

doc. dr inż. Zbigniew VOGEL, dr inż. Wit GRZESIK
Zakład Technologii Maszyn Instytutu Budowy Maszyn
Wyższa Szkoła Inżynierska w Opolu

TOCZENIE NOŻEM JEDNOKRAWĘDZIOWYM JAKO METODA POLEPSZENIA SKRAWALNOŚCI STALI TRUDNO OBRABIALNYCH

1. Wstęp

Poszukiwanie sposobów polepszenia skrawalności materiałów trudno obrabialnych, mimo intensywnych badań w tym kierunku, jest problemem ciągle aktualnym. Chodzi tu zwłaszcza o umożliwienie zwiększenia wydajności obróbki przy zachowaniu odpowiedniej jakości technologicznej powierzchni obrabianej, co ciągle stanowi podstawową trudność w praktyce przemysłowej.

Jedną z dróg prowadzących do celu w tym zakresie może być zastosowanie do toczenia powierzchni zewnętrznych narzędzi o dużym kącie pochylenia krawędzi skrawającej, zwanych jednokrawędziowymi.

Do postawienia takiej tezy upoważniają wyniki prowadzonych od kilku lat badań w Zakładzie Technologii Maszyn WSI w Opolu.

W przypadku jednokrawędziowego noża tokarskiego, znaczne pochylenie krawędzi skrawającej eliminuje naroże ostrza [1], a tym samym pomocniczą krawędź skrawającą. Narzędzie pracuje zatem w warunkach swobodnego skrawania ukośnego, co według szeregu autorów wpływa na znaczną efektywność skrawania przejawiającą się w spadku jednostkowego obciążenia siłowego i cieplnego, zmniejszeniu intensywności odkształceń plastycznych czy zwiększeniu sztywności narzędzia.

Obszerne badania procesu skrawania stali węglowych i stopowych nożem jednokrawędziowym [2] pozwoliły na stwierdzenie, że obróbka taka poprawia ogólnie jakość technologiczną powierzchni obrabianej. Zwłaszcza interesujący jest fakt, że dzięki specyficznej kinematyce skrawania otrzymano efekty gładkościowe po toczeniu porównywalne w obróbką szlifowaniem [3,4]. Ponadto w badaniach tych udowodniono, że obróbka nożami jednokrawędziowymi charakteryzuje się znacznym obniżeniem intensywności przebiegu odkształceń plastycznych w porównaniu z toczeniem konwencjonalnym, a także możliwością kształtowania naprężeń obróbkowych wg modelu mechanicznego, tj. otrzymywania korzystnych naprężeń ściskających w warstwie wierzchniej. Po tych zachęcających wynikach badań postanowiono przeprowadzić próby skra-

wania materiału szczególnie trudnego w obróbce jakim jest stal austenityczna kwasoodporna 1H18N9T. Jak wiadomo stal ta jest szczególnie podatna na umocnienie w procesie skrawania, dlatego też badaniami objęto przede wszystkim wskaźniki utwardzania warstwy wierzchniej. Ponadto przeprowadzono badania porównawcze wskaźnika chropowatości powierzchni.

2. Stan utwardzenia warstwy wierzchniej

Zarówno wyniki prezentowanych tu badań jak i poprzednie badania [2,3] wskazują na znaczne obniżenie intensywności przebiegu odkształceń plastycznych przy obróbce nożami jednokrawędziowymi, co objawia się wyraźnym zmniejszeniem wskaźników zgniotu, tj. głębokości i stopnia utwardzenia warstwy wierzchniej. W tablicy zestawiono porównawcze wyniki badań tych wskaźników dla czterech materiałów o różnych strukturach, przy skrawaniu konwencjonalnym oraz nożem bezwierzchołkowym.

Wyniki wskazują, że niezależnie od struktury skrawanej stali wskaźniki utwardzenia kształtują się zdecydowanie korzystniej dla toczenia nożem bezwierzchołkowym, w porównaniu z tozeniem konwencjonalnym.

Szczególnie korzystnie wskaźniki te przedstawiają się dla stali austenitycznej 1H18N9T, dla której stopień zgniotu jest niższy prawie trzykrotnie, a głębokość utwardzenia zmniejszyła się więcej niż dwukrotnie.

