

# Badania procesu chłodzenia strefy obróbki w procesach wygładzania oraz szlifowania z zastosowaniem robota przemysłowego

The research of cooling process of the machining zone in the processes of smoothing and grinding using an industrial robot

WOJCIECH MUSIAŁ  
DARIA MAZUREK  
MARTA KORDOWSKA  
WALDEMAR JORDAN\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.294

Prezentowane badania procesu chłodzenia strefy obróbki z wykorzystaniem systemu sprężonego powietrza współpracującego z robotem przemysłowym. Zaprezentowano również możliwości adaptacji systemu chłodzenia sprężonym powietrzem do realizacji procesu szlifowania oraz skrawania, z uwzględnieniem specyfiki współczesnych urządzeń obróbkowych CNC.

**SŁOWA KLUCZOWE:** chłodzenie, robot, mikroobróbka

*The article presents a study on the process of cooling processing zone with the use of compressed air system cooperating with the industrial robot. The paper also presents the possibility of adapting the system of cooling the compressed air to the process of grinding and cutting taking into account the specificity of modern CNC machining equipment.*

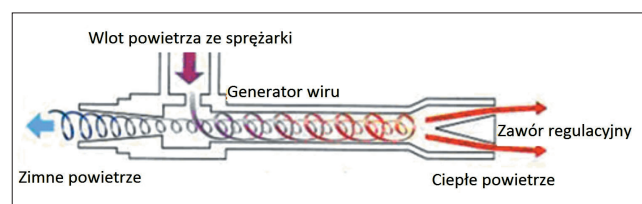
**KEYWORDS:** cooling, robot, micromachining

Chłodzenie pełni ważną rolę w procesach obróbkowych. W trakcie szlifowania dąży się do obniżenia temperatury narzędzia w strefie obróbki, co ma na celu podwyższenie jego trwałości oraz obniżenie temperatury powierzchni obrabianej. W procesie chłodzenia powinno się uwzględniać wpływ czynnika chłodzącego na strukturę narzędzia ściernego (lub skrawającego) oraz na powinowactwo chemiczne (lub układzie „narzędzie – przedmiot obrabiany – czynnik chłodzący”. Coraz częściej stosuje się czynniki smarujące powodujące zminimalizowanie tarcia na styku „ostrze skrawające – materiał obrabiany”. Dzięki temu możliwe jest zredukowanie pól termicznych powstających na skutek oddziaływania ostrzy skrawających i ziaren ściernych.

## System chłodzenia sprężonym powietrzem

Wykorzystanie strumienia schłodzonego sprężonego powietrza (SSP) jako jednej z metod chłodzenia strefy obróbki jest wciąż rozwijającą się dziedziną badań (rys. 1). Możliwości zastosowania tej techniki przedstawiono w publikacjach [2, 4, 5]. Na podstawie licznych prac [1, 3] udowodniono, że uzupełnienie strumienia SSP o niewielką ilość mgły olejowej pozwala na szlifowanie z większymi

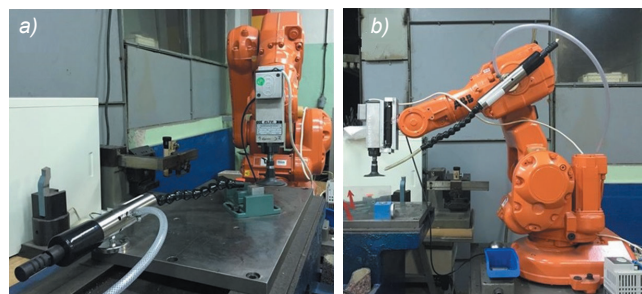
głębokościami, bez ryzyka pojawiania się przypaleń i z zachowaniem jakości powierzchni obrabianej zbliżonej do jakości powierzchni po obróbce z użyciem płynów chłodząco-smarujących (PCS).



Rys. 1. Funkcjonowanie dyszy firmy AiRTX bazuje na wykorzystaniu technologii rurek wirujących – ang. *Vortex Tubes* ([www.dyszspecjalne.pl](http://www.dyszspecjalne.pl))

## Realizacja badań procesu szlifowania z wykorzystaniem SSP

Badania procesu szlifowania z wykorzystaniem dyszy chłodzącej marki AiRTX zrealizowano na zrobotyzowanym stanowisku badawczym przeznaczonym do obróbki powierzchni swobodnych za pomocą autonomicznej głowicy obróbkowej. Badania realizowano również na obrabiarce sterowanej numerycznie CNC w odniesieniu do procesu skrawania (rys. 2).

