

Wpływ zużycia ostrzy narzędzi SPRT na kształtowanie powierzchni

The influence of SPRT wear on the creation of surface

JANUSZ CIELOSZYK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.366

Opracowanie dotyczy niekonwencjonalnych narzędzi z ostrzami obrotowymi (RT – *rotary tools*) typu SPRT (*self-propelled-rotary-tool*). Przedstawiono badania i analizy zmian struktury geometrycznej powierzchni spowodowane wzrostem zużycia ostrzy w całym okresie trwałości.

SŁOWA KLUCZOWE: SPRT, powierzchnia, zużycie, chropowatość

The results of studies and analyzes changes in the structure of geometric surfaces caused increase of wear tools are presented. Research focuses on unconventional tools with the rotary edges (RT rotary tools) type SPRT (self-propelled-rotary-tool).
KEYWORDS: self-propelled rotary tool (SPRT), tool wear, roughness, surface

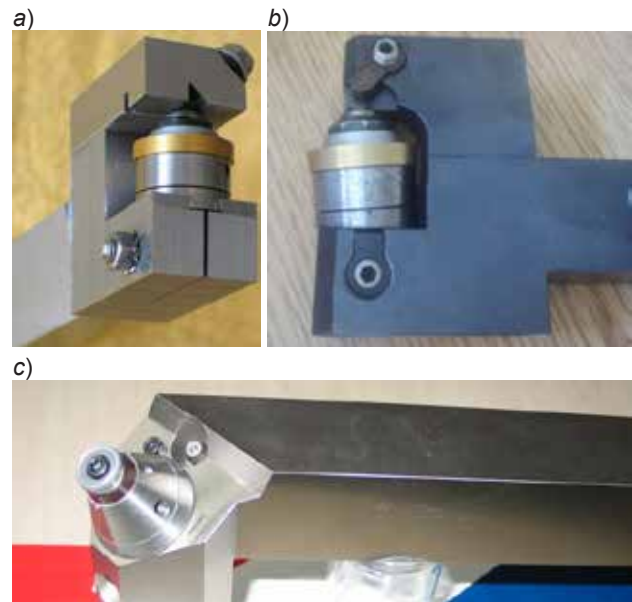
W literaturze przedmiotu brak jest wiarygodnych wyników badań i modeli opisujących zmiany SGP (struktury geometrycznej powierzchni) w funkcji zużycia narzędzia [4÷10]. Występuje tradycyjne przekonanie o silnym negatywnym oddziaływaniu stopnia zużycia na kształtowanie SGP. Wskazuje się, że stan obrabianej powierzchni różnych przedmiotów pogarsza się ze zużyciem narzędzia, nawet w granicach jego okresu trwałości [3]. W nowoczesnych procesach skrawania, takich jak obróbka materiałów utwardzonych HM (*hard machining*) narzędziami o ustalonej geometrii ostrza, których istotą jest możliwość kształtowania wykończeniowego materiałów utwardzonych, a nawet hartowanych o twardościach większych niż 45 HRC (a typowo ponad 50 HRC), SGP i jej zmiany w czasie pracy narzędzia są kluczowymi elementami. We wdrażaniu technologii HM narzędzia RT, w tym SPRT, wydają się szczególnie przydatne [1÷3]. Celem prezentowanych badań doświadczalnych i analiz było określenie wpływu zużycia tokarskich narzędzi SPRT na zmiany otrzymywanej SGP w okresach trwałości.

Badania doświadczalne

Próby prowadzono z użyciem dwóch typów noży tokarskich. Pierwszy to nóż z obrotową płytką skrawającą o średnicy $\varnothing 27$ mm z węgla spiekane go z powłoką TiN o oznaczeniu MU 23CK własnej konstrukcji (rys. 1a) i konstrukcji firmy RTC (rys. 1b). Drugi typ to nóż tokarski SPRT firmy Mitsubishi RRS DR/3232P12 z płytką okrągłą RDGH120400-M4 TF15 o średnicy $\varnothing 12,7$ mm wykonaną z węgla typu TF15. Materiałem obrabianym były stale: X20Cr13 ulepszona cieplnie o twardości 40÷42 HRC i stal 100Cr6 ulepszona cieplnie o twardości 50÷53 HRC.

Na podstawie prób wstępnych oraz danych literaturowych [1, 2, 6, 7, 8] przyjęto parametry skrawania zgodnie z tabelicą.