Warto zauważyć, że w odróżnieniu od toczenia konwencjonalnego, obróbka nożem bezwierzchołkowym zapewnia wyraźne zmniejszenie wskaźników zgniotu zwłaszcza w zakresie dużych prędkości skrawania, charakterystycznych dla tej obróbki. Z rysunku 1 wynika, że do prędkości około $2^m/s$ zarówno stopień jak i głębokość zgniotu mają tendencje spadkowe, po czym wpływ prędkości skrawania na te wskaźniki jest niewielki. Natomiast z przedstawionych w pracy [5] danych wynika, że przy skrawaniu normalnym nożem tokarskim wzrost prędkości skrawania powyżej $1,25^m/s$ nie wykazuje już wyraźnego wpływu na głębokość i stopień zgniotu, przy czym wskaźniki te utrzymują się na poziomie kilkakrotnie wyższym niż przy toczeniu nożem bezwierzchołkowym.

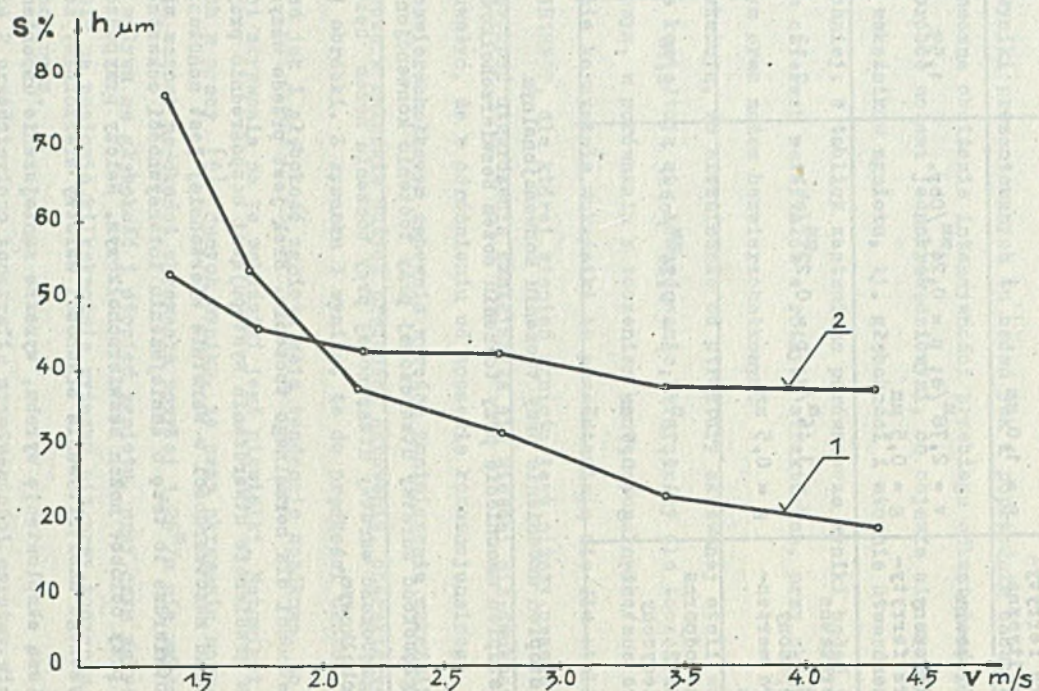
Na rysunku 2 przedstawiono topografię mezotwardości warstwy wierzchniej po tozeniu stali 1H18N9T. Z rysunku wynika, że krzywa zmiany stopnia zgniotu w funkcji głębokości warstwy utwardzonej otrzymana w przypadku toczenia nożem bezwierzchołkowym różni się zasadniczo od analogi-

