

Podstawowe parametry charakteryzujące proces cięcia wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.472

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawione zostały podstawowe parametry charakteryzujące proces cięcia wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną, takie jak: ciśnienie robocze wody (p_w), prędkość posuwu (v_f), wydatek masowy ścierniwa (m_a) oraz odległość dyszy formującej od ciętego materiału (l). Każdy z wymienionych parametrów procesu cięcia został opisany w oddzielnym podrozdziale. Autorzy artykułu skupili się przede wszystkim na aspektach związanych z możliwością osiągnięcia maksymalnej wydajności procesu obróbczego przy zachowaniu założonej jakości przecinania dla poszczególnych parametrów cięcia. Szczegółowa analiza tematu była możliwa dzięki badaniom własnym autorów publikacji oraz dostępnym pozycjom literaturowym na ten temat. Bliższe poznanie zjawisk towarzyszących procesowi cięcia wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną oraz uzyskanie charakterystyk, które opisywałyby wpływ badanych parametrów wyjściowych w funkcji parametrów wejściowych umożliwią zoptymalizowanie procesu cięcia AWJ (abrasive waterjet cutting).

Słowa kluczowe: cięcie wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną, parametry obróbki, jakość cięcia.

Wstęp

Kształtowanie powierzchni obrabianych materiałów wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną odbywa się za pomocą skoncentrowanej naddźwiękowej strugi wodnej o skumulowanej mocy na niewielkim obszarze. W wyniku procesu erozji energia kinetyczna strugi ulega zamianie na energię potencjalną deformacji materiału w obszarze roboczym. W efekcie w obrabianym obszarze powstają mikroszczeliny, a materiał ulega rozluźnieniu, czego skutkiem jest odrywanie się cząstek materiału od podstawowej masy [1]. Aby proces obróbczy przebiegał we właściwy sposób ważny jest odpowiedni dobór parametrów procesu cięcia, który pozwoli osiągnąć maksymalną wydajność procesu obróbczego przy zachowaniu założonej jakości przecinania. Parametry charakteryzujące proces cięcia wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną można podzielić na trzy następujące kategorie [2-3]:

- parametry hydrauliczne strugi;
- parametry technologiczne procesu cięcia;
- właściwości ścierniwa.

Podstawowym parametrem procesu cięcia jest ciśnienie robocze wody (p_w). Inne parametry z tej kategorii jakie można wymienić to moc strugi oraz średnica strugi. Parametry hydrauliczne wpływają na przebieg procesu cięcia oraz na funkcjonowanie zespołu obróbkowego. Zasadniczo sprawność hydrauliczna definiowana jest jako stosunek mocy kinetycznej strugi wodno-ścierniej do mocy źródła jej napędu. Zwiększenie wartości parametrów hydraulicznych powoduje zmniejszenie sprawności hydraulicznej, natomiast wzrostowi ulega rozszerzenie strumienia oraz rozdrobnienie ziaren ściernych [4].

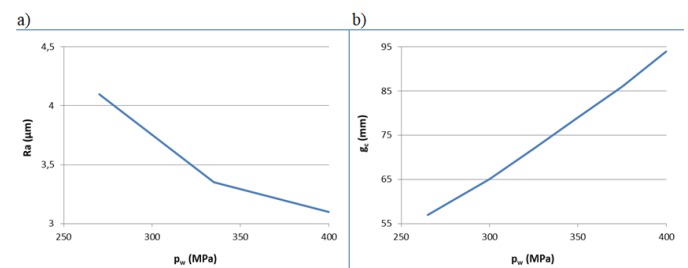
Do parametrów technologicznych zalicza się prędkość posuwu (v_f), średnicę dyszy wodnej (d_w) i formującej (d_f) oraz odległość

dyszy formującej od ciętego materiału (l). Innym istotnym parametrem wymienianym często w literaturze jest również długość dyszy formującej, która wpływa na odpowiednie rozłożenie i przyspieszenie cząstek ściernych w strudze wodnej [5].

Do ostatniej kategorii parametrów charakteryzujących proces cięcia wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną zalicza się przede wszystkim wydatek masowy ścierniwa (m_a). Pozostałe właściwości ścierniwa jakie można wymienić to: rodzaj ścierniwa, wielkość ziaren ściernych oraz kształt ziaren ściernych [6].

1. Ciśnienie robocze wody

Do najważniejszych parametrów hydraulicznych wpływających na jakość uzyskanej za pomocą wysokociśnieniowej strugi wodno-ścierniej powierzchni przecięcia zalicza się ciśnienie robocze wody [7]. Znana jest zależność stwierdzająca, że wzrost ciśnienia roboczego wody powoduje zwiększenie potencjału energetycznego strugi. Dzieje się tak dlatego, że wraz ze wzrostem ciśnienia roboczego wody rośnie ilość ścierniwa zasysanego do komory mieszania, a ziarna ściernie napędzane większym ciśnieniem wody są w stanie osiągnąć znacznie większe prędkości. Wpływ ciśnienia roboczego wody na chropowatość powierzchni (Ra) i głębokość cięcia dla żeliwa EN-GJL-250 przedstawia rysunek 1.



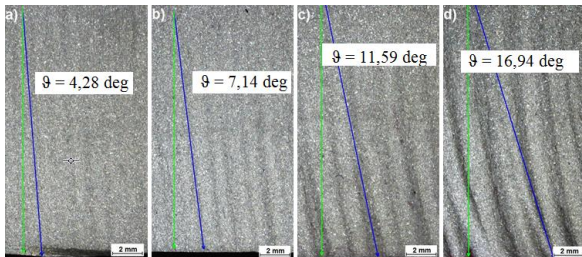
Rys. 1. Wpływ ciśnienia roboczego wody (p_w) na: a) chropowatość powierzchni (R_a); b) głębokość cięcia (g_c) [9].

