

	Organizatorzy: Politechnika Łódzka Wydział Mechaniczny	XXXVIII NAUKOWA SZKOŁA OBRÓBKİ ŚCIERNEJ Łódź - Uniejów 09-11.09.2015	
	• Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn • Katedra Technologii Maszyn		

Wpływ szlifowania ściernicą diamentową i CBN na właściwości eksploatacyjne stali 1H12N2MVFBA

The influence of the diamond and CBN grinding on the capacity of the steel 1H12N2MVFBA

IHOR HUREY
VOLODYMYR GUREY *

DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.357

Przedstawiono wyniki badań szlifowania stali nierdzewnej 1H12N2MVFBA ściernicą z diamentu i CBN. Określono wpływ materiału ściernego na parametry eksploatacyjne części przy tarcu ślizgowym i procesach korozyjno-zmęczeniowych.

SŁOWA KLUCZOWE: szlifowanie, ściernica, CBN, diament, stal nierdzewna

In the paper experimental researches of grinding of stainless steel 1H12N2MVFBA CBN and diamond grinding wheel were presented. The influence of grinding parameters on the resistance of steel under sliding friction and corrosion fatigue processes is show. The development finishing treatment is given more effective in place of traditionally applied - electro-corundum grinding with next stabilizing tempering and mechanical polishing.

KEYWORDS: grinding, grinding wheel, CBN, diamond, stainless steel

Wstęp

Jednym z głównych celów obróbki jest zwiększenie niezawodności i trwałości części maszyn i mechanizmów. Niezawodność zależy od konstrukcji maszyn, materiałów, jakości produkcji części i montażu zespołów i jednostek, metod monitorowania warunków i trybów pracy. Aby otrzymać odpowiednie właściwości eksploatacyjne części, należy poznać przyczyny ich kształtowania i na podstawie tych informacji projektować odpowiednio procesy technologiczne [1].

Szczególną uwagę należy zwrócić na zwiększenie odporności na ścieranie przy tarcu, pękaniu, niszczeniu zmęczeniowym, zużyciu korozyjnym. Są to najbardziej istotne cechy, które decydują o niezawodności i trwałości maszyn. Wytwarzanie wyrobów o dłuższym okresie eksploatacji uzyskuje się przez kształtowanie odpowiedniej powierzchni roboczej części. Dotyczy to w szczególności procesu obróbki wykańceniowej jaką najczęściej jest proces szlifowania.

W zależności od parametrów w procesie szlifowania w strefie skrawania powstają wysokie temperatury i naprężenia powierzchniowe, które są w stanie zmienić strukturę, twardość, naprężenia i inne właściwości warstwy wierzchniej. Szlifowanie niskostopowych nieutwardzonych stali ma stosunkowo mały wpływ na strukturę i właściwości fizyko-mechaniczne warstwy wierzchniej, a więc nieznacznie wpływa na ich trwałość. Szlifowanie utwardzonych stali wysokostopowych, może prowadzić do odpuszczania warstw powierzchniowych, zmniejszenia twardości, powstawania naprężeń rozciągających, a nawet w niektórych przypadkach mogą wystąpić przypalenia, które znacznie zmniejszają właściwości eksploatacyjne. Zjawisko to występuje najczęściej po zwiększeniu posuwu i głębokości szlifowania. Ponadto, jakość kształtowanej powierzchni również zależy od charakterystyki ściernicy i właściwości fizycznych i mechanicznych materiału obrabianego [2]. Obecnie coraz częściej do szlifowania utwardzonych stali wysokostopowych stosuje się ściernice z materiałów supertwardych (diament i regularny azotek boru - CBN). Dotychczasowe wyniki badań zastosowania takich ściernic potwierdzają obniżenie składowych siły szlifowania i zmniejszenie temperatury w strefie skrawania [3, 4]. Należy więc oczekiwać poprawy parametrów eksploatacyjnych szlifowanych przedmiotów.