Materiał skrawany	Warunki skrawania	Wskaźnik spadku	
		stopnia zgniotu ΔS	głębokości zgniotu Δh
Stal węglowa 45 stan normalizowany struktura ferryty- czno-perlityczna	$v = 4,32^m/s$; $p = 0,34^{mm}/obr.$ $g = 1,0\text{ mm}$	1,68	1,30
Stal nierdzewna H17 stan zmiękczoney struktura ferryty- czna	$v = 2,78^m/s$; $p = 0,24^{mm}/obr.$ $g = 0,5\text{ mm}$	1,59	1,67
Stal nierdzewna 2H13 stan ulepszony struktura marten- zytyczna	$v = 3,46^m/s$; $p = 0,27^{mm}/obr.$ $g = 0,5\text{ mm}$	2,13	2,0
Stal kwasoodporna 1H18N9T stan przesycony struktura austeni- tyczna	$v = 2,78^m/s$; $p = 0,24^{mm}/obr.$ $g = 0,5\text{ mm}$	2,76	2,33

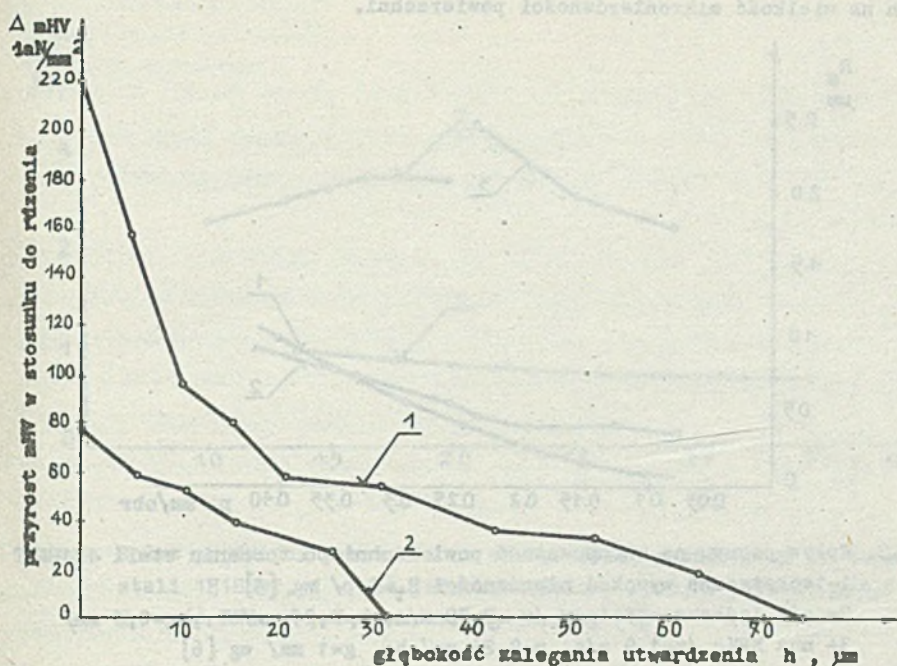
$$\Delta S = \frac{\text{stopień umocnienia przy toczeniu konwencjonalnym}}{\text{stopień umocnienia przy toczeniu nożem bezwierzchołkowym}}$$

$$\Delta h = \frac{\text{głębokość warstwy utwardzonej przy toczeniu konwencjonalnym}}{\text{głębokość warstwy utwardzonej przy toczeniu nożem bezwierzchołkowym.}}$$

cznej zależności dla normalnego toczenia. Brak jest przede wszystkim strefy o dużym gradiencie utwardzenia występującej bezpośrednio przy powierzchni. Rozkład mezotwardości w warstwie wierzchniej jest monotonicznie malejącej. Potwierdza to tezę o zmniejszeniu intensywności odkształceń plastycznych przy obróbce nożem bezwierzchołkowym. Należy przypuszczać, że obok korzystnego ukształtowania własności warstwy wierzchniej ze względu na późniejszą eksploatację wyrobu, wyraźne zmniejszenie umocnienia warstwy wierzchniej będzie mieć pozytywny wpływ na trwałość ostrza.



Rys.1. Wpływ prędkości skrawania na stożek /1/ i głębokość /2/ utwardzenia WW po toczeniu stali 1H18N9T nożem jednokrawędziowym / $p = 0,24$ mm/obr , $g = 0,5$ mm/.



