

mgr inż. Michał ŚLIWA
Instytut Technologii Maszyn
Politechnika Krakowska

OCENA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW SKRAWALNOŚCI STOPU TYTANU WT22

1. Wstęp

Stop tytanu WT22 [10] jest stopem osiągającym wysoką wytrzymałość do-
rzną $R_m = 1100\text{MPa}$ /, którą można zwiększyć przez umocnienie cieplne
 $R_m = 1400\text{MPa}$ /. Należy on do materiałów trudno skrawalnych. Stop ten znaj-
duje obecnie szerokie zastosowanie w przemyśle lotniczym. Analiza litera-
tury wskazuje, że brak jest właściwie danych o jego skrawalności. Pomimo,
że stop tytanu WT22 należy do rodziny stopów dwufazowych $\alpha + \beta$ / po-
dobnie jak stop WT3-1, jednak praktyka przemysłowa wykazuje, że wymaga on
odrębnej analizy z punktu widzenia wskaźników skrawalności. Przytoczone w
literaturze [1, 3, 4, 5, 8, 12], dane na temat skrawalności innych
stopów tytanu, np. WT5, WT1-0 /stopy o strukturze α //, WT3-1, WT8 /stopy
o strukturze $\alpha + \beta$ //, nie dają się przetransponować na stopy WT22.
Celowo jest zatem ustalenie przydatnych dla praktyki przemysłowej sposo-
bów oceny wybranych wskaźników skrawalności stopu tytanu WT22.

2. Badania własne

Z własnych badań autora wynika, że dla obróbki stopu tytanu WT22 nar-
zędziami z ostrzami ze stali szybko tnącej prędkość skrawania nie powinna
przekraczać wartości podanych w tabeli 1. Te dane potwierdza
także praktyka przemysłowa. Zużycie ostrza narzędzia można w warunkach
przemysłowych identyfikować na podstawie kształtu wiórów i chropowatości
obrabianej powierzchni. Wióry powstające podczas procesu skrawania, po-
siadające kształt pokazany na rysunku 1., świadczą o prawidłowej stereome-
trii ostrzy narzędzi. Wióry posiadające kształt i postać jak na rys.2.,
sygnalizują, że ostrza narzędzia są stępione i praca przebiega w trzecim
przedziale krzywej zużycia.

Badania przeprowadzono z zastosowaniem frezów NFPe o średnicy $\varnothing 20$
/mm/ ze stali szybko tnącej SW7M o twardości 61 - 63 /HRC/. Frezy zostały
pobrane z narzędziowni w ilości 30 sztuk i następnie sprawdzone przez
kontrolę jakości pod względem stereometrii ostrza. Dodatkowo pracownik

Tabela 1. Warunki skrawania podczas frezowania stopu tytanu wraz frezami trzpieniowymi ze stali szybkotnącej SW7M.

Średnica freza /mm/	Ilość ostrzy freza	Maksymalna szerokość frezowania /mm/	Głębokość skrawania /mm/	Posuw /mm/ ostrze	Prędkość skrawania / $\frac{m}{min}$ /
16 - 20	4	10 - 15	max 3	0,02 0,10	5 - 12
20 - 40	4 - 6	15 - 30	3 - 5	0,02 0,10	6 - 10
40 - 50	6	40	max 5	0,03 0,12	5 - 8

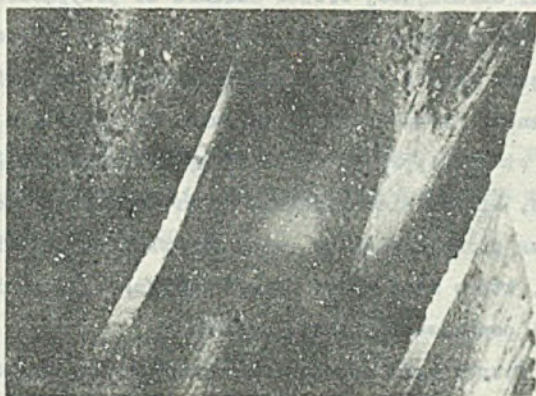


Rys. 1. Kształt wiórów otrzymanych na początku procesu skrawania stopu tytanu WT22.

obsługujący obrabiarkę sprawdził narzędzie próbą pracy w celu określenia jego przydatności do wykonania planowanego zabiegu obróbowego. Próby przeprowadzono na frezarce pionowej MFI CSEPEL MUVEX o mocy silnika 22/kW/. Próby frezowania dokonano na materiałach poprzednio oskórowanych stosując jako ciecz obróbkową emulsję E 30 %. Czynnikiem mierzonym był czas pracy τ /min/ frezów, który określono jako sumę czasów skrawania do momentu uzyskania założonego kryterium zużycia $VB = 0,2 - 0,3$ /mm/.



