



STRESZCZENIE

Celem rozprawy było opracowanie i charakterystyka kompozytów polimerowych na osnowie akrylonitryl-butadien-styrenu (ABS) oraz polilaktydu (PLA), napełnionych mikrosferami szklanymi modyfikowanymi warstwami biomimetycznymi otrzymanymi z polidopaminy (PDA) lub kwasu taninowego (PTA), a następnie aktywowanymi srebrem. Materiały te przeznaczone do selektywnego metalizowania bezprądowego po uprzedniej aktywacji promieniowaniem laserowym. Założono, że układy tego typu umożliwią otrzymanie materiałów o małej gęstości, zachowujących charakter izolacyjny w objętości, a jednocześnie wykazujących lokalne przewodnictwo powierzchniowe w obszarach aktywowanych laserowo i pokrytych warstwą *Cu*.

W pracy wykorzystano mikrosfery szklane o dwóch zakresach średnic: M (30-105 μm) oraz M2 (1000-2000 μm). Na ich powierzchni osadzano warstwy PDA lub PTA, a następnie *Ag*, otrzymując mikrosfery MDAg, MTA_g, M2DAg i M2TA_g. Kompozyty ABS i PLA zawierające 10 - 30% obj. napełniacza wytworzono metodą prasowania. Powierzchnie próbek aktywowano laserem Nd:YAG (1064 nm), a następnie poddawano metalizowaniu bezprądowemu w kąpeli *Cu* typu Circuposit™ 3350. Charakterystykę materiałów oparto na oznaczeniach gęstości, analizie termograwimetrycznej (TGA), różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC), spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), oznaczeniach masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR), badaniach zwilżalności i swobodnej energii powierzchniowej (SEP), badaniach właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu, badaniach udarności, dynamicznej analizie mechanicznej (DMA), obserwacjach z wykorzystaniem mikroskopii optycznej oraz skaningowej mikroskopii elektronowej ze spektroskopią dyspersji energii (SEM/EDS), a także na pomiarach rezystywności powierzchniowej (ρ_s) i skrośnej (ρ_v).

Wykazano, że korzystniejszym napełniaczem były mikrosfery o mniejszej średnicy (M), które zapewniały bardziej jednorodny rozkład w osnowie i umożliwiały uzyskanie ciągłych ścieżek *Cu* po aktywacji laserowej. Mikrosfery M2 nie pozwoliły na uzyskanie jednorodnej struktury kompozytu ani ciągłych warstw *Cu*. Analizy FTIR oraz SEM/EDS potwierdziły skuteczne osadzenie warstw PDA/PTA oraz *Ag* na powierzchni mikrosfer. Badania TGA i DSC wykazały, że wprowadzenie mikrosfer MDAg i MTA_g wpływało na stabilność termiczną oraz przebieg przemian cieplnych kompozytów, przy czym efekt ten był wyraźniejszy w materiałach na osnowie PLA niż w układach na osnowie ABS. W przypadku PLA stwierdzono również wpływ zawartości napełniacza na entalpię zimnej krystalizacji ΔH_{cc} , entalpię topnienia ΔH_m oraz stopień krystaliczności X_c , co wskazuje na możliwość



kształtowania struktury i właściwości materiału w funkcji udziału mikrosfer. Oznaczenia gęstości potwierdziły możliwość otrzymania materiałów o relatywnie małej gęstości, natomiast wyniki MFR wykazały, że mimo obniżenia płynności stopu, szczególnie w kompozytach na osnowie PLA, materiały pozostawały podatne na dalsze przetwórstwo. Badania zwilżalności i SEP wykazały, że obecność mikrosfer aktywowanych *Ag* zmieniała charakter powierzchni kompozytów, co miało znaczenie dla przebiegu późniejszego metalizowania.

Wybrane kompozyty, tj. ABS_MDAg30, ABS_MTAg30, PLA_MDAg10, PLA_MDAg20, PLA_MDAg30 i PLA_MTAg30, wykazały podatność na selektywne metalizowanie. Obserwacje makroskopowe, mikroskopowe oraz analiza SEM/EDS potwierdziły, że aktywacja laserowa prowadziła do miejscowej zmiany struktury warstwy wierzchniej, odsłonięcia mikrosfer obecnych blisko powierzchni oraz stworzenia warunków do późniejszego wytwarzania warstwy *Cu* w obszarach aktywowanych. W obszarach ścieżek uzyskano obniżenie ρ_s o kilka rzędów wielkości przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej ρ_v w kierunku prostopadłym do powierzchni. Wykazano ponadto, że układy zawierające mikrosfery MDAg były na ogół bardziej efektywne w inicjowaniu metalizowania niż układy zawierające mikrosfery MTAg. Wyniki badań mechanicznych przy statycznym rozciąganiu, uderzeniowości oraz DMA wykazały, że wprowadzenie mikrosfer wpływało na właściwości użytkowe kompozytów, przy czym wzrost zawartości napelnacza prowadził zazwyczaj do obniżenia wytrzymałości, ograniczenia zdolności do odkształcenia oraz zmniejszenia uderzeniowości.

Przeprowadzone badania potwierdziły tezę rozprawy. Opracowane kompozyty ABS i PLA zawierające mikrosfery MDAg i MTAg stanowią lekkie materiały polimerowe umożliwiające selektywne wytwarzanie ścieżek *Cu* po aktywacji laserowej i metalizowaniu bezprądowym, przy jednoczesnym zachowaniu izolacyjnego charakteru objętości materiału. Układy te mogą stanowić podstawę do dalszych prac nad filamentami do druku 3D metodą FDM, elementami wytwarzanymi metodą wtryskiwania oraz strukturami typu 3D-MID, wymagającymi integracji funkcji nośnej, izolacyjnej i przewodzącej w obrębie jednego materiału.