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie wpływu szlifowania ściernicą z diamentu i CBN na opór tarcu przy zuży-

* Prof. dr hab. inż. Ihor Hurey, Katedra Techniki Wytwarzania i Automatykacji, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska,

Dr inż. Volodymyr Gurey – Katedra Mechaniki i Automatykacji Inżynierii, Instytut Mechaniki Inżynierskiej i Transportu, Narodowy Uniwersytet „Politechnika Lwowska”

ciu korozyjno-zmęczeniowym i zużyciu przy tarcu ślizgowym stali nierdzewnej klasy martenzytnej 1H12N2MVFB.

Warunki badań

Do szlifowania próbek użyto ściernicę z diamentu 1A1 300x32x5x127 D76 K100 V i ściernicę z CBN 1A1 300x32x5x127 B76 K100 V. Dla porównania otrzymanych wyników przeprowadzono również szlifowanie próbek ściernicą z elektrokorundu T1 300x32x5x127 99A 100 L 8V.

Badanie na zużycie zmęczeniowe i korozyjno-zmęczeniowe (3% wodny roztwór NaCl) przeprowadzono na próbkach walcowych o średnicy 10 mm z prędkością obrotową 3000 1/min. Badanie trwałości przy tarcu przeprowadzono za schematem pierścień-wkładka. Próbki-pierścienie były wykonane ze stali o średnicy 40 mm i szerokości 10 mm. Próbki-wkładki były wykonane z szarego żeliwa z powierzchnią tarcia 2 cm². Badania na zużycie przy tarcu ślizgowym ze smarowaniem olejem mineralnym ze środkiem ściernym (do oleju AS-8 dodano 0,1% wag. piasku kwarcowego ziarnistości do 20 μm), przy prędkości obrotowej 0,9 m/s i naciskach powierzchniowych od 2 MPa do 6 MPa.

Badania zużycia korozyjno-mechanicznego przeprowadzono na próbkach po szlifowaniu ściernicami z elektrokorundu, diamentu, CBN, a także po odpuszczaniu stabilizującym z następnym polerowaniem mechanicznym.

Próbki były po obróbce cieplnej (hartowanie przy temperaturze 1130 °C i odpuszczanie przy temperaturze 700 °C, przetrzymywanie 3 godziny). Po szlifowaniu przeprowadzono odpuszczanie stabilizujące w temperaturze 550 °C (prze-trzymywanie 60 min i następnym polerowanie).

Chropowatość powierzchni próbek po obróbce ścierniej mierzono za pomocą profilografu-profilometra MarSurf M300 firmy «Mahr».

Wyniki badań

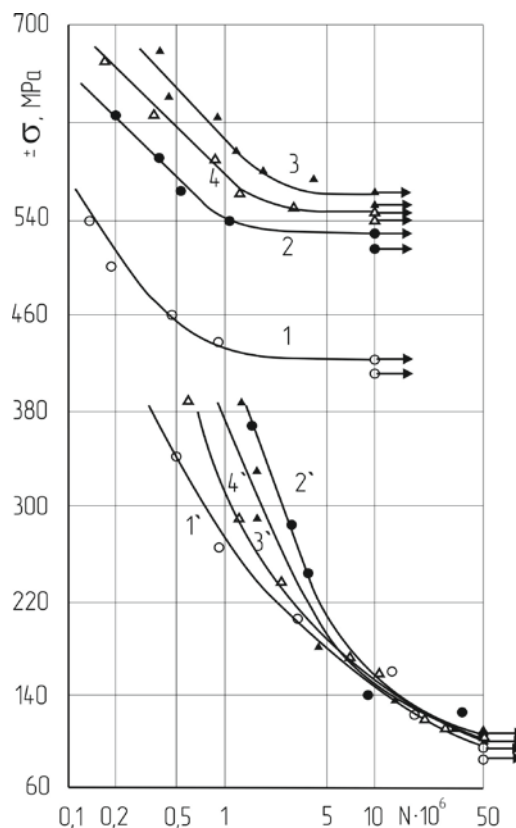
Wyniki badań prób zmęczeniowych przedstawiono na rys.1.

