

STRESZCZENIE

Rozprawa doktorska dotyczy kształtowania właściwości tribologicznych oprzyrządowania technologicznego wykonanego ze stali narzędziowych poprzez zastosowanie procesów obróbki cieplno-chemicznej oraz powłok twardych. Przedmiotem badań były warstwy borkowe otrzymywane metodą pastową i proszkową, warstwy azotowane jarzeniowo, powłoki TiN osadzone metodą CVD oraz układy hybrydowe typu DUPLEX z powłokami TiAlN wytwarzane metodą PVD.

Badania przeprowadzono na próbkach laboratoryjnych oraz na rzeczywistych narzędziach technologicznych – kalibrach, co umożliwiło ocenę możliwości zastosowania analizowanych technologii w warunkach półprzemysłowych. Zakres badań obejmował analizę mikrostruktury i składu chemicznego z wykorzystaniem mikroskopii skaningowej SEM i analizy EDS, identyfikację składu fazowego metodą XRD, ocenę mikrotwardości oraz badania właściwości tribologicznych i adhezyjnych z wykorzystaniem próby zarysowania (*scratch test*). Przyjęty plan badawczy obejmował również analizę wpływu składu chemicznego stali oraz parametrów procesów technologicznych na kształtowanie właściwości wytworzonych warstw. W badaniach warstw borkowych wykazano istotny wpływ gatunku stali oraz zastosowanej metody borowania na ich mikrostrukturę, skład fazowy i grubość. W zależności od warunków procesu uzyskiwano warstwy jedno- lub dwufazowe, zawierające fazy Fe_2B oraz FeB . Analiza kinetyki wzrostu warstw borkowych potwierdziła zróżnicowanie szybkości ich wzrostu w zależności od składu chemicznego stali. Wykazano również możliwość prowadzenia procesu z zastosowaniem mieszaniny świeżego i jednokrotnie użytego proszku EKABOR II, przy czym przeprowadzone badania nie pozwalają na ilościowe określenie wpływu ponownego wykorzystania proszku na kinetykę wzrostu warstw. Azotowanie jarzeniowe umożliwiło wytworzenie warstw o charakterze dyfuzyjnym, charakteryzujących się gradientowym rozkładem mikrotwardości i bez wyraźnej, ciągłej strefy związkowej. Wyniki analizy mikrostruktury, składu fazowego oraz profili mikrotwardości wskazały na możliwość wykorzystania tak przygotowanej warstwy jako podłoża dla twardych powłok PVD. W przypadku układów typu DUPLEX zastosowanie azotowania jarzeniowego jako etapu przygotowawczego przed osadzaniem powłoki PVD umożliwiło uzyskanie układu warstwowego, w którym warstwa dyfuzyjna pełni funkcję podporową, natomiast powłoka zewnętrzna odpowiada za właściwości powierzchniowe i tribologiczne. Badania rzeczywistych narzędzi potwierdziły techniczną możliwość zastosowania takiej sekwencji technologicznej na elementach o geometrii odpowiadającej oprzyrządowaniu przemysłowemu. Jednocześnie wyniki wskazują na potencjał układów DUPLEX w zastosowaniach narzędziowych, jednak ich jednoznaczna przewaga pod względem trwałości eksploatacyjnej wymaga dalszych bezpośrednich badań porównawczych prowadzonych w jednakowych warunkach.

Uzyskane wyniki potwierdziły, że mikrostruktura, skład fazowy oraz właściwości użytkowe warstw i powłok są zależne od rodzaju zastosowanej technologii, składu chemicznego podłoża oraz parametrów procesu. Przeprowadzone badania pozwoliły wskazać zależności pomiędzy warunkami wytwarzania, budową warstwy wierzchniej i jej właściwościami, a także potwierdziły możliwość kształtowania właściwości użytkowych oprzyrządowania technologicznego poprzez odpowiedni dobór technologii inżynierii powierzchni.