

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Motywacja do podjęcia badań w obszarze modyfikacji spoiwa szklanokrystalicznego wiskerami glinoborowymi w narzędziach ściernych z tlenku glinu wynika z rosnącego wciąż zainteresowania w zakresie podwyższania właściwości wytrzymałościowych systemów wiążących ziarna ściernie. Umocnienie spoiw ceramicznych z jednoczesną kontrolą budowy granicy fazowej ma wpływ na ostateczną wytrzymałość mechaniczną narzędzi ściernych.

Klasycznym typem spoiwa ceramicznego stosowanego do wyrobu ściernic jest spoiwo szklane, jednakże ze względu na budowę amorficzną charakteryzuje się ono m.in. niską odpornością na kruche pękanie. W związku z powyższym, coraz częściej stosowane są spoiwa szklanokrystaliczne, których właściwości mechaniczne można regulować poprzez odpowiedni dobór składu chemicznego, umożliwiającego krystalizację drobnodispersyjnych faz o pożądanym właściwościach. Podejmowane są również próby wprowadzenia do matrycy szklanej inkluzji w postaci włókien lub wiskerów ceramicznych, głównie ze względu na ich wysoką wytrzymałość i moduł Younga. Znane z literatury przykłady badań nad tego typu modyfikacją spoiw dotyczą wyłącznie narzędzi supertwardych, badanych w warunkach statycznych. Nie został natomiast zbadany wpływ tego rodzaju wzmocnienia mostków ceramicznych na mechanizm zużycia i właściwości eksploatacyjne ściernic.

W rozprawie przedstawiono badania nad umocnieniem wybranego spoiwa szklanokrystalicznego wiskerami glinoborowymi, łączącego ziarna ściernie z tlenku glinu. Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie w tematykę podjętą w niniejszej pracy. W rozdziale drugim zamieszczono analizę literatury dotyczącą stanu wiedzy z zakresu budowy i właściwości ziaren ściernych z tlenku glinu i spoiw ceramicznych stosowanych do ich wiązania w narzędzie ściernie, podstaw dotyczących mechaniki kruchego pękania oraz modułu Younga porowatych kompozytów ceramicznych, a także opis mechanizmów zużycia ziaren ściernych i spoiw ceramicznych. Z obszernej analizy tekstów źródłowych wynika, że mechanizm zużycia ceramicznych narzędzi ściernych zdeterminowany jest wieloma czynnikami, m.in. rodzajem ziarna ściernego, właściwościami spoiwa oraz siłą mocowania ziaren ściernych w ściernicy przez spoiwo. Najmniej pożądanym typem zużycia ściernicy jest zużycie wytrzymałościowe (pękanie) mostków wiążących, gdyż zjawisko to prowadzi do szybkiego zużycia objętościowego narzędzia i tym samym nie pozwala na pełne wykorzystanie potencjału skrawnego ziaren czynnej powierzchni ściernicy. Z tego powodu podejmowane są prace badawcze mające na celu podwyższenie właściwości mechanicznych spoiw, które skupione są m.in. na celowej modyfikacji mikrostruktury

mostków wytrzymałymi fazami krystalicznymi z jednoczesną kontrolą budowy granicy międzyfazowej. Interesującym lecz dotychczas niewystarczająco zbadanym rozwiązaniem jest wykorzystanie wiskerów ceramicznych jako fazy zbrojącej spoiwo.

Na podstawie wniosków z analizy tekstów źródłowych, sprecyzowano cele, hipotezy, problemy badawcze oraz zakres pracy, które zamieszczono w rozdziale 3. W kolejnym rozdziale (rozdział 4.) opisano metodykę przeprowadzonych badań. Rozdział ten zawiera charakterystykę materiałów wykorzystanych do wytworzenia badanych ściernic oraz opis metod badawczych zastosowanych do realizacji założonych celów pracy. Podjęte prace badawcze dotyczyły badań z zakresu zwilżalności ziaren ściernych z tlenku glinu przez wytypowane spoiwo szklanokrystaliczne, określenie wpływu modyfikacji spoiwa szklanokrystalicznego wiskerami glinoborowymi na ewolucję mikrostruktury strefy złącza, wytrzymałość mechaniczną na rozciąganie oraz moduł Younga ściernic z tlenku glinu, badań właściwości eksploatacyjnych ściernic z podstawowym spoiwem szklanokrystalicznym i spoiwem modyfikowanym wiskerami oraz badania morfologii czynnej powierzchni ściernic po procesie szlifowania.

Rozdział piąty zawiera wyniki badań oraz ich dyskusję. Wytypowane parametry obróbki cieplnej badanych narzędzi ściernych pozwoliły na krystalizację projektowanych inkluzji, zarówno o charakterze drobnodispersyjnym (gahnit) jak i wiskerów glinoborowych. Wykazano również, że dla określonych udziałów prekursora wiskerów dodawanego do mas ściernych możliwe jest uzyskanie efektu umocnienia mostków wiążących, co przekłada się na zróżnicowane właściwości mechaniczne ściernic, badane w warunkach statycznych i dynamicznych. Wzrost wytrzymałości na rozciąganie narzędzi z udziałem wiskerów w spoiwie wiążącym jest efektem uruchomienia dodatkowych mechanizmów podwyższających energię pęknięcia, m.in. związanych z wyciąganiem wiskerów z matrycy amorficznej, odchyleniem lub rozgałęzianiem pęknięć. Jednocześnie potwierdzono efekt wzrostu wartości modułu Younga E ściernic wynikający z obecności fazy wiskerowej o wysokim module E (ok. 400 GPa). Osiągnięcie takich efektów pozwoliło na uzyskanie narzędzia ściernego o znacznie zredukowanym udziale spoiwa ($V_s = 5,5\%$), którego charakter zużycia jest odmienny od charakteru zużycia ściernicy bez udziału wiskerów. Mniejszy udział spoiwa w narzędziu przekłada się na zwiększenie porowatości, co przy zachowaniu jego wysokich właściwości mechanicznych umożliwia aplikację tego typu ściernic w procesach szlifowania materiałów trudnoobrabialnych, do których szczególnie zalecane są ściernice o wysokiej porowatości. W ostatnim rozdziale niniejszej rozprawy zamieszczono podsumowanie i wnioski, a także wskazano kierunki dalszych badań.

J. Mirowski