSYS przepływu materiału matrycowego oraz rozkładu wzmocnień w dyszy wytłaczającej przy różnych wydatkach objętościowych i masowych materiałów. Zaproponowano optymalny program pracy podajników polimeru w zależności od ilości podawanej osnowy. Uzyskano zakładany stopień mieszania się składowych kompozytu w dyszy wytłaczającej. Zaproponowano empiryczny wzór pozwalający na wyznaczenie efektywnej zawartości wzmocnień w kompozytach włóknistych formowanych za pomocą techniki FDM. Zbadano wpływ zmiennych procesowych na parametry geometryczne wytwarzanych kompozytów. Opracowano metodę sterowania współczynnikiem zawartości włókien w uzyskanym materiale za pomocą zmiany wielkości nanoszonej ścieżki. Wykonane badania wytrzymałości na rozciąganie próbek z formowanych kompozytów pozwoliły na wyznaczenie zależności pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie w funkcji procentowej zawartości włókien wzmacniających. Przeprowadzono badania tribologiczne w układzie badawczym trzpień (kompozyt ABS/CF) - tarcza (stal 40HM). Ustalono wpływ temperatury formowania kompozytu na jego właściwości tribologiczne takie jak współczynnik tarcia, intensywności zużycia liniowego i masowego. Uzyskane różnice w intensywności zużycia kompozytów o różnej zawartości włókien wzmacniających pozwoliły na wybranie optymalnej temperatury ich formowania. Zbadano zmianę właściwości tribologicznych materiałów w przypadku tarcia suchego i tarcia w wodzie. Wykazano, że zużycie powierzchni kompozytów włóknistych o różnych stopniach wzmocnienia przy jednakowych wartościach nacisków i prędkościach ślizgu jest znacząco różne, a środowisko pracy pary czarnej odgrywa kluczową rolę w zjawiskach występujących na powierzchni czarnej. Na podstawie danych doświadczalnych opracowano wzory aproksymacyjne opisujące trendy zmian zależności współczynnika tarcia oraz intensywności zużycia od nacisków jednostkowych i zawartości wzmocnienia włóknami węglowymi. Mogą one być używane, jako element wspomagający w pracach konstrukcyjnych.

Rezultaty przeprowadzonych badań opublikowano w dziesięciu pracach naukowych w postaci artykułów, referatów konferencyjnych i rozdziałów w monografiach, w tym dwóch artykułach w czasopiśmie z bazy *Journal Citation Reports*. Otrzymały one pozytywną ocenę podczas prezentacji na 5 konferencjach naukowych.