* Dr hab. inż. Janusz Cieloszyk (janusz.cieloszyk@zut.edu.pl) – Instytut Technologii Mechanicznej (ITM), Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny (ZUT) w Szczecinie



Rys. 1. Narzędzia tokarskie z ostrzami obrotowymi: a) nóż SPRT wykonany w ITM ZUT, b) nóż typu CLT-15RH (firmy RTC), c) nóż typu RRS-DR3232P12 (firmy Mitsubishi)

Obróbka prowadzona była na tokarce sterowanej numerycznie TUR50 SN, ze stopniowaną zmianą prędkości obrotowej wrzeciona. Określony w próbach (trwających 10÷20% dłużej) dopuszczalny czas pracy narzędzi T min (okres trwałości) wynikał z wystąpienia bardziej znaczącego, przyjętego kryterium stępienia ostrza: geometrycznego, fizycznego (wzrost drgań) lub technologicznego w postaci istotnej zmiany SGP ocenianej dla profili pierwotnych, falistości i chropowatości.

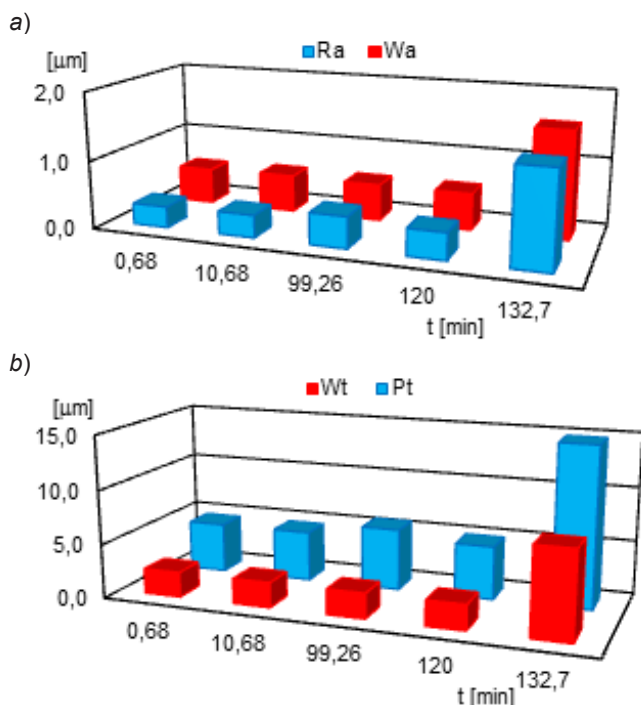
TABLICA. Parametry obróbki w badaniach SGP

Nr punktu	v_c , m/min	f , mm	a_p , mm
1	100	0,15	0,1
2	100	0,15	0,5
3	100	0,1	0,25
4	100	0,4	0,5
5	100	0,4	0,1
6	140	0,1	0,25
7	180	0,1	0,25
8	215	0,25	0,1
9	215	0,1	0,5

Pomiar powierzchni obrobionych wykonano na profirometrze T8000 (firmy Hommelwerke), wyposażonym w czujnik TK100. Pomiary obejmowały rejestrację pięciu profili na obrobionej powierzchni, na odcinku pomiarowym równym $l_t = 4,8$ mm, z prędkością przesuwu czujnika 0,5 mm/s. W czasie pomiaru stosowano filtr typu ISO 11562 (M1), $\lambda_c = 0,8$ mm.

Wyniki badań

Wyniki pomiarów SGP obrobionych powierzchni na różnych etapach zużycia narzędzi stanowił bogaty zbiór rejestrowanych profili pierwotnych (P), chropowatości (R) i falistości (W) wraz z wartościami odpowiadających parametrów SGP (np.: P_t , R_a , W_a , W_t). Dla każdej powierzchni obliczono wartości średnie wyznaczonych parametrów SGP. W analizach wykorzystano przede wszystkim opracowane wykresy charakterystycznych i najistotniejszych parametrów SGP (co również okazało się bardzo istotnym i interesującym problemem, przede wszystkim metrologicznym) w funkcji czasu pracy narzędzia (jego zużycia) z różnymi parametrami technologicznymi. Na rys. 2 zamieszczono wybrany przykładowy wykres dla narzędzia SPRT z płytką skrawającą o średnicy $\varnothing 27$ mm. Wyniki dla narzędzia typu RRSDR/3232P12 zamieszczono na rys. 3. Ważnym obiektem porównań były również obrazy profili (P, W, R) powierzchni. Nawet przy bardzo długich okresach trwałości narzędzi – od 120 min do 700 min (60 i więcej razy dłuższych niż dla klasycznych narzędzi tokarskich) – obraz profili nie ulegał istotnym zmianom. Jednocześnie znacząca, a często nagle zmiana stanu SGP wyznaczała dopuszczalne w obróbce wykończeniowej kryteria stępienia narzędzia (np. $T = 125$ min – rys. 2 i $T = 650$ min – rys. 3, przy starciu na powierzchni przyłożenia ostrza $VB_B = 0,3$ mm). W całym okresie trwałości ostrza przyjętym dla obróbki wykończeniowej wartości wszystkich, różnorodnych parametrów SGP utrzymywały się na oczekiwanym poziomie.