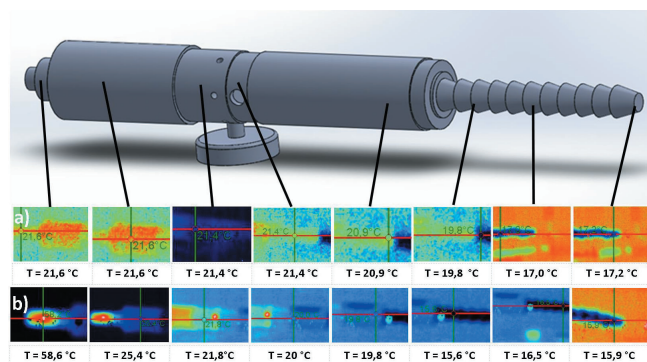


Rys. 2. Warianty rozmieszczenia systemu chłodzenia sprężonym powietrzem: a) za narzędziem w strefie szlifowania, b) na głowicy prowadzącej ściernicę

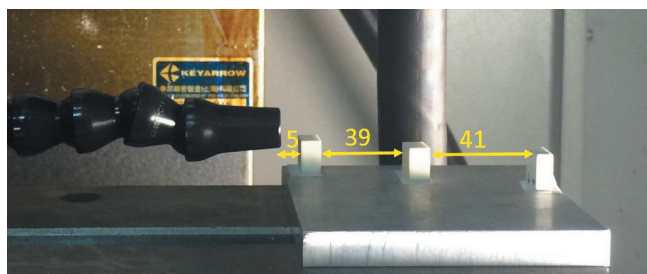
Do testów użyto kamery termowizyjnej Thermo View Ti30 High – Performance Thermal Imager, aby umożliwić analizę funkcjonowania dyszy. Na rys. 3 przedstawiono budowę dyszy wraz z analizą termowizyjną jej funkcjo-

\* Dr inż. Wojciech Musiał ([wojciech.musial@tu.koszalin.pl](mailto:wojciech.musial@tu.koszalin.pl)), mgr inż. Daria Mazurek, mgr inż. Marta Kordowska ([marteczka.kordowska@vp.pl](mailto:marteczka.kordowska@vp.pl)) – Politechnika Koszalińska; mgr inż. Waldemar Jordan – Romet Wałcz

nowania. Przeprowadzono badania w celu określenia optymalnego umieszczenia dyszy chłodzącej względem powierzchni obrabianej oraz narzędzia ściernego (rys. 4).

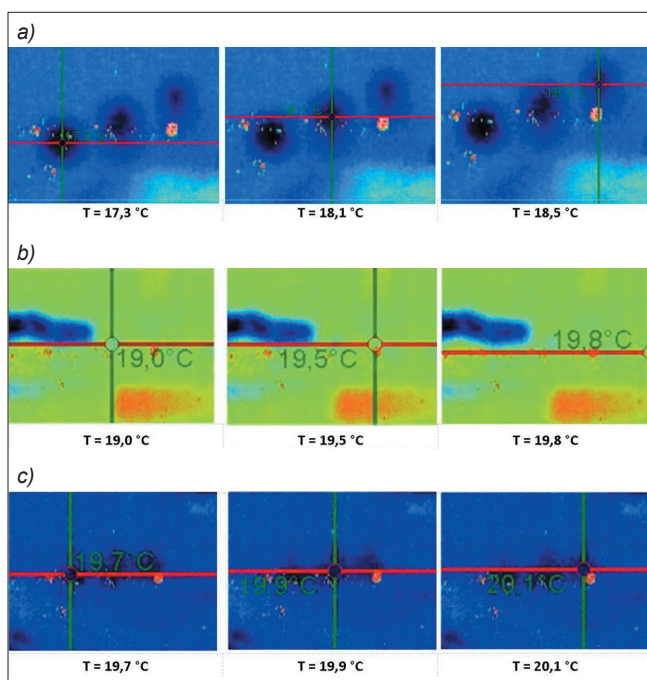


Rys. 3. Rozkład temperatury dyszy: a) bezpośrednio po uruchomieniu, b) po kilku minutach pracy

