

Od kilku lat zaobserwować można wyraźnie przyspieszony rozwój branży kamieniarskiej. Wykorzystywane do cięcia i szlifowania kamienia naturalnego, narzędzia diamentowe stanowią grupę wyrobów, której zastosowanie dynamicznie wzrasta. W literaturze fachowej podkreśla się znaczenie właściwego doboru materiału osnowy i stosowanych technologii wytwarzania. Materiał osnowy stanowi kluczowy element konstrukcji narzędzia metaliczno-diamentowego. Trwałość eksploatacyjna segmentów metaliczno-diamentowych związana jest głównie z zapewnieniem odpowiednich własności retencyjnych i trybologicznych, których uzyskanie jest możliwe, gdy materiał osnowy posiada: wysoką twardość, wysoką granicę plastyczności oraz wytrzymałość zmęczeniową, które uniemożliwiają pękanie osnowy wokół cząstek diamentu, wysoką udarność i małą wrażliwość na działanie karbu, co utrudnia zarodkowanie pęknięć w pobliżu ostrych krawędzi cząstek diamentu stanowiących karby, wokół których następują spiętrzenie naprężeń, mały współczynnik rozszerzalności cieplnej oraz wysoki współczynnik przewodzenia ciepła, aby nie dopuścić do nadmiernego wzrostu temperatury segmentów podczas pracy piły, powodującego obniżenie granicy plastyczności materiały osnowy i jej deformację wokół cząstek diamentu oraz brak rozpuszczalności lub minimalną rozpuszczalność węgla w celu zminimalizowania grafityzacji cząstek diamentu.

Głównym mechanizmem zużywania się osnowy podczas eksploatacji narzędzi metaliczno-diamentowych jest zużycie ściernie. Może ono zachodzić pod wpływem ściernego oddziaływania luźnych cząstek ścierniwa, stanowiącego zawiesinę produktów obróbki w ośrodku chłodzącym, lub poprzez bezpośredni kontakt osnowy z wystającymi nierównościami obrabianego materiału, które spełniają rolę utwierdzonych mikroostrzy. W pierwszym przypadku proces przybiera charakter zużycia w obecności trzech ciał (z ang. 3-body abrasion), a w drugim – w obecności dwóch ciał (2-body abrasion). Zużycie materiału osnowy może być również powodowane mechanizmem zmęczeniowym, który polega na powstawaniu pęknięć w wyniku uderzenia lub cyklicznego odkształcania warstw wierzchnich i wykruszaniu metalu. Ponadto osnowa może być także narażona na zużycie cieplne. Zjawisko erozyjnego zużycia materiału osnowy zachodzi głównie w pobliżu cząstek diamentu i wywołuje charakterystyczne wygładzenie powierzchni kraterów, które wcześniej powstały w efekcie ścierania.

Głównym celem naukowym projektu jest poszerzenie obecnej wiedzy na temat zjawisk decydujących o własnościach retencyjnych osnowy (zdolności utrzymywania cząstek diamentu przez materiał osnowy) poddanej cyklicznym obciążeniom udarowym. Jednak informacje płynące z osiągniętych rezultatów pozwolą na wyciągnięcie znacznie dalej sięgających wniosków. W dalszej perspektywie, zrozumienie tych zjawisk oraz ustalenie zależności występujących pomiędzy własnościami i strukturą materiału osnowy a własnościami użytkowymi narzędzi, powinno znacząco ułatwić złożony proces projektowania tych materiałów, umożliwiając świadomy dobór składników i ich proporcji w zależności od stawianych tym materiałom wymagań. Zaprojektowanie materiału osnowy na bazie żelaza zredukowanego bez udziału materiałów dotychczas stosowanych (kobalt, nikiel), o zwiększonych własnościach wytrzymałościowych i trybologicznych ma bardzo ważne znaczenie ekonomiczne i społeczne. Pozwala obniżyć koszty wytwarzania samych narzędzi oraz zmniejszyć ryzyko zachorowań na raka pracowników bezpośrednio zatrudnionych przy produkcji profesjonalnych narzędzi metaliczno-diamentowych.

Badania realizowane w ramach projektu zakładają ocenę zużycia segmentów metaliczno-diamentowych, których osnowę stanowi nowo opracowany materiał z układu Fe-Mn-Cu-Sn-C w warunkach laboratoryjnych testów eksploatacyjnych. Materiały te poddane zostaną działaniu czynników zbliżonych do tych, które wynikają z ich potencjalnych zastosowań. Laboratoryjne testy eksploatacyjne oparte będą na badaniach odporności na zużycie ściernie materiału osnowy wykorzystując metodą Micro Wear Test (MWT), opracowaną przez firmę Struers. Zdolność osnowy do retencji kryształów diamentu zostanie wyznaczona metodą mikroskopową poprzez odniesienie liczby cząstek diamentu do sumarycznej liczby cząstek diamentu i pustych miejsc po nich pozostałych na roboczej powierzchni segmentu. Własności retencyjne zostaną oszacowane na podstawie modułu sprężystości i granicy plastyczności osnowy. Określona zostanie udarność, która ma istotny wpływ na własności retencyjne osnowy. Zbadane zostaną naprężenia wewnętrzne osnowy w pobliżu cząstek diamentu. Analiza rentgenowska (XRD), mikroskopia elektronowa (SEM+EDS, TEM) zostaną użyte do określenia struktury spieków Fe-Mn-Cu-Sn-C oraz mechanizmów zużycia segmentów metaliczno-diamentowych poddanych laboratoryjnym testom eksploatacyjnym.

Powodem podjęcia opisanego tematyki badawczej jest brak danych literaturowych na temat zdolności retencyjnych materiału Fe-Mn-Cu-Sn-C spełniającego funkcję osnowy w spiekanych narzędziach metaliczno-diamentowych. Oprócz istotnych walorów poznawczych, uzyskane wyniki będą miały duże znaczenie praktyczne zwłaszcza w odniesieniu do podwyższenia trwałości narzędzi metaliczno-diamentowych, których osnowę będzie stanowił materiał bez kobaltu oraz niklu. W przypadku uzyskania pozytywnych wyników w proponowanym projekcie rozwój nowych materiałów osnowy w narzędziowych spiekach metaliczno-diamentowych będzie kontynuowany w ramach projektów aplikacyjnych co jest zgodne z polityką projektów Narodowego Centrum Nauki oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.