

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

Rozprawa doktorska

mgr inż. Marcin GODZIERZ

Możliwości kształtowania mikrostruktury kompozytów piana węglowa – magnez

Promotor:

prof. dr hab. inż. Anita Olszówka-Myalska
Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej,
Katedra Zaawansowanych Materiałów i Technologii

Promotor pomocniczy:

dr inż. Rafał Nowak
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny,
Centrum Badań Materiałowych

Katowice, sierpień 2020 r.

Streszczenie

W pracy podjęto próbę analizy możliwości kształtowania mikrostruktury i właściwości nowych kompozytów typu piana węglowa – magnez. Poprzedziły to studia stanu zagadnienia, które wykazały brak samorzutnego zwilżania litych materiałów węglowych magnezem i jego stopami oraz istnienie skutecznych metod konsolidacji materiałów węglowych – cząstek, włókien krótkich i preform z nich wytworzonych. Z literatury znany jest również nowy nurt rozwiązań materiałowych jakimi są kompozyty aluminiowe z wzajemnie przenikającymi się fazami tlenkowymi i węglowymi, przy braku tego typu materiałów na osnowie magnezu z pianami węglowymi.

Prace eksperymentalne objęły określenie możliwości samorzutnej infiltracji otwartokomórkowych pian węglowych o porowatości 20, 45 i 80 ppi ciekłym magnezem i jego stopami AZ31 i RZ5, analizę mechanizmu połączenia pomiędzy magnezową osnową i pianą węglową z wykorzystaniem metody leżącej kropli z wciskaniem jej w pianę. Kompozyty wytwarzano metodami infiltracji grawitacyjnej i ciśnieniowej, i tą drugą wskazano jako skuteczną i docelową w warunkach przemysłowych.

Otrzymane materiały poddano badaniom mikrostruktury obejmującym mikroskopię stereoskopową i świetlną, ilościową analizę obrazu oraz skaningową mikroskopię elektronową z mikroanalizą rentgenowską. Określono mikrotwardość osnowy oraz wytrzymałość kompozytów na ściskanie i trójpunktowe zginanie, a także wykonano badania tribologiczne w temperaturze pokojowej – metodą „pin-on-disc”.

Wykazano, iż samorzutna infiltracja pian węglowych ciekłym magnezem bądź jego stopami nie zachodzi, a tworzące się połączenie ma charakter tlenkowy. Podczas badań zwilżalności piany węglowej ciekłym magnezem obserwowano *in situ* tworzenie się warstwy tlenkowej w strefie wymuszonego kontaktu pomiędzy komponentami. Na tej podstawie zaproponowano schemat strukturalny tworzenia się połączenia pomiędzy komponentami, który ilustruje przyjętą tezę.

Scharakteryzowano wpływ wielkości komórek piany węglowej na mikrostrukturę i wytrzymałość kompozytu, mikrotwardość osnowy i właściwości tribologiczne kompozytu. Zmniejszanie komórek powoduje rozdrobnienie ziarna osnowy zwiększające jej mikrotwardość oraz zwiększenie wytrzymałości na ściskanie i sztywności kompozytu.

Ustalono, że zastosowanie komercyjnych stopów magnezu AZ31 i RZ5 pozwala na uzyskanie przez kompozyt typu piana węglowa – magnez większych właściwości mechanicznych, jednak efekt umocnienia w stosunku do materiału osnowy jest słabszy.

W porównaniu z czystym magnezem proces infiltracji pian węglowych stopami magnezu w tych samych warunkach (temperatura, ciśnienie i czas) przebiega trudniej niż w przypadku czystego magnezu i mikroporowatość takich materiałów jest większa. Zastąpienie czystego magnezu stopami zmienia cechy morfologii przełomów zarówno w strefie piany, granicy rozdziału jak i samej osnowie.