

Powłoki przeciwzużyciowe CrN/CrCN na nożach strugarskich do obróbki drewna

WPROWADZENIE

Drewno z punktu widzenia właściwości mechanicznych oraz chemicznych jest materiałem niejednorodnym. W celu poprawy jakości obrabianych elementów drewnianych i drewnopodobnych wymagane jest stosowanie odpowiednio przygotowanych narzędzi oraz opracowania takich technologii obróbki powierzchni narzędzi, które znacząco poprawią ich trwałość i niezawodność. Podwyższenie odporności na zużycie ścierne oraz udary mechaniczne ma kluczowe znaczenie w przypadku narzędzi wykorzystywanych w przemyśle drzewnym.

Włóknista budowa oraz cechy lepkosprężyste drewna, jak również duże wartości współczynnika tarcia i stosowanie wysokich prędkości skrawania i posuwu, stawiają duże wymagania w stosunku do przyczepności powłoki do narzędzia. Powłoki na narzędzia do obróbki drewna muszą się charakteryzować wieloma, często wykluczającymi się, cechami: wysoką twardością, dobrą adhezją do podłoża i małą chropowatością. Ważną cechą jest też mały współczynnik tarcia i zużycia.

Obecnie do obróbki drewna stosowane są narzędzia wykonane ze stali narzędziowej, stali szybko tnącej, węglików spiekanych i polikrystalicznego diamentu. Narzędzia ze stali szybko tnącej z twardą powłoką przeciwzużyciową mogą być alternatywą dla kosztownych narzędzi z węglików spiekanych i spiekane go polikrystalicznego diamentu [1].

Przy obróbce drewna dominującym procesem zużycia jest zużycie ścierne, stąd często występuje erozja materiału narzędzia i tępienie krawędzi skrawających, ograniczających możliwość jego stosowania. Przedłużenie trwałości narzędzia przez stosowanie odpowiednich powłok jest obecnie tematem licznych prac.

Ze względu na swoje właściwości [2÷7] powłoki azotku chromu stosowane są zarówno na narzędzia do obróbki metalu, jak i drewna oraz materiałów drewnopochodnych [8÷11]. Modyfikacja powłoki [12] umożliwia poprawę jej właściwości użytkowych. Ograniczenie wzrostu struktury kolumnowej możliwe jest przez uzyskanie budowy wielowarstwowej powłoki. Powoduje to blokowanie pęknięć w strefie międzywarstwowej, co może także zmniejszyć naprężenia w powłoce. Adhezja powłoki do podłoża może być zwiększona przez stosowanie warstw przejściowych zmniejszających naprężenia między powłoką a podłożem [13].

W dostępnej literaturze brak jest informacji o powłokach wielowarstwowych CrN/CrCN i ich systematycznych badaniach.

W pracy zawarte są wyniki badań powłok wielowarstwowych CrN/CrCN nanoszonych metodą katodowego odparowania łukowego. Przedstawiono wyniki pomiarów twardości powłok nanoszonych na ulepszone cieplnie podłoża ze stali SW7M oraz badań tribologicznych prowadzonych w układzie kula-płaszczyzna. Istotną częścią pracy są wyniki półprzemysłowych badań eksploatacyjnych.

TECHNOLOGIA I METODY BADAWCZE

Powłoki CrN/CrCN nanoszono w urządzeniu TINA 900M, stosując metodę katodowego odparowania łukowego z chromowej katody o czystości 99,99% at. i średnicy 100 mm. Kontrolę ciśnienia i prze-

plywu gazów (argon, azot i acetylen) prowadzono stosując głowicę pojemnościową typu Baratron i przepływomierz firmy MKS.