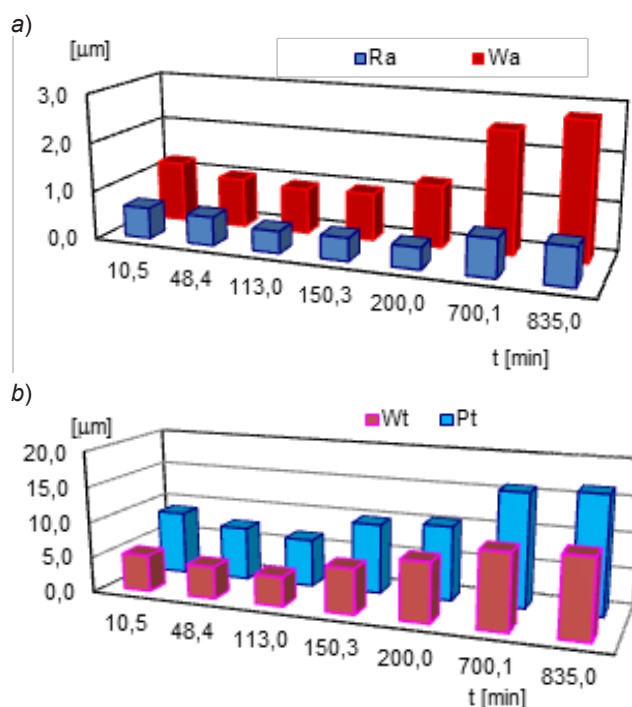


Rys. 2. Zmiany parametrów SGP stali 100Cr6 (52 HRC) na różnych etapach pracy narzędzia CLT-15RH, $V_c = 140$ m/min $f = 0,1$ mm/obr, $a_p = 0,25$ mm: a) R_a , W_a , b) P_t , W_t

Podsumowanie

Wszystkie wyniki badań, łącznie z przykładowo zamieszczonymi, wskazują, że tokarskie narzędzia SPRT ze względu na zwiększone zdolności skrawne nawet przy tradycyjnym i znacznie tańszym materiale ostrza są w stanie zapewnić możliwość efektywnego i stabilnego kształtowania SGP w znacząco długim okresie przy obróbce

materiałów utwardzonych (40 HRC) i twardych (> 50 HRC) na obrabiarkach o odpowiedniej sztywności.



Rys. 2. Zmiany parametrów SGP stali X20Cr13 (42HRC) na różnych etapach pracy narzędzia typu RRSDR/3232P12, $V_c = 140$ m/min, $f = 0,1$ mm/obr, $a_p = 0,25$ mm: a) R_a , W_a , b) P_t , W_t

Pozwala to również wnioskować o możliwości użycia narzędzi SPRT w procesach obróbki dużych powierzchni skrawanych, kiedy nie jest dopuszczalna zmiana ostrza w czasie skrawania pojedynczego wyrobu.

LITERATURA

1. Cieloszyk J., Zasada M. „The analytical basis for evaluation and comparison of the effectiveness of modern turning with rotary and conventional tools”: <http://wbmiz.put.poznan.pl/wos/007-014M14>. WoS Paper 01.pdf.
2. Cieloszyk J., Zasada M. „An analysis of cycle time in modern turning operations carried out with rotary tools” <http://wbmiz.put.poznan.pl/wos/015-022M14>. WoS Paper 02.pdf.
3. Davim J.P. „Machining of Hard Materials”. London, Springer-Verlag London Limited, 2011.
4. Dessoly V., Melkote S.N., Lescallier C. „Modeling and verification of cutting tool temperatures in rotary tool turning of hardened steel”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 44, (2004): pp.1463+1470.
5. Ezugwu E.O. „High Speed Machining of aero-engine alloys” *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, ABCM*. Vol. XXVI, No. 1 (2004), pp. 532+539.
6. Ezugwu E.O. „Key improvements in the machining of difficult-to-cut aerospace superalloys”. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. No. 45 (2005), pp.1353+1367.
7. Kishawy H.A., Becze C.E., McIntosh G.G. „Tool performance and attainable surface quality during the machining of aerospace alloys using self-propelled rotary tools”. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 152 (2004): pp. 266+271.
8. Kishawy H.A., Wilcox J. „Tool wear and chip formation during hard turning with self propelled rotary tools”. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Vol. 43. (2003), pp. 433+439.
9. Nakajima K. et al. „Effect of rotary cutting tool posture on machining performance utilizing multi-tasking lathe”. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*. Vol. 2, No. 2, (2008), pp. 532+539.
10. Sasahara H., Kato A. et al. „High-speed rotary cutting of difficult-to-cut materials on multi tasking lathe”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 48, No. 7+8, (2008), pp. 841+850.