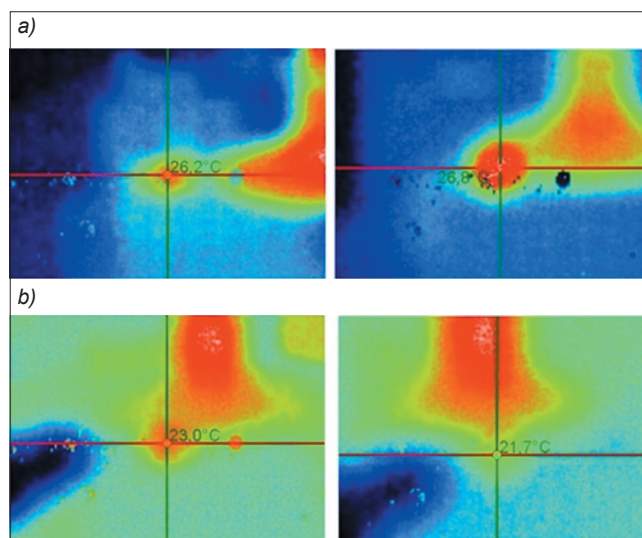


Rys. 4. Rozmieszczenie schładzanych próbek ceramicznych

Uzyskano termogramy dla: ceramiki korundowej ( $Al_2O_3$ ), aluminium PA (PA6) oraz próbek stalowych (55NiCrMoV6 o wymiarach  $10 \times 10 \times 5$  mm). Wykonano też pomiary strefy szlifowania (średnia zarejestrowana wartość obrazowana termogramem powierzchni czynnej ściernicy z przedmiotem obrabianym) dla przypadków z chłodzeniem i bez chłodzenia (rys. 5). Pomiar



Rys. 5. Obrazy schładzanych próbek: a) ceramicznych, b) aluminiowych, c) stalowych



Rys. 6. Pomiary termograficzne: a) obróbka na sucho, b) obróbka z chłodzeniem SSP. Po lewej aluminium, po prawej ceramika

z wykorzystaniem kamery termograficznej wskazał na różnice w wartości średniej temperatury w strefie obróbki. Termografy nie odzwierciedlają rzeczywistych wartości maksymalnych temperatury w strefie obróbki, a jedynie średnią zarejestrowaną wartość pola termicznego na powierzchni ściernicy po  $1,5 \div 2$  s kontaktu narzędzia ściernego z przedmiotem obrabianym.

Na obrazach termograficznych można zaobserwować, że w porównaniu z brakiem chłodzenia sprężonym powietrzem zastosowanie SSP spowodowało obniżenie temperatury o  $3 \div 6$  °C.

## Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że najlepsze efekty chłodzenia (bez optymalizacji kształtu dyszy) można uzyskać w odległości do 40 mm od jej wylotu względem strefy szlifowania (lub skrawania). Rozpraszanie strumienia schłodzonego powietrza i wzrost temperatury o  $0,5$  °C obserwowano na każdym odcinku 40 mm (mierzone odległość na dystansie 90 mm). Badania potwierdziły przydatność systemu chłodzenia z wykorzystaniem sprężonego powietrza na zrobotyzowanym stanowisku obróbkowym. Dokonano analizy sposobu umieszczenia systemu SSP na ramieniu robota (rys. 2 i 4) w celu uzyskania stałej odległości końcówki dyszy względem ściernicy i powierzchni obrabianej, nieprzekraczającej 40 mm.

## LITERATURA

- Choi H.Z., Lee S.W., Hae Do Jeong. "The cooling effects of compressed cold air in cylindrical grinding with alumina and CBN wheels". *Journal of Materials Processing Technology*. 127 (2002): pp. 155÷158.
- Lee Pil-Ho, Sang Won Lee. "Experimental characterization of micro-grinding process using compressed chilly air". *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. 51 (2011): pp. 201÷209.
- Nguyen T., Zhang L.C. "An assessment of the applicability of cold air and oil mist in surface grinding". *Journal of Materials Processing Technology*. 140 (2003): pp. 224÷230.
- Wójcik R. „Wpływ sposobu mocowania i kierunku chłodzenia sprężonym powietrzem na odkształcenia cieplne przedmiotu w procesie szlifowania płaszczystym”. *Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji*. 27/2 (2007): s. 33÷40.
- Wójcik R. „Nowe media i sposoby ich doprowadzania do strefy szlifowania”. *Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji*. 28/4 (2008): s. 137÷145. ■