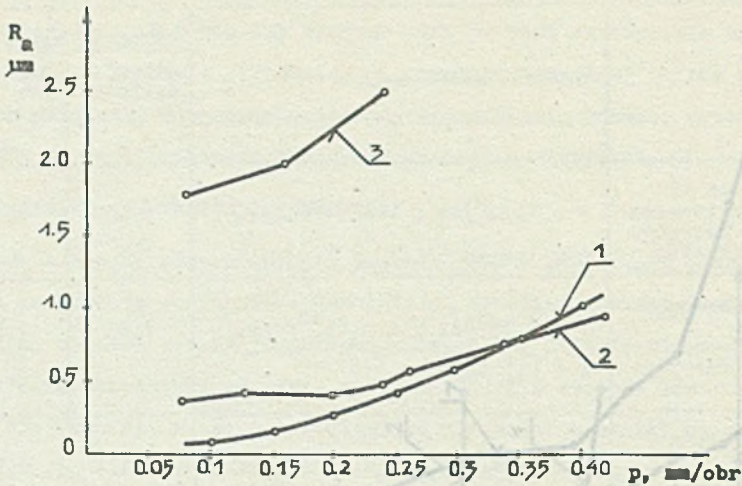
Rys. 2. Topografia mezotwardości WW po toczeniu stali 1H18N9T $v=2,78\text{m/s}$, $p=0,24\text{ mm/obr}$, $g=0,5\text{ mm}$ /nożem NNZn /1/ i nożem jednokrawędziowym /2/.

3. Chropowatość powierzchni

W przypadku toczenia nożem jednokrawędziowym krawędź skrawająca zajmuje położenie wchrowate względem osi obrotu, a utworzona powierzchnia skrawana jest jednopowłokową hiperboloidą obrotową. Teoretyczna wysokość nierówności, stanowiąca w tym przypadku wysokość pola resztkowego zawartego między dwiema hiperbolami, jest znacznie mniejsza niż przy konwencjonalnym toczeniu z analogicznymi posuwami. Szczegółowo zagadnienie to przedstawiono w pracy [4].

Badania procesu skrawania stali austenitycznej 1H18N9T wykazały, że i w tym przypadku osobliwości procesu toczenia nożem jednokrawędziowym wpływają korzystnie na stan geometryczny warstwy wierzchniej. Rysunek 3 przedstawia wpływ posuwu na wysokość chropowatości powierzchni. Krzywe zamieszczone na tym rysunku wskazują na znaczne zbliżenie rzeczywistych wartości chropowatości do danych obliczeniowych przy toczeniu nożem bezwierzchołkowym, a tym samym mniejszy wpływ odkształceń plastycznych

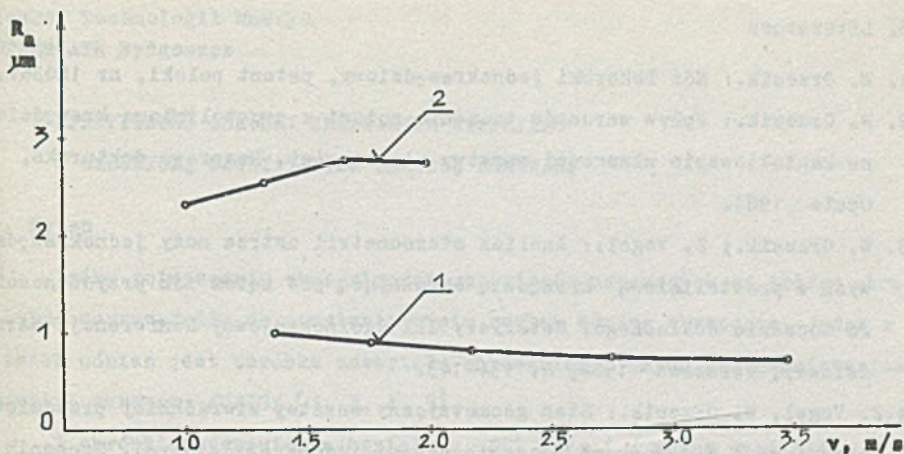
nych na wielkość mikronierówności powierzchni.



