

Wpływ ostrzenia na efektywność pracy przeciągacza

The effect of sharpening on efficiency of a pull broach operation

JAN JAWORSKI
 RAFAŁ KLUZ
 TOMASZ TRZEPIECIŃSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.437

W procesie eksploatacji przeciągacz podlega wielokrotnemu ostrzeniu. Resurs pracy ostrzonego narzędzia stanowi od 75÷85% okresu pracy przeciągacza. W pracy przeprowadzono analizę efektywności pracy przeciągacza w okresie całego cyklu jego pracy. Badania prowadzono przy obróbce stali C45. Na podstawie otrzymanych wyników badań i ich analizy otrzymano zależność matematyczną wpływu liczby ostrzeń prowadzonych na powierzchni natarcia na uśrednioną wielkość zużycia zębów przeciągacza V_B .

SŁOWA KLUCZOWE: przeciąganie, zużycie ostrza, rozrzut trwałości, kryterium zużycia, ostrzenie narzędzi

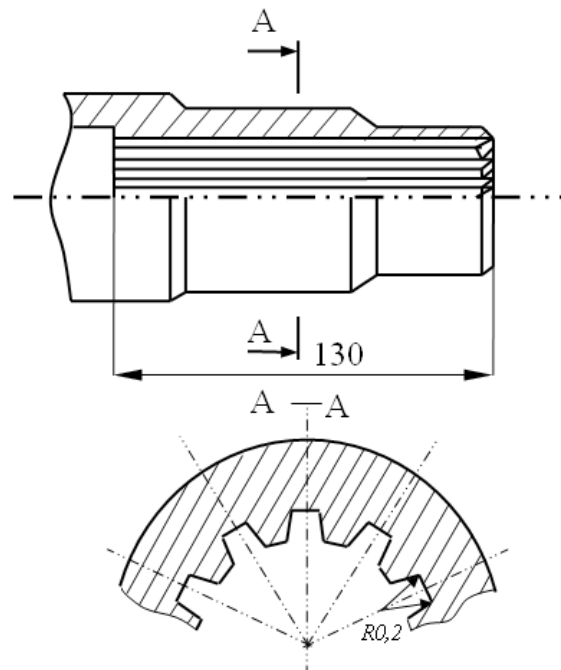
In the process of the operation the pull broach is subjected to multiple sharpening. Service life of a sharpened tool is ranged from 75 to 85% of pull broach operation life. In the paper the analysis of efficiency of the pull broach operation in the whole cycle of their operation is presented. The investigations were carried out at machining of C45 steel. The mathematical relationship of the effect of the number of sharpenings conducted on the rake face on the average amount of pull broach tooth wear V_B was obtained on the basis of the results of the research and their analysis.

KEYWORDS: pull broaching, blade wear, durability dispersion, wear criterion, tools sharpening

Przy organizacji procesów skrawania w zautomatyzowanym systemie wytwarzania najbardziej złożone problemy pojawiają się przy ocenie wydajności i niezawodności obróbki. Wysokie wymagania odnośnie jakości obrabianych części determinują technologiczne uszkodzenia jako główny obiekt badań w teorii niezawodności systemu technologicznego [1÷3]. Podczas eksploatacji, system technologiczny podlega oddziaływaniom mechanicznym i cieplnym, które powodują uszkodzenia i zmieniają wartości parametrów jego stanu wyjściowego. Funkcjonowanie wszystkich elementów systemu technologicznego zapewnia realizację procesu technologicznego, ale wskaźniki jakościowe obrabianych części określa w zasadzie oprzyrządowanie technologiczne, obrabiarka i narzędzie. Przy optymalnych warunkach eksploatacji narzędzia mającego wymagane parametry wyjściowe, dominującym czynnikiem są uszkodzenia spowodowane zużyciem powierzchni skrawających narzędzia [4, 5]. Aktualnie duża liczba prac jest poświęcona problematyce prognozowania trwałości narzędzi skrawających, w tym i przeciągaczy, koniecznych do opracowania systemu automatycznego projektowania narzędzi [6, 7]. Jednak do tej pory wyznaczenie efektywności pracy narzędzi pozostaje złożonym i bardzo aktualnym zagadnieniem.

