

Emisja akustyczna w procesie obciągania ściernic obciągaczem wieloziarnistym o różnym stopniu zużycia

Acoustic emission in the process of dressing grinding wheels by multi-point diamond dresser with varying degrees of wear

RYSZARD DĘBKOWSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.345

W artykule przedstawiono wyniki badań sygnału emisji akustycznej otrzymane podczas długotrwałej eksploatacji wieloziarnistych obciągaczy diamentowych. Obiektem badań był proces obciągania elektrokorundowych ściernic ceramicznych o różnej twardości i rodzaju ziarna ściernego. Pomiar sygnału AE wykonywano za pośrednictwem czujnika umieszczonego na powierzchni oprawki obciągacza, w pobliżu miejsca styku ściernicy z obciągaczem. Zużycie ziaren diamentowych obciągaczy określano wielkością pola powierzchni ich wierzchołków, które wyznaczano metodą analizy komputerowej obrazu zdjęć mikroskopowych. Wyniki pomiarów przedstawiono w funkcji liczby przejść obciągających. Wnioski końcowe odniesiono do otrzymanych przebiegów zmienności tych wielkości.

SŁOWA KLUCZOWE: emisja akustyczna, obciąganie, obciągacz wieloziarnisty, monitorowanie, szlifowanie

The article presents the results of the study of the acoustic emission signal received during long-term use of the multi-point diamond dressers. The subject of the research was the dressing process of vitrified aluminum oxide grinding wheels of different hardness and abrasive type. AE signal measurement was performed using a sensor placed on the surface of the dresser holder, near to the contact point between the grinding wheel and the dressers. The wear of diamond dressers' grains was determined by the size of the surface area of the grains' tops. The computer analysis of microscopic images was conducted to calculate the grains' tops surface area. The results were presented as a function of the number of dressing passes. Conclusion were referred to the obtained course of changeability of the abovementioned quantities.

KEYWORDS: acoustic emission, dressing, multi-point diamond dresser, monitoring, grinding

Nieodzownym zabiegiem związanym z wykonywaniem operacji szlifowaniem jest obciąganie kształtujące profil i właściwości skrawne czynnej powierzchni ściernicy (CPS). Wynik obciągania zależy, oprócz parametrów nastawnych zabiegu, także od stanu narzędzia obciągającego, który w trakcie eksploatacji ulega zmianie na skutek zachodzącego ścierania i mikrowykruszania wierzchołków ziaren diamentowych. Jedną z pośrednich metod nadzorowania stanu narzędzi jest monitorowanie zjawisk towarzyszących ich pracy, np. emisji akustycznej (AE), tutaj związanej z silnymi falami naprężeń przemieszczającymi się wzdłuż obciągacza na skutek uderzania kolejnych ziaren ściernych o kryształ diamentów.

Badania emisji akustycznej AE w procesie obciągania ściernic prowadzono w zakresie zależności sygnału od położenia czujnika AE, wielkości wzmocnienia przedwzmac-

niacza i stabilizacji termicznej obrabiarki [1], możliwości zastosowania sygnału AE do detekcji styku obciągacza ze ściernicą [2, 3], oceny wpływu parametrów nastawnych zabiegu na poziom sygnału [3, 4], celowości zastosowania metod sztucznej inteligencji do wnioskowania o przebiegu procesu na podstawie wielkości charakteryzujących sygnał AE [5, 6].

W dostępnej literaturze nie napotkano opisu badań dotyczących wpływu zużycia wierzchołków ziaren diamentowych na sygnał AE podczas obciągania wykonywanego przy użyciu obciągaczy wieloziarnistych.

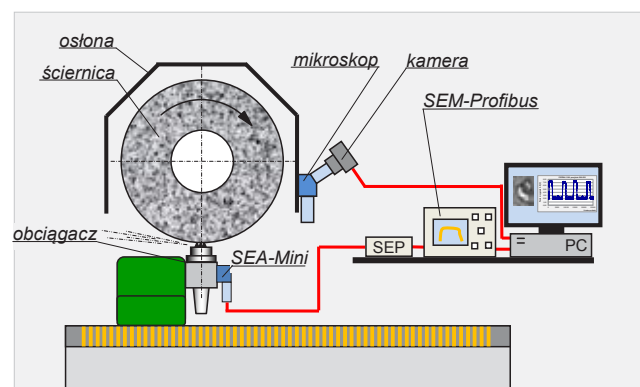
Przedmiot i metodyka badań

Przedmiotem badań była wielkość sygnału emisji akustycznej (AE), który jest generowany podczas obciągania ściernic stojącymi wieloziarnistymi obciągaczami diamentowymi typu M2110 w długotrwałym okresie ich eksploatacji. Wykorzystano dwa rodzaje obciągaczy (oznaczone jako 15 i 118), różniące się gatunkiem zastosowanego materiału diamentowego. Badania doświadczalne przeprowadzono na szlifierce do płaszczyn SPG 30x80, stosując warunki obciągania przedstawione w tablicy.

