

## POPULARNO-NAUKOWE STRESZCZENIE

Rozwój inżynierii materiałowej i wytwarzanie nowych, zaawansowanych tworzyw polimerowych, np. mieszanin polimerów, tworzyw napełnionych i kompozytów, generuje potrzebę opracowywania nowych technologii przetwórstwa. Doświadczenia uzyskane w tym zakresie stanowią podstawę do budowy modeli matematycznych procesów przetwórczych, które uogólniają wyniki doświadczenia i są podstawą do opracowania komputerowych narzędzi projektowania tych procesów. Polimerowe kompozyty drzewne (ang. WPC, Wood Plastic Composites), zwykle o zawartości 40-60% mączki drzewnej, znajdują szerokie zastosowanie w gospodarce, np. w budownictwie, zastępując drewno. Główną ich zaletą w porównaniu z drewnem jest odporność na działanie warunków atmosferycznych, zwłaszcza wilgoci. Podstawowe znaczenie mają kompozyty na osnowie polipropylenu (PP), polietylenu dużej gęstości (HDPE) i polichloru winylu (PVC). Światowa produkcja WPC stale rośnie i w 2015 r. wyniesie ok. 4 mln ton. Główną technologią przetwórstwa WPC jest wytlaczanie, które ma znaczenie podstawowe w przemyśle ze względu na zastosowania w procesach przygotowawczych przetwórstwa tworzyw: napełnianiu, wzmacnianiu, mieszaniu i granulacji (ang. compounding). Wytlaczanie kompozytów WPC różni się zasadniczo od procesu wytłaczania klasycznych materiałów polimerowych. Wynika to z odmiennych właściwości reologicznych tych wysoce napełnionych tworzyw, niestabilnej charakterystyki cieplnej drewna itp. Stan wiedzy w zakresie reologii i przetwórstwa WPC jest słaby. Ogólnie wiadomo, że są to materiały nienewtonowskie, pseudoplastyczne i lepkosprężyste, charakteryzujące się poślizgiem i granicą płynięcia. Jak dotąd, nie ma na świecie modelu wytłaczania WPC. Nie jest też znany mechanizm przepływu i uplastyczniania tych tworzyw w procesie wytłaczania. Można się spodziewać, że ten mechanizm będzie odmienny od mechanizmu obserwowanego przy wytłaczaniu tradycyjnych tworzyw, np. polipropylenu (PP) czy polistyrenu (PS). Dlatego też, proponuje się podjęcie problemu modelowania procesu wytłaczania jednoślیمakowego WPC. Na podstawie badań doświadczalnych, zaproponowany zostanie model fizyczny procesu oraz zostanie opracowany oryginalny, globalny model matematyczny i komputerowy procesu. Następnie model zostanie poddany weryfikacji doświadczalnej. Celem projektu jest opracowanie globalnego (całościowego) modelu matematycznego procesu wytłaczania jednoślیمakowego polimerowych kompozytów drzewnych i na tej podstawie opracowanie oryginalnego modelu komputerowego procesu. Ten model będzie opisywał transport kompozytu w stanie stałym, uplastycznianie oraz przepływ w stanie uplastycznionym. Będzie zintegrowany z modelem przepływu tworzywa przez głowicę wytłaczarską, co umożliwi symulację procesu wytłaczania w różnych konfiguracjach geometrycznych ślimaków i głowicy. Model umożliwi prognozowanie przebiegu wytłaczania na podstawie charakterystyki geometrycznej ślimaka i głowicy, warunków technologicznych procesu oraz właściwości przetwarzanego kompozytu. Stanowić będzie podstawę do budowy narzędzi projektowania CAD/CAE o dużym znaczeniu w praktyce przemysłowej. Podstawę projektu stanowią badania doświadczalne wytłaczania kompozytów na osnowie PP i HDPE (o zawartości 30-70% mączki drzewnej), przy zastosowaniu ślimaków o różnej geometrii. Badania obejmą ocenę uplastyczniania kompozytu, mechanizmu transportu oraz pomiary podstawowych parametrów procesu: ciśnienia, temperatury i mocy. Umożliwi to poznanie mechanizmu transportu i uplastyczniania kompozytu w wytłaczarce oraz weryfikację opracowanego modelu. Zastosowana zostanie technika bezpośredniej obserwacji próbek kompozytu zdjętych ze ślimaka wytłaczarki, po jej zatrzymaniu i szybkim ochłodzeniu (ang. screw pulling-out technique). Na podstawie fizycznego modelu procesu, przy zastosowaniu równań ruchu i energii (mechaniki ośrodków ciągłych) oraz odpowiedniego modelu reologicznego materiału (opracowanego na podstawie pomiarów reometrycznych z uwzględnieniem poślizgu i granicy płynięcia materiału), zostaną opracowane modele matematyczne badanych zjawisk (modele elementarne), które następnie zostaną połączone w model całościowy (globalny). Globalne modelowanie wytłaczania kompozytów WPC wymaga nowych rozwiązań w porównaniu z modelowaniem wytłaczania tradycyjnych tworzyw. Mechanizm transportu i uplastyczniania jest tutaj odmienny, przepływ tworzywa uplastycznionego ma charakter przepływu lepkoplastycznego, z poślizgiem na ściankach cylindra i kanału ślimaka. Algorytm obliczeń poszukuje natężenia przepływu, które jest wynikiem współpracy ślimaka i głowicy. Warunki tej współpracy wyznacza tzw. punkt pracy wytłaczarki, który definiuje wydajność procesu i ciśnienie wytłaczania. Ten punkt będzie wyznaczany w specjalnej procedurze iteracyjnej. Modelowanie wytłaczania WPC ma charakter pionierski. Nie są znane na świecie żadne rozwiązania w tym zakresie. Proponowane koncepcje oraz rozwiązania modelowe i numeryczne znajdują zastosowanie przy modelowaniu procesów przetwórczych innych tworzyw kompozytowych i napełnionych, charakteryzujących się poślizgiem i granicą płynięcia. Wyniki projektu znajdą zastosowanie w różnych obszarach nauki i techniki: przetwórstwie kompozytów WPC oraz innych tworzyw kompozytowych i napełnionych, procesach przygotowawczych przetwórstwa (mieszaniu, napełnianiu, granulacji), produkcji nowych tworzyw, recyklingu tworzyw, przetwórstwie produktów spożywczych (materiałów reologicznie podobnych do polimerów).