

mgr inż. Wiktor Stanek

**Ocena właściwości tribologicznych
i możliwości zastosowania nanocząstek metalicznych
i tlenkowych w innowacyjnych produktach chłodząco-smarujących, wykorzystywanych
w procesie obróbki metali**

Streszczenie pracy doktorskiej

Współczesne trendy w obróbce skrawaniem koncentrują się na stosowaniu metod chłodzenia i smarowania, które są przyjazne dla środowiska oraz bezpieczne dla zdrowia człowieka. Badania wykazują, że poza podstawowymi środkami smarnymi stosowanymi w olejach mineralnych, emulsjach wodnych i płynach syntetycznych, poprawę właściwości smarnych płynów obróbkowych można osiągnąć poprzez wprowadzanie odpowiednich dodatków. Z analizy literaturowej wynika jednoznacznie, że płyny obróbkowe wzbogacone nanomateriałami skutecznie zmniejszają tarcie i umożliwiają lepszą kontrolę temperatury powierzchni pozostających w kontakcie.

W niniejszej pracy szczególną uwagę poświęcono doborowi odpowiednich rodzajów nanocząstek oraz cieczy chłodząco-smarujących (CCS), tak aby uzyskać stabilny układ płyn obróbkowy – nanocząstki. Etap ten miał kluczowe znaczenie z punktu widzenia technologicznego. Kolejnym etapem były badania eksploatacyjne, obejmujące ocenę działania przeciwzużyciowego opracowanych systemów tribologicznych oraz realizację testów przedwdrożeńowych.

Rozprawa doktorska została podzielona na cztery zasadnicze części. W pierwszej części przedstawiono wprowadzenie oraz analizę stanu wiedzy dotyczącą zjawisk i procesów tribologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem tych zachodzących podczas obróbki skrawaniem. Zaprezentowano również charakterystykę układu CCS oraz omówiono właściwości nanomateriałów. W drugiej części przedstawiono cel, tezę i zakres pracy. W trzeciej części pracy opisano obiekty i metody badań oraz metodykę otrzymywania nanopłynów. W czwartej części pracy przedstawiono uzyskane wyniki badań oraz wnioski wynikające z ich analizy. Najpierw zaprezentowano badania doświadczalne wykonane na testerach tribologicznych w skali mikro i makro, które pozwoliły ocenić odporność na zużycie oraz współczynniki tarcia badanych skojarzeń materiałowych w ruchu ślizgowym. Wyniki tych badań stanowiły podstawę do przeprowadzenia badań przedwdrożeńowych, zrealizowanych podczas toczenia wzdłużnego z wykorzystaniem układu CCS. Po zakończeniu testów tribologicznych oraz procesów toczenia powierzchnie poddano analizie przy użyciu różnych technik mikroskopowych oraz profilometrii.

W ostatnim rozdziale przedstawiono podsumowanie przeprowadzonych analiz oraz wnioski końcowe z badań własnych. Na podstawie uzyskanych rezultatów stwierdzono, że chłodziwo z dodatkiem nanomateriałów wykazało lepsze właściwości niż porównywane z nim klasyczne chłodziwo. Układ CCS zawierający nanocząstki – szczególnie nanostruktury Bi_2S_3 – zapewnił stabilną pracę systemu tribologicznego oraz przyczynił się do obniżenia współczynnika tarcia i zużycia elementów trących. Efekt ten wynikał z powstania przeciwzużyciowej warstwy, w której synergicznie oddziaływały pierwiastki bizmutu i siarki.

Dzięki skutecznemu smarowaniu i chłodzeniu badany układ CCS wzbogacony nanocząstkami prawidłowo spełnił swoją funkcję eksploatacyjną. W związku z tym może być stosowany zarówno na konwencjonalnych obrabiarkach, jak i na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC – ang. *Computer Numerical Control*), szczególnie podczas obróbki stali.