Z wykresów (1-4) wynika, że najmniejszą wytrzymałość zmęczeniową wykazują próbki szlifowane ściernicą z elektrokorundu. Przy stosowaniu odpuszczania stabilizującego z następnym polerowaniem mechanicznym znacznie zwiększa się wytrzymałość zmęczeniowa (ok. 25 % większe w stosunku do szlifowania ściernicą z elektrokorundu). Największą wytrzymałość zmęczeniową otrzymano po szlifowaniu ściernicą z diamentu (ok. 35 % większe w stosunku do szlifowania ściernicą z elektrokorundu).

Z wykresów (1'-4') badań w środowisku korozyjnym widać, że przy naprężeniach bliskich granicy wytrzymałości zmęczeniowej dla wybranej bazowej liczby cykli (5·10⁷), naprężenia są prawie takie same dla badanych ściernic. W środowisku korozyjnym widać, że maleje wpływ rodzaju ściernicy na procesy zmęczeniowe. W tym przypadku najważniejszy wpływ ma środek korozyjny. W obszarze ograniczonej wytrzymałości korozyjnej szlifowanie ściernicą diamentową podwyższa wytrzymałość zmęczeniową (ok. 3 razy w stosunku do szlifowania ściernicą z elektrokorundu).

Właściwości użytkowe warstwy wierzchniej są funkcją wartości parametrów jej stanu po obróbce oraz eksploatacji obiektu. Stan warstwy wierzchniej obejmuje parametry określające stereometrię powierzchni i stref podpowierzchniowych. Parametry stereometrii powierzchni to: chropowa-

tość i falistość, rodzaj struktury powierzchni, profil powierzchni, powierzchniowy i liniowy udział nośny. Parametry stref podpowierzchniowych obejmują: naprężenia własne, pierwszego, drugiego i trzeciego rodzaju, mikro- i makrotwardość materiału, strukturę, fragmentację i teksturę krystalitów, właściwości chemiczne, stan energetyczny powierzchni, wady materiału.



Rys. 1. Rozkład naprężeń zmęczeniowych σ w zależności od liczby cykli N: w środowisku powietrza (1-4), w środowisku korozyjnym (1'-4'), ściernicą z elektrokorundu (1, 1'), diamentu (3, 3'), CBN (4, 4'), ściernicą z elektrokorundu po odpuszczaniu stabilizującym z następnym polerowaniem mechanicznym (2, 2')

Na wytrzymałość zmęczeniową znacznie wpływają parametry stereometrii powierzchni i strefy podpowierzchniowej. W większości przypadków ze wzrostem parametrów chropowatości powierzchni, wytrzymałość zmęczeniowa maleje, ponieważ większa koncentracja naprężeń.

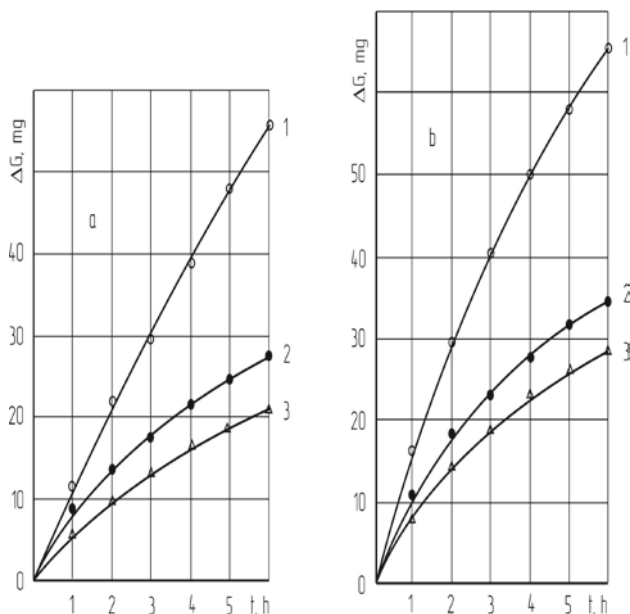
Badania wskazały, że taka zależność nie zawsze jednak występuje. Największe parametry chropowatości powierzchni otrzymano po obróbce ściernicą z diamentu ($R_a = 0,41-0,44 \mu\text{m}$). Po obróbce ściernicą z elektrokorundu uzyskano $R_a = 0,26-0,31 \mu\text{m}$. Najmniejszą chropowatość powierzchni otrzymano po obróbce ściernicą z elektrokorundu i następnym odpuszczaniem stabilizującym z polerowaniem mechanicznym ($R_a = 0,03-0,04 \mu\text{m}$).

