

Ocena zdolności skrawnych ściernic supertwardych po obciążaniu wybranymi sposobami elektroerozyjnymi

The assessment of cutting ability of superhard grinding wheels after selected electrodischarge dressing methods

ANDRZEJ GOŁĄBCZAK
MARCIN GOŁĄBCZAK
ROBERT ŚWIĘCIK
DARIUSZ KACZMAREK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.359

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny zdolności skrawnych ściernic supertwardych kształtowanych w procesie elektroerozyjnego obciążania elektrodą stacjonarną, wirującą i segmentową. Do oceny zdolności skrawnych ściernic posłużono się metodą szlifowania wzorca zewnętrznego, na podstawie której określono temperaturę i wydajność względną szlifowania wzorca.

SŁOWA KLUCZOWE: ściernice supertwarde, obciążanie elektroerozyjne, zdolności skrawne, temperatura szlifowania, wydajność względna szlifowania

In the paper investigation results concerning assessment of cutting abilities of superhard grinding wheels shaping after electrodischarge dressing process using stationary, rotating and segmental tool electrodes have been presented. For assessment of cutting abilities of grinding wheels the method of grinding of outer standard has been applied. Basing on this method the temperature and relative efficiency of grinding has been determined.

KEYWORDS: superhard grinding wheels, electrodischarge dressing, cutting abilities, grinding temperature, volumetric efficiency

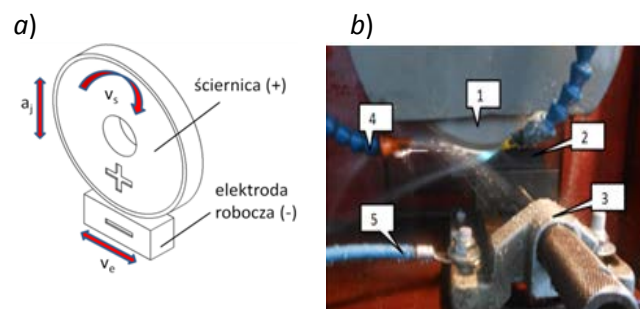
Szlifowanie ściernicowe jest podstawowym sposobem wydajnego i dokładnego kształtowania przedmiotów wykonanych zwłaszcza z materiałów o dużej twardości i wytrzymałości. Efektywność procesu szlifowania i racjonalne wykorzystanie w tym procesie ściernic supertwardych, uwarunkowane są stanem czynnej powierzchni ściernicy (CPS) i jej zdolnością skrawną. W procesie szlifowania następuje bowiem utrata zdolności skrawnych ściernic supertwardych, wskutek ich zużycia i zalepiania CPS produktami szlifowania [1, 2, 8]. Wpływa to na pogorszenie wyników obróbki, zwłaszcza: wydajności szlifowania, chropowatości powierzchni, dokładności wymiarowo-kształtowej i stanu warstwy wierzchniej (WW) szlifowanych przedmiotów. Przywracanie utraconych zdolności skrawnych ściernic supertwardych zapewniają m.in. erozyjne metody obciążania, np.: obciążanie elektroerozyjne, elektroerozyjne, wysokociśnieniową strugą cieczy [1, 4, 5÷8]. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny kształtowania zdolności skrawnych ściernic supertwardych ze spoiwem metalowym trzema sposobami

obciążania elektroerozyjnego (EDGD), tj.: obciążaniem elektrodą stacjonarną, wirującą i elektrodą segmentową. Do oceny zdolności skrawnych ściernic supertwardych kształtowanych tymi sposobami zastosowano metodę kilkusekundowego testu szlifowania wzorca zewnętrznego, w którym określano temperaturę szlifowania – Θ_t oraz względną wydajność szlifowania wzorca – Q_v . Metodę oraz sposób określenia wskaźników skrawności Θ_t i Q_v przedstawiono we wcześniejszych publikacjach [1, 3].

Sposoby elektroerozyjnego obciążania ściernic

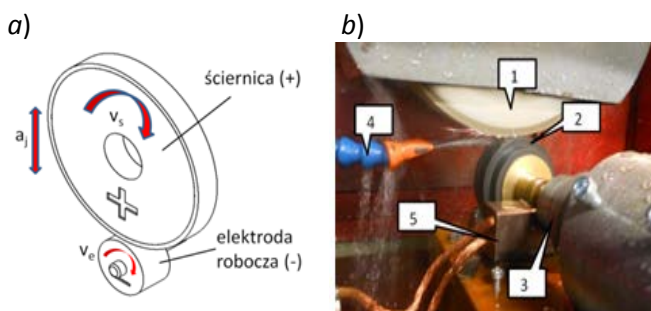
Próby elektroerozyjnego obciążania ściernic supertwardych realizowano na szlifierce do płaszczyzn typu ECBT8, wyposażonej w generator impulsów prądowych, urządzenia do obciążania ściernic oraz układy kontrolno-pomiarowe. Schematy kinematyczne realizowanych sposobów obciążania EDGD oraz widok strefy obciążania przedstawiono na rysunkach 1÷3. Sposób obciążania ściernic węglową elektrodą stacjonarną (rys. 1) jest stosunkowo najprostszy, jednak wymaga izolowania wrzeciona szlifierki oraz komutatorowego doprowadzania napięcia do wrzeciona ściernicy.

