

Technologia wytwarzania biodegradowalnych kompozytów polimerowych zawierających nanorurki węglowe i grafen o podwyższonych właściwościach wytrzymałościowych

STRESZCZENIE

Zwiększone w ostatnich latach zainteresowanie technologiami przyjaznymi środowisku skłoniło przemysł i naukowców do zastępowania tradycyjnych polimerów otrzymywanych z produktów naftowych ich odpowiednikami pochodzącymi ze źródeł odnawialnych. Biopolimery stanowią na obecną chwilę tylko niewielką część rynku. Najbardziej rozpowszechnionym biopolimerem mającym szeroki wachlarz zastosowań jest polilaktyd. Dalsza ekspansja zastosowań tego polimeru wymaga modyfikacji jego właściwości.

Nanomateriały węglowe, takie jak grafen i nanorurki węglowe, dzięki swoim doskonałym właściwościom termicznym, elektrycznym a w szczególności nie spotykanej wśród innych dostępnych materiałów wytrzymałości, mogą być stosowane jako napełniacz nanokompozytów polimerowych.

Jedną z metod otrzymywanie kompozytów jest mieszanie dodatków nanowęglowych z polimerem w fazie stopionej. Jest to metoda przyjazna środowisku, ekonomicznie uzasadniona, powszechnie stosowana w przemyśle. Wykorzystuje się w niej mieszalniki zamknięte lub wytłaczarki. Otrzymanie tą metodą jakościowo dobrych wyrobów zawierających grafen lub nanorurki węglowe wymaga rozwiązania problemów związanych z właściwościami nanowęgli (niski ciężar nasypowy, duża zdolność do aglomeracji) oraz niedostosowaniem urządzeń przetwórczych do materiałów o wielkościach nanometrycznych.

Opracowanie metodą mieszania w stanie stopionym kompozytów na bazie polilaktydu z napełniaczami w formie grafenu lub nanorurek węglowych, charakteryzujących się podwyższonymi właściwościami mechanicznymi w porównaniu do niemodyfikowanego polilaktydu, było celem przedstawionych w rozprawie badań i analiz.

W pracy zaproponowano rozwiązanie problemów związanych z zastosowaniem nanomateriałów węglowych poprzez podział procesu produkcji na dwa etapy: uzyskanie wysokonapełnionego koncentratu, charakteryzującego się dobrą dyspersją napełniacza i rozwiązującego problem z dozowaniem nanowęgli do urządzeń przetwórczych, który następnie użyto do otrzymania docelowych kompozytów zawierających do 2 %wag. grafenu lub nanorurek węglowych.

Korzystając z mieszalnika zamkniętego zbadano wpływ zadanych parametrów mieszania oraz wielkość ziarna napełniacza i rodzaju użytego polilaktydu na właściwości otrzymanych koncentratów w szczególności na dyspersję i dystrybucję materiałów węglowych. Zdobyta w trakcie tych prac wiedza i doświadczenie pozwoliły na podjęcie prób otrzymania koncentratów z nanomateriałami węglowymi. Pozyskane koncentraty zawierające 25 %wag. grafenu, wielo- lub jednościennych nanorurek węglowych charakteryzowały się bardzo dobrą dyspersją, bez widocznych aglomeratów napełniacza.

Po pozytywnym zakończeniu prac z wykorzystaniem mieszalnika zamkniętego podjęto działania, których celem było opracowanie metody ciągłej produkcji nanokompozytów. Zastosowanie wylączarek wymagało opracowania konfiguracji układu uplastyczniającego pozwalającej na otrzymanie koncentratów a następnie kompozytów o bardzo dobrym rozkładzie nanowęgla w matrycy polimerowej. Przetestowano trzy układy ślimaków współbieżnej wylączarki dwuślimakowej różniące się zdolnością do mieszania i rozcierania surowców oraz ryzykiem degradacji polilaktydu. Porównano proces wylączania jednoślimakowego z dwuślimakowymi i zbadano wpływ wielokrotnej ekstruzji na właściwości kompozytów, w tym na dyspersję i dystrybucję napełniacza.

Przedstawione w pracy badania i analizy pozwoliły na opracowanie technologii otrzymywania kompozytów charakteryzujących się wzrostem wytrzymałości na rozciąganie i modułu Younga odpowiednio o 10 i 15 % w przypadku materiału zawierającego wielościenne nanorurki węglowe w ilości 1 % wag i 10 i 19 % w przypadku zastosowania 0.5 %wag. dodatku grafenu, bez pogorszenia pozostałych właściwości kompozytów.

Dodatkową korzyścią z przeprowadzonych działań jest poszerzenie wiedzy na temat wpływu parametrów przetwórczych i geometrii układu uplastyczniającego wylączarki na właściwości nanokompozytów węglowych.