Rys.2. Kształt wiórów otrzymanych pod koniec procesu skrawania stopu tytanu WT22 /zużycie VB = 0,2 - 0,3 /mm/.



Rys.3.8. Drobne wykruszenia krawędzi /typ muszelkowy, łuskowy/ wraz ze zużyciem ściernym freza trzpieniowego NFPe pod koniec procesu skrawania stopu tytanu WT22; zużycie VB = 0,2 - 0,3 /mm/ [6]



Rys.3.b. Drobne wykruszenia krawędzi /typ muszelkowy, łuskowy/ wraz ze zużyciem ściernym freza trzpieniowego NFPs pod koniec procesu skrawania stopu tytanu WT22; zużycie VB = 0,2 - 0,3/mm/ [6]

Średni czas pracy frezów do momentu założonego kryterium zużycia wynosił $\bar{\tau} = 120$ /min/, a ostrze skrawające posiadały topografię zużycia przedstawioną przykładowo na zdjęciach frezów /rys.3./.

Obraz zużycia krawędzi skrawającej frezów skłania do przypuszczeń, że jest ono wynikiem adhezyjnego zużycia ostrza, oraz że krawędź uległa zużyciu zmęczeniowemu. Na zdjęciu /Rys.4./ można wyróżnić segmentową budowę wióra z wyraźnymi płaszczyznami /krawędziami/ poślizgu. Na podstawie literatury z teorii powstawania wióra [1, 2, 9, 13] wynika, że proces skrawania przebiegający dynamicznie, wpływa niekorzystnie na krawędź skrawającą. Podczas skrawania ostrze freza podlega ciągłym zmiennym cyklicznym obciążeniom siłowym i termicznym, które mają wpływ na wytrzymałość zmęczeniową, powodującą w konsekwencji powstawanie pęknięć ostrza.

Podczas obróbki stopów była również obserwowana chropowatość powierzchni obrabianej. Pomiar przeprowadzono na profilometrze Talysurf mod. 4 firmy Taylor-Hobson w dwóch kierunkach: zgodnym z kierunkiem posuwu A i prostopadłym do niego B.

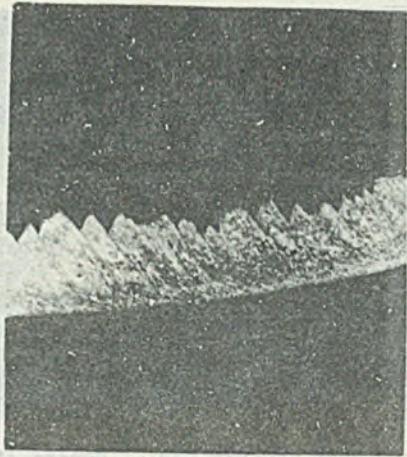
Chropowatość powierzchni obrobionej na początku pracy freza podczas obróbki wykańczającej mierzona w kierunku A dochodziła do $R_z = 10$ / μm /, zaś w kierunku B wynosiła $R_z = 20$ / μm /.

Kierunku Z wynosiła $R_z = 20 \mu\text{m}$.

Pod koniec procesu skrawania stopu tytanu WT22 (przy założeniu $V_f = 0,3 - 0,5 \text{ /mm/}$) przeprowadzono pomiar chropowatości w trzech osiach kierunkach. Chropowatość połączona w kierunku X wynosiła do $R_x = 30 - 40 \mu\text{m}$, natomiast w kierunku Z wynosiła do $R_z = 90 - 120 \mu\text{m}$.

4. Wyniki

Przebieg procesu skrawania stopu tytanu WT22 przy założeniu $V_f = 0,3 - 0,5 \text{ /mm/}$ przebiegał w sposób normalny. Wzrost chropowatości w kierunku X wynosił do $R_x = 30 - 40 \mu\text{m}$, natomiast w kierunku Z wynosił do $R_z = 90 - 120 \mu\text{m}$.



Przebieg procesu skrawania stopu tytanu WT22 przy założeniu $V_f = 0,3 - 0,5 \text{ /mm/}$ przebiegał w sposób normalny. Wzrost chropowatości w kierunku X wynosił do $R_x = 30 - 40 \mu\text{m}$, natomiast w kierunku Z wynosił do $R_z = 90 - 120 \mu\text{m}$.

