

Mgr inż. Łukasz Źrodowski

Kształtowanie struktury i właściwości kompozytów na bazie szkieł metalicznych, wytwarzanych metodą selektywnego przetapiania proszków

Celem pracy było opracowanie metody wytwarzania *in situ* kompozytów ze szkieł metalicznych metodą selektywnego przetapiania laserowego. Umożliwia ona zaprojektowanie obszarów, w których w trakcie procesu wytwarzania dochodzi do celowej dewitryfikacji i powstania materiału kompozytowego o strukturze krystaliczno-amorficznej. Zaproponowano również nową metodę atomizacji proszków o projektowanym składzie chemicznym, a także dwie metody ich przetwarzania do kształtu zbliżonego do docelowego, tj. metodę selektywnego przetapiania laserowego oraz spiekania impulsowo-plazmowego.

Dla wytworzonych materiałów przeprowadzono szereg analiz strukturalnych w tym kalorymetryczną i dyfrakcyjną, a parametry procesowe skorelowano z mikrostrukturą i właściwościami materiału. Zaproponowana metoda atomizacji ultradźwiękowej pozwoliła na wytworzenie materiałów proszkowych niezbędnych do dalszych procesów spiekania, w tym wytworzenia niedostępnych komercyjnie stopów. Przedstawiono także po raz pierwszy w literaturze metodę dogęszczania szkieł metalicznych przez prasowanie izostatyczne na gorąco. Wykazano również, że metodami addytywnymi możliwe jest otrzymanie szkieł metalicznych i kompozytów o wytrzymałości na poziomie materiału odlewanego oraz wytworzenie niemożliwej do uzyskania innymi metodami mikrostruktury. Pokazano także, że kluczem do otrzymania kompozytów ze szkieł metalicznych jest kontrola lokalnej krystalizacji w strefie wpływu ciepła i zapobieganie przegrzewania materiału. Przedstawione wytyczne mogą być traktowane jako uniwersalne dla różnych szkieł metalicznych, co zostało pokazane na przykładzie 5 różnych stopów na bazie żelaza i cyrkonu. Przedstawiona strategia rozszerza znane założenia projektowania dla wytwarzania addytywnego o jednoczesne projektowanie geometrii i mikrostruktury w układach nierównowagowych.

Shaping the structure and properties of composites based on metallic glasses produced by selective laser melting

The purpose of this study was to develop a method for the in situ fabrication of composites from metallic glasses, through their selective devitrification using powder metallurgy methods. A method for atomization of powders from metallic glasses was proposed, as well as two methods for their processing into a shape close to the target shape, i.e. laser sintering and pulse-plasma sintering.

A series of structural analyses, including calorimetric and diffraction analyses, were carried out for the fabricated materials, and the process parameters were correlated with the microstructure and properties of the material. The proposed method of ultrasonic atomization made it possible to produce powder materials necessary for further sintering processes, including the production of commercially unavailable compositions. A method for densification of metallic glasses by hot isostatic pressing was also presented for the first time in the literature. It is also shown that by additive methods, it is possible to obtain strength at the level of the cast material and to exert microstructures impossible to obtain by other methods.

It was shown that the key to obtaining composites from metallic glasses is to control local crystallization in the heat-affected zone and prevent overheating of the material. The guidelines presented can be taken as universal for different metallic glasses, as shown with the example of 5 different iron-zirconium based alloys. The strategy presented extends the well-known design for additive manufacturing to include the simultaneous design of geometry and microstructure in non-equilibrium systems.