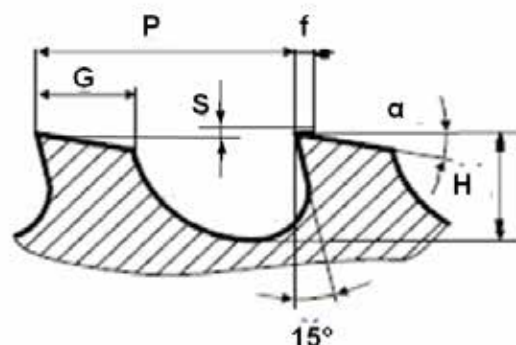
Metodyka badań

Badania dynamiki zużycia przeciągaczy prowadzono w warunkach produkcyjnych podczas przeciągania wielowypustu o zarysie prostokątnym przedstawionym na rys. 1, na przeciągarce poziomej 7B 510 kompletem przeciągaczy ze stali HS 18-0-1. Materiałem obrabianym był półwyrób ze stali C45 (HB = 260-320) o długości 130 mm.



Rys. 1. Rysunek części z obrabianym zarysem wielowypustu

Na rys. 2 i w tabl. 1 przedstawiono parametry części skrawającej przeciągacza wykańczającego, dla którego prowadzono badania. Badanie dynamiki zużycia przeciągacza wykańczającego prowadzono przy parametrach skrawania $v_c = 7$ m/min po obróbce 500 części a jako kryterium zużycia przyjęto zużycie na powierzchni przyłożenia $V_B = 0,4$ mm.



Rys. 2. Przeciągacz wykańczający wykorzystany w badaniach

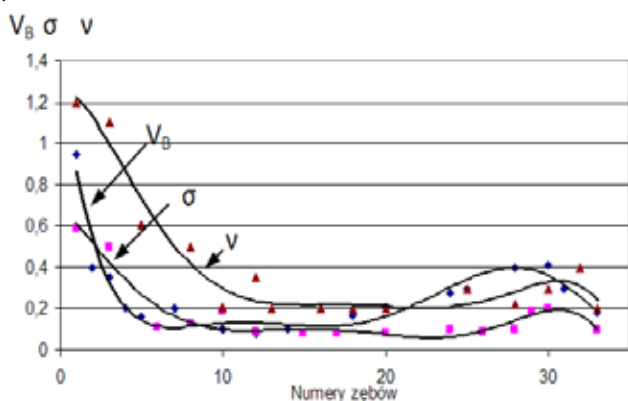
* Rafał Kluz (rkkmtiop@prz.edu.pl), Jan Jaworski (jjkmtiop@prz.edu.pl), Tomasz Trzepieciński (tomtr@prz.edu.pl) – Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej

Tabela. 1. Parametry geometryczne przeciągacza

Numer zęba	S	α	f	P	G	H	d
1+2	0,15	3°	0,05	16	5	5	33,5
3+6	0,35						
7+14	0,06						
15	0,015	2°		22	6	7	
16	0,01						
17+18	0	1°		0,1+0,6			
19+35							

Wyniki badań i ich analiza

Eksploatacyjną trwałość przeciągacza określono na podstawie ilości obrabianych części. W celu uzyskania wiarygodnych charakterystyk zużycia uzyskane dane poddano analizie matematycznej. Ustalono, że technologiczne kryterium zapewniające wymaganą jakość obrabianej części zapewnia się przy zużyciu na powierzchni przyłożenia $V_B=0,4$ mm, która to wartość została przyjęta jako kryterium zużycia. Na podstawie uzyskanych danych i ich analizy opracowano wykresy rozrzutu trwałości zębów i odchylenia standardowego na długości przeciągacza, co przedstawiono na rys. 3.

Rys. 3. Zużycie przeciągacza na powierzchni przyłożenia V_B mm, odchylenie standardowego zużycia σ [mm] i współczynnik wariacji zużycia v dla poszczególnych zębów

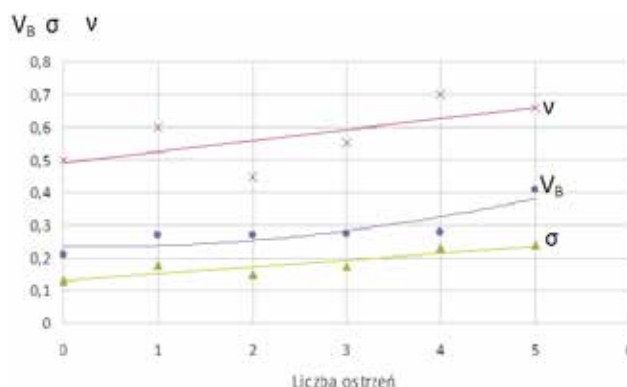
Z przedstawionych wykresów widać że krzywe rozrzutu zużycia zębów przeciągacza V_B sr na całej długości i odchylenie standardowe mają postać krzywej wannowej, co wskazuje na brak identyczności pracy zębów na jego długości. Powinno się to uwzględnić przy projektowaniu i stosowaniu obróbek powierzchniowych. Przeciągacz wykańczający określa jakość uzyskanych części i w związku z tym stawia się mu zwiększone wymagania odnośnie niezawodności. Dlatego dla niego opracowano graficzną zależność współczynnika wariacji na jego długości co przedstawiono na rys. 3.