Obciążanie ściernic elektrodą wirującą przedstawiono na rys. 2. Układ ten jest konstrukcyjnie bardziej złożony, ponieważ wymaga nie tylko izolowania wrzeciona ściernicy, ale także dodatkowego napędu elektrody oraz komutatorowego doprowadzania napięcia do ściernicy i elektrody wirującej. Główną zaletą układu obciążania ściernic elektrodą segmentową (rys. 3) jest wyeliminowanie konieczności izolowania wrzeciona szlifierki, ponieważ napięcie prądu elektrycznego doprowadzane jest bezpośrednio do elektrody segmentowej [1, 2].

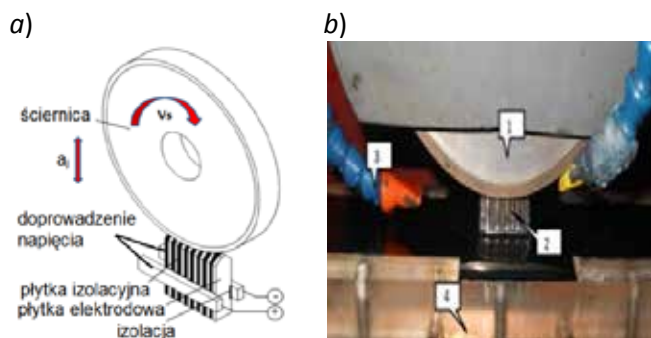


Rys. 1. Obciążanie elektroerozyjne ściernic supertwardych elektrodą stacjonarną: a) schemat procesu, b) widok strefy obciążania; 1 – ściernica, 2 – elektroda stacjonarna, 3 – imadło, 4 – dysza doprowadzająca dielektryk, 5 – doprowadzenie napięcia z generatora impulsów prądowych

* Prof. dr hab. inż. Andrzej Gołąbczak (andrzej.golabczak@p.lodz.pl), dr hab. inż. Marcin Gołąbczak (marcin.golabczak@p.lodz.pl), dr inż. Robert Święcik (robert.swiecik@p.lodz.pl), mgr inż. Dariusz Kaczmarek



Rys. 2. Obciążanie elektrodą wirującą: a) schemat procesu, b) widok strefy roboczej; 1 – ściernica, 2 – elektroda wirująca, 3 – układ napędzający elektrodę, 4 – dysza doprowadzająca dielektryk, 5 – doprowadzenie napięcia z generatora impulsów prądowych



Rys. 3. Obciążanie elektrodą stacjonarną: a) schemat procesu, b) widok strefy roboczej; 1 – ściernica, 2 – elektroda segmentowa, 3 – dysza doprowadzająca dielektryk, 4 – doprowadzenie napięcia

Badania doświadczalne

Badania doświadczalne polegały na sprawdzeniu przydatności analizowanych sposobów elektroerozyjnego obciążania do kształtowania zdolności skrawnych ściernic supertwardych ze spoiwem metalowym. Zakres badań obejmował ocenę zdolności skrawnych ściernic z ziarnami diamentowymi (SD 125/100M75) oraz z regularnego azotku boru (cBN 125/100M75) kształtowanych sposobami elektroerozyjnymi. Warunki obciążania ściernic tymi sposobami przedstawiono w tabelicy. Do określenia zdolności skrawnych ściernic posłużono wskaźnikiem względnej wydajnością szlifowania wzorca zewnętrznego – Q_v w mm^3/s oraz wartością temperatury szlifowania wzorca – Θ_t w $^\circ\text{C}$, [1, 3]. Porównywano wskaźniki zdolności skrawnych ściernic uzyskane poszczególnymi sposobami obciążania elektroerozyjnego z analogicznymi wskaźnikami określonymi dla ściernicy stępionej w długotrwałych próbach szlifowania stopów tytanu.