Powłoki nanoszono na podłoża ze stali szybko tnącej SW7M polerowane mechanicznie do chropowatości około $Ra \sim 0,02$ nm. Następnie były one ultradźwiękowo myte w kąpeli alkalicznej. Tak przygotowane podłoża umieszczano na obracającym się stoliku wewnątrz komory próżniowej w odległości 18 cm od źródeł łukowych. Podłoża grzano radiacyjnie do temperatury około 300°C. Czyszczenie jonowe podłoża prowadzono w ciśnieniu argonu 0,5 Pa przy napięciu podłoża -600 V przez 10 minut.

Proces nanoszenia powłok CrN prowadzono przy napięciu polaryzacji podłoża wynoszącym -70 V i prądzie łuku 80 A w atmosferze azotu pod ciśnieniem 1,8 Pa. Warstwy CrCN nanoszono w tych samych warunkach z dodatkiem acetyleny. Proces prowadzono przy stałym ciśnieniu azotu i kontrolowanym, stałym przepływie acetyleny. Czas procesu określał współczynnik szybkości nanoszenia powłoki i żądana jej grubość. Prędkość nanoszenia powłoki CrN/CrCN wynosiła około 0,03 $\mu\text{m}/\text{min}$ przy stosowanych 2 obrotach na minutę.

Mikrostrukturę i morfologię powierzchni określano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (JEOL JSM-5500LV). Skład powłok określany był metodą EDX, natomiast rodzaj powstających faz metodą dyfrakcji rentgenowskiej promieniowania Co-K α . Grubość powłok wyznaczano metodą kalotest. Adhezję mierzono metodą rysy, wykorzystując urządzenie Revetest® firmy CSEM z wgłębnikiem diamentowym typu C Rockwella z promieniem krzywizny 0,2 mm. Wgłębnik przemieszczano z prędkością 10 mm/min, zmieniając liniowo siłę nacisku od 0 do 200 N. Siłę krytyczną L_{c1} określano jako siłę, przy stosowaniu której pojawiają się pierwsze pęknięcia powłoki, natomiast siłę krytyczną L_{c2} jako siłę, przy której następuje całkowite oderwanie powłoki od podłoża. Siły te określano przez obserwację za pomocą mikroskopu świetlnego, jako średnią z co najmniej trzech pomiarów. Adhezję określano, stosując metodę Daimlera-Benzla [14] i korzystając z sześciostopniowej skali oceny jakości adhezji. Według tej skali oznaczenia HF1 do HF4 oznaczają dobrą adhezję z niewielkimi pęknięciami lub odwarstwieniem powłoki w sąsiedztwie jej kontaktu z wgłębnikiem Rockwella. Oznaczenia HF5÷6 wskazują na słabą adhezję z dużymi wykruszeniami powłoki. Naprężenia powłok określono, stosując metodę Stoney'a [15].

$$\sigma = \frac{E}{1-\nu} \frac{t_s^2}{6t_f R} \quad (1)$$

gdzie: E – moduł Younga, ν – współczynnik Poissona, t_s – grubość podłoża, t_f – grubość warstwy, R – promień krzywizny. Wykorzystano podłoża krzemowe o grubości 0,3 mm, długości 30 mm i szerokości 4 mm.

Pomiary mikrotwardości wykonano na urządzeniu Neophot-2 wyposażonym we wgłębnik Vickersa. Zastosowano obciążenie 0,5 N. Twardość wyznaczono, opierając się na metodzie Jönssona-Hogmarka [16]. Każda wartość była średnią z pomiarów co najmniej dziesięciu odcisków wgłębnika w powłoce. Pomiary współczynnika tarcia i zużycia wykonano w układzie trzpień-płaszczyzna przy obciążeniu 30÷50 N i prędkości około 60 mm/s na drodze 1500 m dla 14 000 cykli w warunkach tarcia suchego o wilgotności około 50% w temperaturze otoczenia. Przeciwpórkę stanowił

Dr inż. **Bogdan Warcholiński** (bogdan.warcholinski@tu.koszalin.pl), mgr inż. **Adam Gilewicz** – Instytut Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechnika Koszalińska,