Próbki po polerowaniu powierzchni mają mniejszą wytrzymałość zmęczeniową w stosunku do próbek po szlifowaniu ściernicą z elektrokorundu. Próbki z największymi parametrami chropowatości powierzchni po szlifowaniu ściernicą diamentową mają znacznie większą wytrzymałość zmęczeniową w stosunku do obróbki ściernicą z elektrokorundu, i nawet większą jak po odpuszczaniu stabilizującym z polerowaniem mechanicznym. Wynika z tego, że na wytrzymałość zmęczeniową wpływa nie tylko stereometria powierzchni obrobionej, lecz stosunkowo więcej właściwości strefy podpowierzchniowej.

Badania naprężeń własnych, pierwszego rodzaju wskazują, że po obróbce ściernicą z elektrokorundu, w warstwie wierzchniej próbek powstają naprężenia rozciągania, które wraz z głębokością zmniejszają się do zera. Po obróbce ściernicą z elektrokorundu z następnym odpuszczaniem stabilizującym z polerowaniem mechanicznym naprężenia własne praktycznie są równe zero. W warstwie wierzchniej próbek po obróbce ściernicą z diamentu i CBN występują naprężenia ściskające, przy czym ich wartość i głębokość jest niewielka.

Po obróbce ściernicą z elektrokorundu stali wysokostopowych, które są bardzo wrażliwe na ciepło i naprężenia w warstwie wierzchniej, otrzymują się niejednorodność struktury. Odpuszczanie stabilizujące wyrównuje niejednorodność struktury warstwy wierzchniej, która powstaje po szlifowaniu ściernicą z elektrokorundu. Przy szlifowaniu ściernicą z diamentu i CBN w strefie skrawania powstają mniejsze temperatury i naciski, które zmniejszają niejednorodność struktury warstwy wierzchniej.

Szlifowanie ściernicą diamentową znacznie podwyższa trwałość na zużycie ścierne stali przy tarcii ślizgowym ze smarowaniem olejem z cząstkami ścierniwa (rys. 2). Zużycie próbek po szlifowaniu ściernicą z diamentu przy nacisku $P = 4,5$ MPa i prędkości tarcia $v = 0,9$ m/s zmniejszyło się ok. 2,7 razy, a próbek (wkładka) z żeliwa szarego ok. 2,2 razy, w porównaniu z parą w której próbka (pierścień) jest po szlifowaniu ściernicą z elektrokorundu.



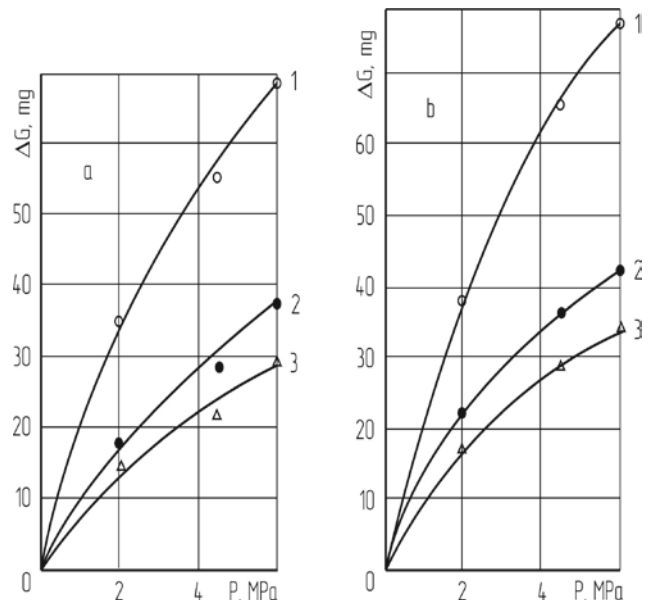
Rys. 2. Przebiegi straty masy próbki ΔG w zależności od czasu tarcia t (a – pierścień ze stali 1H12N2MVFB, b - wkładka z żeliwa szarego; parametry: $P = 4,5$ MPa, $v = 0,9$ m/s), 1 - pierścień szlifowany ściernicą z elektrokorundu, 2 – CBN, 3 - diamentu (wkładki szlifowane tylko ściernicą z elektrokorundu)