Rys.3. Wpływ posuwu na chropowatość powierzchni po toczeniu stali 1H18N9T
1-teoretyczna wysokość nierówności $R_t=f/p$ wg [4]
2- nóż jednokrądzkowy $v=2,78$ m/s, $p=0,24$ mm/obr, $g=0,5$ mm/
3- nóż NNZn $v=1,9$ m/s, $p=0,24$ mm/obr, $g=1$ mm/ wg [6]

Dla porównania na tymże rysunku zamieszczono wykres $R_a = f p$ dotyczący toczenia nożem składanym wg [6], z którego wynika, że przy toczeniu konwencjonalnym wzrost chropowatości powierzchni wraz z posuwem jest bardziej intensywny, a ponadto wysokość nierówności są około pięciokrotnie wyższe niż przy toczeniu nożem bezwierzchołkowym. Wskazuje to możliwość stosowania przy tej obróbce większych posuwów nawet przy wysokich wamganiach gładkościowych.

Równie korzystnie przedstawia się zależność wysokości chropowatości powierzchni od prędkości skrawania [4]. W całym zakresie stosowanych prędkości wysokości nierówności kształtuje się poniżej $1 \mu m$ i ma tendencje spadkowe w kierunku dużych prędkości. Przy obróbce normalnym nożem tokarskim wysokość chropowatości przyjmuje wartości prawie trzykrotnie większe.



Rys.4. Wpływ prędkości skrawania na chropowatość powierzchni po toczeniu stali 1H18N9T, 1 - nóż jednokrądzkowy / $p=0,24$ mm/obr, $g=0,5$ mm/, 2 - nóż NNZn / $p=0,2$ mm/obr, $g=1$ mm/ wg [6]

4. Wnioski

- Zastosowanie noży jednokrądzkowych do toczenia stali kwasoodpornych umożliwia osiągnięcie korzystnego stanu warstwy wierzchniej przy jednoczesnym wzroście wydajności obróbki, a zatem może stanowić jeden ze sposobów poprawy skrawalności tych stali.
- Znaczne obniżenie wskaźników umocnienia warstwy wierzchniej świadczy o zmniejszeniu intensywności odkształceń plastycznych, co napewno nie pozostaje bez wpływu na trwałość ostrza.
- Stan mikrogeometrii powierzchni obrobionej jest porównywalny, nawet przy zwiększonych posuwach, ze szlifowaniem. Pozwala to na stosowanie przy dokładnym toczeniu większych posuwów, a zatem na zwiększenie wydajności obróbki.
- Dalsze badania powinny być ukierunkowane przede wszystkim na zagadnienie trwałości ostrza jako podstawowego wskaźnika skrawalności materiałów trudno obrabialnych.

5. Literatura

1. W. Grzesik.: Nóż Tokarski jednokrawędziowy, patent polski, nr 120367.
2. W. Grzesik.: Wpływ warunków toczenia nożami z prostoliniową krawędzią na kształtowanie własności warstwy wierzchniej. Rozprawa doktorska, Opole 1981.
3. W. Grzesik.; Z. Vogel.: Analiza stereometrii ostrza noży jednokrawędziowych z prostoliniową krawędzią skrawającą pod kątem ich przydatności do toczenia dokładnego. Materiały III Ogólnokrajowej Konferencji Narzędziowej, Warszawa 1980, s. 134-143.
4. Z. Vogel, W. Grzesik.: Stan geometryczny warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego w warunkach toczenia nożami jednokrawędziowymi. Mechanik 7, 1980, s. 349-354.
5. R. Siecla.: Wpływ warunków skrawania na zgniot warstwy wierzchniej przy toczeniu stali 1H18N9T. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej, Postępy w teorii i technice obróbki materiałów. Kraków 1973.
6. H. Żebrowski, A. Streubel.: Optymalne warunki toczenia stali kwasoodpornej nożami z płytkami umocowanymi mechanicznie. Materiały II Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej, Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. Gliwice 1972, s. 29-39.

Zbigniew VOGEL, Wit GRZESIK

TURNING WITH AN ONE-EDGE LATHE TOOL AS A METHOD FOR
IMPROVING THE MACHINABILITY OF ALMOST UNWORKABLE STEELS

Summary

In the paper the results are presented of investigations of depth and degree of strain hardening of the external layer after turning with an one-edge lathe tool and after conventional turning. A comparison of results points out that the employment of the one-edge lathe tools may be a way of improving the machining properties of almost unworkable austenitic steels.