TABLICA. Charakterystyka procesu obciągania

Charakterystyka obciąganej ściernicy	Parametry obciągania	Warunki obciągania
typ 1 38A 80K VBE	$a_d = 0,03$ mm/skok $f_d = 1$ mm/obr	na sucho
typ 1 A 80T VBE	$a_d = 0,03$ mm/skok $f_d = 1$ mm/obr	z użyciem CCS

Konfigurację stanowiska do pomiaru sygnału emisji akustycznej oraz oceny stanu ziaren diamentowych obciągacza przedstawiono na rys. 1. Do pomiaru sygnału emisji akustycznej zastosowano czujnik SEA-Mini firmy Nordmann, umieszczony na oprawce obciągacza w bliskiej odległości od miejsca styku obciągacza ze ściernicą.



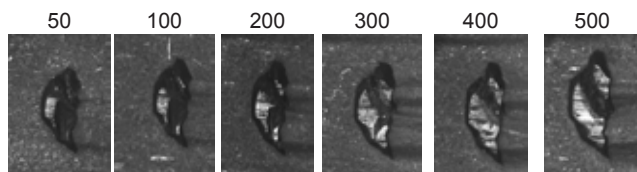
Rys. 1. Schemat stanowiska doświadczeniowego

* Dr inż. Ryszard Dębowski (ryszard.debkowski@p.lodz.pl) – Politechnika Łódzka

Sygnal rejestrowano – próbując go z częstotliwością 1 kHz. Stan ziaren diamentowych obciążacza rejestrowano mikroskopem wyposażonym w kamerę cyfrową.

Wyniki badań

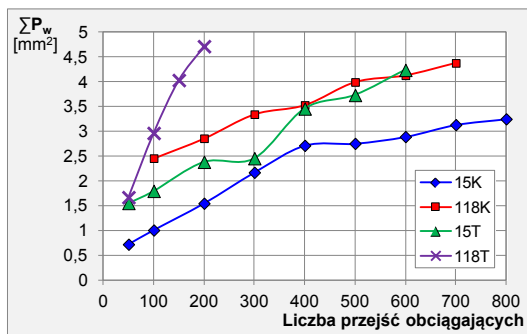
Zdjęcia pokazujące przykład rozwoju zużycia jednego z ziaren diamentowych obciążacza biorącego udział w testach zamieszczono na rys. 2.



Rys. 2. Zużycie wierzchołka ziarna diamentowego po określonej liczbie przebiegów obciążających

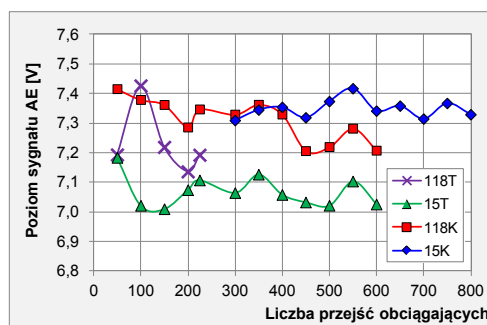
Analiza tego rodzaju zdjęć pozwoliła ustalić, że zachodzące procesy zużycia miały dwie formy. Pierwsza z nich to ścieranie wierzchołków ziaren, której wynikiem było powstawanie na wierzchołku ziarna płaskiej powierzchni z równoległymi rysami. Ta forma zużycia była charakterystyczna dla obciążaczy o symbolu 15. Na obciążaczach 118 występowała także druga forma zużycia, tj. mikro- i makrowykruszenie. W wyniku tego procesu wierzchołki ziaren przyjmowały postać chropowatej, poszarpanej powierzchni.

Przy wykorzystaniu programu ImageJ wyznaczono łączne pole powierzchni wierzchołków ziaren (ΣP_w) poszczególnych obciążaczy, na której występował ich styk z czynną powierzchnią ściernicy. Na rys. 3 przedstawiono zmianę wyznaczanej wielkości w funkcji liczby przebiegów obciążających (opis serii pomiarowej składa się z symbolu obciążacza i twardości obciążanej ściernicy).