TABLICA. Porównanie wyników oceny zdolności skrawnych ściernic supertwardych po obciążaniu elektroerozyjnym

| Stan ściernicy | SD 125/100M75 | | cBN 125/100M75 | |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Q_v , mm^3/s | Θ_t , $^\circ\text{C}$ | Q_v , mm^3/s | Θ_t , $^\circ\text{C}$ |
| Ściernica „stępiona” | 5,09 | 645 | 4,21 | 848 |
| Obciążanie elektrodą stacjonarną | 6,38 | 580 | 6,11 | 635 |
| Obciążanie elektrodą wirującą | 6,71 | 549 | 6,08 | 689 |
| Obciążanie elektrodą segmentową | 6,89 | 613 | 6,36 | 707 |

prędkość posuwu: 0,5 m/min; dosuw ściernicy do elektrody: 10 $\mu\text{m}/\text{przejście}$; liczba przejść obciążających: 20; parametry elektryczne generatora: $U=150\text{ V}$, $I=25\text{ A}$

Przykładowe wyniki badań, obejmujące porównanie wskaźników zdolności skrawnych ściernic stępionych w długotrwałych próbach szlifowania ze ściernicami po obciążaniu w poszczególnych sposobach obciążania, przedstawiono w tabelicy. Ich analiza potwierdza przydatność zastosowanych sposobów elektroerozyjnego obciążania do kształtowania zdolności skrawnych ściernic supertwardych. Uzyskano bowiem istotną poprawę wskaźników skrawności ściernic (Θ_t i Q_v) po obciążaniu tymi sposobami w porównaniu do ściernic stępionych.

Dla ściernicy z ziarnami diamentowymi po obciążaniu poszczególnymi sposobami uzyskano: po obciążaniu elektrodą stacjonarną – zwiększenie Q_v o około 21% i zmniejszenie temperatury Θ_t o około 11%, po obciążaniu elektrodą wirującą – zwiększenie Q_v o około 24% i zmniejszenie temperatury Θ_t o około 15% oraz po obciążaniu elektrodą segmentową – zwiększenie Q_v o około 25% i zmniejszenie temperatury Θ_t o około 6%.

Korzystne zmiany wskaźników zdolności skrawnych uzyskano również dla ściernicy z ziarnami cBN po obciążaniu tymi sposobami. Po obciążaniu ściernicy elektrodą stacjonarną uzyskano bowiem zwiększenie Q_v o około 30% i zmniejszenie temperatury Θ_t o około 25%, po obciążaniu elektrodą wirującą – zwiększenie Q_v o około 30% i zmniejszenie temperatury Θ_t o około 19% oraz po obciążaniu elektrodą segmentową – zwiększenie Q_v o około 33% i zmniejszenie temperatury Θ_t o około 17%.

Należy podkreślić, że w warunkach prowadzonych badań, uzyskano korzystniejsze wartości wskaźników skrawności ściernicy dla cBN po obciążaniu tymi sposobami (wzrost Q_v – 30÷33% i Θ_t – 17÷23%), w porównaniu do wskaźników uzyskanych dla ściernicy diamentowej (wzrost Q_v – 21÷26% i Θ_t – 6 ÷15%).

Podsumowanie

Przeprowadzone badania umożliwiły sprawdzenie przydatność erozyjnych sposobów obciążania do kształtowania właściwości użytkowych ściernic supertwardych.

Pozytywne wyniki badań uzasadniają kontynuowanie prac nad tymi sposobami obciążania ściernic supertwardych, a w szczególności nad ustaleniem racjonalnych warunków obciążania oraz adaptacji tych sposobów w warunkach przemysłowych.

LITERATURA

- Golabczak A. „Metody kształtowania właściwości użytkowych ściernic”. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej. Łódź, 2004.
- Golabczak A., Kozak J. „Studies of electrodischarge and electrochemical system for dressing of metal bond grinding wheel”. *Journal of Engineering Manufacture*. Vol. 220/3, 2006: pp. 413÷420.
- Golabczak A., Koziarski T. „New possibilities of estimation of cutting ability of superhard grinding wheels”. *Advances in Manufacturing Science and Technology*. Vol. 26/2, 2002: pp. 77÷85.
- Ho K., Rahimifard S., Allen R. „State of the art in wire electrical discharge machining (WEDM)”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 44/12-13, 2004: pp. 1247÷1259.
- Kumar R., Singh S. „Current Research Trends in Wire Electrical Discharge Machining”. *International Journal on Emerging Technologies*. Vol. 3/1, 2012: pp. 33÷40.
- Nadolny K., Plichta J., Sutowski P. „Regeneration of grinding wheel active surface using high-pressure hydro-jet”. *Journal of Central South University*. Vol. 21/8, 2014: pp. 3107÷3118.
- Sudiarso A., Atkinson J. „Development of a hybrid method for electrically dressing metal-bonded diamond grinding wheel”. *Proceeding 36th International MATADOR Conference*, Springer London 2010.
- Wei Ch., Hu D., Xu K., Ni J. „Electrochemical discharge dressing of metal bond micro-grinding tools”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 51/2, 2011: pp. 165÷168.