Zwiększenie nacisku P od 2 MPa do 6 MPa powoduje zwiększenie zużycia pary tarcia (rys. 3). Przy tarcii próbek po szlifowaniu ściernicą CBN wyniki nieznacznie różnią się niż po szlifowaniu ściernicą z diamentu. Wartość zużycia w okresie docierania próbek (tuleja) po obróbce ściernicą z elektrokorundu i następnym odpuszczaniem stabilizującym z polerowaniem mechanicznym jest znacznie większa niż po szlifowaniu ściernicą z elektrokorundu.

Po okresie docierania par badanych próbek chropowatość powierzchni roboczych po obróbce ściernicą z elektrokorundu i po obróbce ściernicą z elektrokorundu z następnym odpuszczaniem stabilizującym z polerowaniem

mechanicznym jest prawie jednakowa. Na powierzchniach próbek są utworzone struktury wtórne, które uzyskują określoną chropowatość. Obróbka powierzchni z odpuszczaniem stabilizującym i polerowaniem mechanicznym praktycznie nie wpływa na zużywanie par tarcia.

Należy zaznaczyć, że powierzchnie próbek (wkładka) ze żeliwa szarego we wszystkich przypadkach była po obróbce ściernicą z elektrokorundu. Przy obróbce ściernicą z diamentu lub CBN tylko jednej części powoduje zmniejszenie zużycia pary tarcia w całości.



Rys. 3. Przebiegi straty masy próbki ΔG w zależności od siły nacisku P (a - pierścień ze stali 1H12N2MVFB, b - wkładka z żeliwa szarego): 1 - pierścień szlifowany ściernicą z elektrokorundu, 2 – CBN, 3 - diamentu (wkładki szlifowane tylko ściernicą z elektrokorundu)

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań wynika że:

- Szlifowanie ściernicą diamentową stali nierdzewnych typu 1H12N2MVFB umożliwia powstanie naprężeń ściskających w warstwie wierzchniej. Otrzymuje się zwiększenie wytrzymałości cyklicznej i zmniejszenie zużycia przy tarcii.
- Szlifowanie ściernicą CBN stali nierdzewnych typu 1H12N2MVFB umożliwia również powstanie naprężeń ściskających w warstwie wierzchniej. Otrzymuje się nieco mniejsze wartości wytrzymałości cyklicznej i zużycia przy tarcii niż przy ściernicy diamentowej.
- Dla zwiększenia właściwości eksploatacyjnych stali nierdzewnych zalecane jest szlifowanie ściernicą diamentową, zamiast szlifowania ściernicą z elektrokorundu z następnym odpuszczaniem stabilizującym i polerowaniem mechanicznym.

LITERATURA

1. Legutko S. Podstawy eksploatacji maszyn. WPP Poznań, 2007.
2. Malkin S., Guo C., Grinding Technology. Industrial Press New York 2008.
3. Kopak J., Krajnik P., High-performance grinding – A review. Journal of Materials Processing Technology 175/2006 p. 278-284.
4. Gołąbczak A., Koziarski T., Assessment method of cutting ability of CBN grinding wheels. International Journal of Machine Tools & Manufacture 45/2005, p. 1256-1260.