Rys. 3. Pole powierzchni zużycia wierzchołków ziaren diamentowych obciążaczy w testach obciążania

Sygnal emisji akustycznej rejestrowano podczas 4 kolejnych przebiegów w odstępach 50 przebiegów obciążających. Z danych pomiarowych sygnału generowanego w trakcie styku obciążacza z powierzchnią ściernicy wyznaczono wartości średniej kwadratowej (AE_{RMS}). Wyniki przedstawiono na wykresie w funkcji liczby przebiegów obciążających (rys. 4). Z analizy wykresu wynika, że nieco niższą wartość sygnału AE w stosunku do pozostałych testów zarejestrowano podczas obciążania przeprowadzanego z użyciem chłodziwa (seria 15T: ściernica A80TVBE obciążacz 15). Należy odnotować także nieznaczne zmniejszanie się wartości sygnału AE_{RMS} wraz z rosnącą liczbą przebiegów obciążających w próbie 118K. Gdy dominującą formą zużycia ziaren było ścieranie wierzchołków, jak to miało miejsce w przypadku obciążacza 15, sygnał AE w okresie eksploatacji obciążacza pozostawał na podobnym poziomie, niezależnie od osiągniętej wielkości pola styku ze ściernicą (testy 15K i 15T).



Rys. 4. Przebieg zmian wartości AE_{RMS} sygnału emisji akustycznej generowanego podczas długotrwałych testów obciążania ściernic

Obciążacze 118, których ziarna diamentowe ulegały w trakcie użytkowania wykruszeniu, generowały bardziej zróżnicowany sygnał AE w poszczególnych pomiarach. W obu jednak przypadkach (118K i 118T) zmiana wielkości pola styku wierzchołków diamentów z CPS nie powodowała istotnej różnicy wielkości sygnału AE, która mogłaby odzwierciedlać stan obciążacza, a co za tym idzie osiągniętych właściwości skrawnych ściernicy.

Podsumowanie

Pomiary sygnału emisji akustycznej podczas długotrwałych testów obciążania wykonywanego z tą samą głębokością i posuwem obciążacza pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- rozwój pola powierzchni wierzchołków ziaren diamentowych obciążacza wywołany ścieraniem nie powoduje ukierunkowanej zmiany wartości AE_{RMS} ,
- wzrost pola powierzchni styku diamentów obciążacza z CPS w przypadku występowania zużycia poprzez mikro- i makrowykruszenie wywołuje niewielkie zmniejszanie się wartości AE_{RMS} ,
- obciążanie prowadzone „na sucho” może generować wyższą wartość sygnału AE_{RMS} w stosunku do prowadzonego z użyciem chłodziwa.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że nadzorowanie zabiegu obciążania wykonywanego wieloziarnistymi obciążaczami stojącymi za pomocą pomiaru sygnału emisji akustycznej, z uwagi na trudną do przewidzenia formę zużycia się ziaren diamentowych, nie daje możliwości oceny zmian, jakie zachodzą w długotrwałym prowadzonym procesie. Zmiany te, na skutek wzrostu czynnej szerokości wierzchołków ziaren, prowadzą do utworzenia gładkiej powierzchni ściernicy, generującej podczas szlifowania dużą ilość ciepła i wysokie siły skrawania niekorzystnie wpływające na wynik obróbki.

LITERATURA

1. Oliveira J.F.G., Dornfeld D. „Application of AE contact sensing in reliable grinding monitoring”. *Annals of the CIRP*. Vol. 51 (2001): pp. 217÷20.
2. Oliveira J.F.G., Dornfeld D.A., Winter B. „Dimensional characterization of grinding wheel surface through acoustic emission”. *Annals of the CIRP*. Vol. 43/1 (1994): pp. 291÷294.
3. Karpuschewski B., Wehmeier M., Inasaki I. „Grinding monitoring system based on power and acoustic emission sensors”. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. Vol. 49 (2000): pp. 235÷240.
4. Inasaki I. „Monitoring of dressing and grinding process with acoustic emission signals”. *Annals of the CIRP*. Vol. 34/1 (1985): pp. 277÷280.
5. Miranda, H.I. et al. „Monitoring single-point dressers using fuzzy models”. *Procedia CIRP*. Vol. 33 (2015): pp. 281÷286.
6. Moia D.F.G. et al. „Tool condition monitoring of aluminum oxide grinding wheel in dressing operation using acoustic emission and neural networks”. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*. Vol. 37(2015): pp. 627÷640.