5. Literatura

1. J. J. Arzago, R. M. Brown, Obrabotki metali lekkich, Warszawa 1977.

2. R. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

3. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

4. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

5. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

6. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

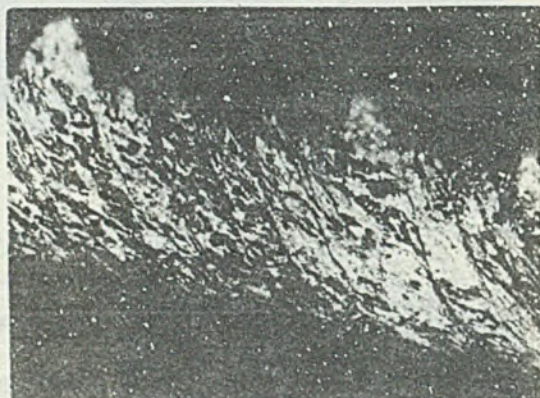
7. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

8. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

9. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

10. J. J. Archard, J. C. Fisher, J. Appl. Phys., 42, 1971.

Rys.4.a. Fotografia mikroszlifów wióra stopu tytanu WT22 otrzymanego podczas frezowania /trawiono: 25 % HF + 75 % HNO₃/, /powiększenie 200x/



Rys.4.b. Fotografia mikroszlifów wióra stopu tytanu WT22 otrzymanego podczas frezowania /trawiono: 25 % HF + 75 % HNO₃/
/powiększenie 500x/

w kierunku B wynosiła $R_z = 20$ /um/.

Pod koniec procesu skrawania stopu tytanu WT22 /przy zużyciu $V_B = 0,2 - 0,3$ /mm// przeprowadzono pomiar chropowatości w tych samych kierunkach. Chropowatość powierzchni w kierunku A wzrosła do $R_z = 20 - 40$ /um/, natomiast w kierunku B wzrosła do $R_z = 80 - 320$ /um/.

3. Wnioski

Przeprowadzone obserwacje i badania sprawdzające proces obróbki skrawaniem stopu tytanu WT22 pozwalają wysunąć wniosek, że wybrane dwa wskaźniki użytkowe skrawalności takie jak: rodzaj i kształt powstających wiórow oraz chropowatość powierzchni obrobianej pozwalają śledzić poprawność realizacji i efekty procesu skrawania stopu tytanu WT22 w warunkach przemysłowych. Przytoczone przykłady zmian kształtu wiórow i chropowatości powierzchni umożliwiają wyciągnięcie wniosku, w którym przedziale krzywej zużycia znajduje się pracujące narzędzie.

Dalsze próby badawcze wskaźników fizycznych skrawalności powinny doprowadzić do nowych rozwiązań konstrukcyjnych i stereometrycznych ostrzy narzędzi do obróbki tytanu i jego stopów oraz do określenia zalecanych parametrów skrawania.

4. Literatura

1. E.J.A. Armarego, R.H. Brown.: Obrabotka metali rezaniem. Maszynostrojnie. Moskwa, 1977.
2. W. Biernawski.: Teoria obróbki metali skrawaniem. PWN, Warszawa, 1956.
3. A. Bylica.: Materiałoznastwo lotnicze. WU Pol.Rzeszowska., Rzeszów 1980.
4. J. Chajda, R.Musiał.: Technologia obróbki wiórowej stopu tytanu WT3-1. Mater. Kon.Nauk.-Techn., str. 87-111, Rzeszów. 1975.
5. A. Ciszewski, T. Radomski.: Obróbka oraz łączenie tytanu i jego stopów. WNT, Warszawa. 1968.
6. J. Harasymowicz.: Analiza wytrzymałościowego zużycia skrawających ostrzy z węglików spiekanych w zależności od cech stereometrycznych ostrza i warunków skrawania przy nieciągłym procesie obróbki. Mechanika ZN Pol.Krak., Kraków, 1972.
7. J. Kaczmarek.: Podstawy obróbki wiórowej, ścierniej i erozyjnej. WNT., Warszawa, 1971.

8. W.A. Kriwouchow, A.D. Czubarow.: Obrabotka titanowych spławow rezaniem Maszynostrojenie, Moskwa. 1970.
9. J. Leopold.: Modellierung der Spanbildung. Technische Hochschule. Karl-Marx-Stadt. 1980.
10. J. Lunarski.: Własności fizyczne i użytkowe stopów tytanu po procesie nagniatania dynamicznego. Pol.Rzesz., Rzeszów, 1982.
12. N.J. Reznikov.: Obrabotka rezaniem żaroprocznych, wysokoprocznych i titanowych spławow. Maszynostrojenie., Moskwa. 1972.
13. P.G. Petruchin.: Rezenie trudnoobrabatywajemych materiałow. Maszynostrojenie., Moskwa, 1972.

Michał ŚLIWA

ESTIMATION OF SELECTED MACHINABILITY INDEXES OF
THE WT22 TITANIUM ALLOY

Summary

The results of investigations are presented of the selected machinability indexes such as: surface roughness and the chip type and shape. These indexes according to the results of investigations indicate the state of the tool cutting edge as well as the estimation in ordinary workshop conditions.