

mgr inż. Michał Stanisław Szymański

Rozprawa doktorska

Streszczenie

Wytwarzanie i obróbka metalowych kompozytów hybrydowych z nasycanym zbrojeniem

Promotor: dr hab. inż. Damian Przystacki, prof. PP

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Paweł Szymański

Streszczenie

Celem pracy było wytworzenie materiału kompozytowego z nasycanym, w warunkach podciśnienia, ceramicznym porowatym zbrojeniem oraz zbadanie jego skrawalności. Należało przeprowadzić badania pozwalające dobrać składniki i strukturę zbrojenia, aby uzyskać materiał charakteryzujący się wysoką odpornością na ścieranie przy jak najwyższej wytrzymałości mechanicznej. Ponadto, aby uzyskać powierzchnię wyrobów, która pozwoli na jego eksploatację w zastosowaniach inżynierii mechanicznej należało zbadać proces obróbki mechanicznej uzyskanego materiału. Jednym z założeń było ograniczenie obróbki wykończeniowej do niezbędnego minimum, co wiązało się z koniecznością wytworzenia kompozytowego odlewu kształtowego.

Aby uzyskać wyżej wymienione właściwości mechaniczne i tribologiczne zdecydowano się na przeprowadzenie prób wytworzenia materiału z dwuskładnikowym zbrojeniem. Zbrojenie ceramiczne kształtowane było w jednorazowych formach wytwarzanych metodami Rapid Prototyping. Badania obejmowały określenie możliwości nasycania ciekłym metalem w warunkach infiltracji próżniowej kształtek ceramicznych wykonanych z ceramiki Al_2O_3 o różnych ziarnistościach wzbogaconej włóknami glinokrzemianowymi w różnym stosunku ilościowym.

W pierwszej części badań przeprowadzono analizę procesu wytwarzania kształtowych odlewów z nasycanym hybrydowym zbrojeniem ceramicznym w jednorazowych formach ceramicznych. Zbadana została wytrzymałość na zginanie kształtek ceramicznych. W następnej kolejności zbadane zostały właściwości tribologiczne otrzymanego kompozytu z zastosowaniem metody pin-on-plate. Określono też właściwości mechaniczne wytworzonego kompozytu z zastosowaniem próby statycznego rozciągania oraz twardość w skali Brinella.

Badania z zakresu skrawalności otrzymanego materiału obejmowały określenie wpływu zastosowanego materiału narzędziowego na strukturę geometryczną powierzchni oraz określenie trwałości ostrza w wybranych warunkach skrawania.

W oparciu o różne wskaźniki skrawalności porównano efekty obróbki z zastosowaniem narzędzi wykonanych z ceramiki, regularnego azotku boru i polikrystalicznego diamentu (PCD). Stwierdzono, że największą trwałością charakteryzują się narzędzia wykonane z polikrystalicznego diamentu (PCD). Zastosowanie tych narzędzi pozwoliło również uzyskać niską chropowatość powierzchni obrobionej.

Rozprawę zakończono formułując wnioski poznawcze, utylitarne i wnioski do dalszych badań.

Summary

The aim of the work was to produce a composite material with a ceramic porous reinforcement saturated under vacuum conditions and to examine its machinability. It was also essential to conduct research allowing to select the components and structure of the reinforcing material. It was necessary in order to obtain highly abrasion resistant material with the highest possible mechanical strength. In addition to obtain a product surface that would allow its use in mechanical engineering applications, it was necessary to examine the machining process of the obtained material. One of the assumptions was to limit the finishing processing to the minimum. It was associated with the need to produce a composite shaped casting. In order to obtain the above-mentioned mechanical and tribological properties, it was decided to conduct tests to produce material with a two-component reinforcement. The ceramic reinforcement was shaped in single use molds manufactured using Rapid Prototyping methods. The research included determining the possibility of liquid metal saturation under vacuum conditions of ceramic shapes made of Al_2O_3 ceramics with different grain sizes enriched with aluminosilicate fibers in different quantitative ratios. In the first part of the research, an analysis of the manufacturing process of shaped castings with saturated hybrid ceramic reinforcement in single use ceramic molds was carried out. The bending strength of ceramic shapes was examined. Next, the tribological properties of the obtained composite were examined using the pin-on-plate method. The mechanical properties of the produced composite were also determined using a static tensile test and Brinell hardness scale.

The research on the machinability of the obtained material included determining the effect of the tool material used on the geometric structure of the surface as well as determining the durability of the cutting tool in selected cutting conditions.

Based on various machinability indicators, the effects of machining using tools made of ceramics, cubic boron nitride and polycrystalline diamond (PCD) were compared. It was found that tools made of polycrystalline diamond (PCD) were characterized by the highest durability. The use of these tools also allowed to obtain low roughness of the machined surface.

The thesis was concluded by formulating cognitive and utilitarian conclusions. In addition, conclusions for further research were provided.