Z analizy rysunku wynika, że niezawodność pracy przeciągacza oceniana według współczynnika wariacji nie jest jednakowa dla wszystkich zębów przeciągacza. Dlatego przy określeniu konstrukcyjnych i eksploatacyjnych charakterystyk przeciągacza, szczególnie w zautomatyzowanym przedsiębiorstwie kryterium jego oceny powinien być współczynnik wariacji.

Wpływ ostrzenia na pracę przeciągacza

W procesie eksploatacji przeciągacz podlega wielokrotnemu ostrzeniu. Resurs pracy ostrzonego narzędzia wynosi od 75÷85% całkowitego resursu pracy przeciągacza. W związku z tym przeprowadzono badania efektywności pracy przeciągacza w ciągu całego okresu jego pracy. Na podstawie uzyskanych przy obróbce stali C45 statystycznych danych i ich analizy opracowano zależność wpływu

ostrzenia na powierzchni natarcia na sumaryczną średnią wielkość zużycia zębów V_B , przy jednakowej ilości obrabianych części, co przedstawiono na rys. 4.

Rys. 4. Wpływ liczby ostrzeń przeciągacza na wielkość zużycia zębów V_B [mm], odchylenie standardowe zużycia σ [mm] i współczynnik wariacji zużycia v

Analiza rysunku wskazuje, że wraz ze wzrostem ilości ostrzeń zużycie zębów przeciągacza i rozrzut odchylenia standardowego zużycia wzrasta. Ze wzrostem ilości ostrzeń wzrasta również współczynnik wariacji, co świadczy o obniżeniu niezawodności pracy przeciągacza.

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono że:

- krzywe rozrzutu wymiarów zębów przeciągacza na jego długości jak i ich odchylenie standardowe mają postać krzywej wannowej co wskazuje na nierównomierność pracy zębów przeciągacza, co powinno być uwzględnione przy projektowaniu przeciągacza i stosowaniu obróbek powierzchniowych
- przy określeniu konstrukcyjnych i eksploatacyjnych charakterystyk przeciągacza jako kryterium oceny efektywności jego pracy powinno się wykorzystywać współczynnik wariacji.

Analizując wyniki badań można stwierdzić, że wraz ze wzrostem liczby ostrzeń wzrasta średnia wartość zużycia zębów na powierzchni przyłożenia, wielkość odchylenia standardowego i współczynnik wariacji, co świadczy o obniżeniu niezawodności pracy przeciągacza.

LITERATURA

1. Kishawy H.A., Hosseini A., Imani B.M., Astakhov V.P. „An energy based analysis of broaching operation: Cutting forces and resultant surface integrity”. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. Vol. 61, No. 1 (2012): pp. 107÷110.
2. Loizou J., Tian W., Robertson J., Camelio J. „Automated wear characterization for broaching tools based on machine vision systems”. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 37 (2015): pp. 558÷563.
3. Terry W.R., Cutright K.W. „Computer aided design of a broaching process”. *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 11, No. 1÷4 (1986): pp. 576÷580.
4. Lauro C.H., Brandao L.C., Baldo D., Reis R.A., Davim J.P. „Monitoring and processing signal applied in machining processes – A review”. *Measurement*. Vol. 58 (2014): pp. 73÷86.
5. Teti R., Jemielniak K., O'Donnell G., Dornfeld D. „Advanced monitoring of machining operations”. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. Vol. 59, No. 2 (2010): pp. 717÷739.
6. Jaworski J., Kluz R., Trzepieciński T. „Operational tests of wear dynamics of drills made of low-alloy high-speed HS2-5-1 steel”. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. Vol. 18, No. 2 (2016): pp. 271÷277.
7. Zoriktuev V.T., Nikitin Y.A., Sidorov A.S. „Monitoring and prediction of cutting-tool wear”. *Russian Engineering Research*. Vol. 28, No. 1 (2008): pp. 88÷91.