Z wykresu 1 a) wynika, że wraz ze wzrostem ciśnienia roboczego wody struktura przecinanej powierzchni staje się mniej chropowata. W wyniku wzmożonego kontaktu ziaren ściernych z powierzchnią obrabianą zmniejszeniu ulegają parametry struktury geometrycznej powierzchni (SGP) [8]. Prędkość kruchych ziaren ściernych ulega zwiększeniu wraz ze wzrostem energii kinetycznej strugi, a to intensyfikuje ich rozpad. Dlatego też w wyniku zmniejszenia rozmiarów ziaren ściernych powierzchnia przecinanego materiału staje się mniej chropowata [9].

Analiza wykresu 1b) pozwala stwierdzić, że cięcie strugą wodno-ścierną przy użyciu wyższego ciśnienia wody pozwala poprawić wydajność obróbki. Wzrost ciśnienia roboczego wody powoduje ponadto stały wzrost szerokości szczeliny cięcia przy jednoczesnym stałym spadku wysokości zadziórów powstających u wylotu strugi z obrabianego materiału [10]. Zjawisko to jest związane ze wzrostem energii kinetycznej strugi wodno-ścierniej, która intensyfikuje ubytek obrabianego materiału.

2. Prędkość posuwu

Prędkość posuwu (v_f) to parametr technologiczny, który znacząco wpływa na jakość uzyskanej powierzchni przecięcia (jej strukturę, kształt oraz chropowatość). Ze względu na rolę jaką ten parametr odgrywa w procesie kształtowania jakości technologicznej przeciętej powierzchni stał się on na przestrzeni lat obiektem badań, w których to naukowcy starali się przede wszystkim określić wpływ prędkości posuwu na stopień zakrzywienia toru wybiegu strugi [11]. Przykładowe wyniki badań dotyczące tego zagadnienia przedstawia rysunek 2.



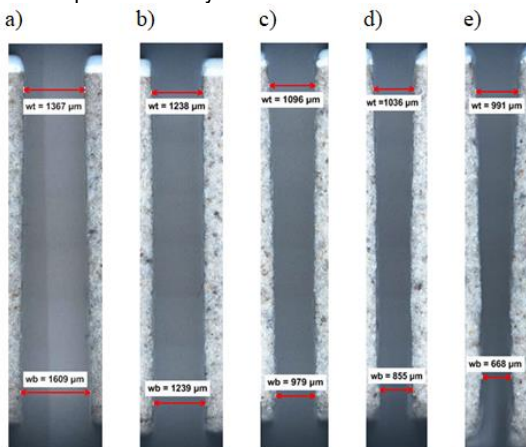
Rys. 2. Stopień zakrzywienia toru wybiegu strugi (θ dla różnych prędkości posuwu: a) $v_f = 50$ mm/min, b) $v_f = 100$ mm/min, c) $v_f = 150$ mm/min, d) $v_f = 200$ mm/min. Badania przeprowadzone dla stopu aluminium EN AW-5754 o grubości 20 mm [12].

Wraz ze wzrostem prędkości posuwu na powierzchni przecinanego materiału uwidacznia się charakterystyczna dla technologii AWJ struktura w postaci rowków. Zbyt mała energia kinetyczna strugi powoduje, że tor ruchu wiązki tnącej ulega zakrzywieniu. Stopień zakrzywienia w dolnej strefie cięcia może osiągnąć wartość dochodzącą w skrajnych przypadkach nawet do 30°. Wzrost prędkości posuwu jest stosunkowo proporcjonalny do wzrostu stopnia zakrzywienia toru wybiegu strugi.

Wartość prędkości posuwu wpływa również istotnie na kształt szczeliny przecięcia. W efekcie dużego wzrostu posuwu jakość obróbki ulega znacznemu pogorszeniu. Na przecinanej powierzchni powstają liczne błędy kształtu szczeliny w płaszczyźnie prostopadłej do przecinanej powierzchni. Ze względu na kształt można wyróżnić następujące rodzaje szczelin przecięcia [13]:

- szczelina rozbieżna;
- szczelina prosta;
- szczelina zbieżna;
- szczelina baryłkowa.

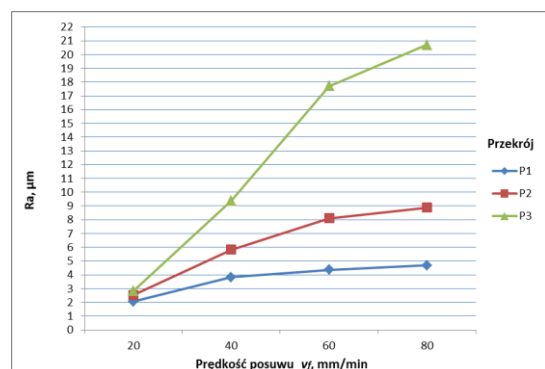
Przykładowe szerokości szczeliny przecięcia dla różnych prędkości posuwu przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Szerokość szczeliny przecięcia uzyskana przy różnych prędkościach posuwu: a) 10 mm/min, b) 100 mm/min, c) 500 mm/min, d) 1000 mm/min, e) 2000 mm/min. Badania przeprowadzone dla płytek ceramicznych o grubości 9 mm [14].

Cięcie z prędkością posuwową znacznie poniżej tej umożliwiającej przecięcie materiału powoduje powstanie szczeliny rozbieżnej o kształcie odwróconej litery v (rys.3 a), gdzie szerokość szczeliny przecięcia w górnej strefie cięcia (w_t) jest znacznie większa niż w dolnej strefie cięcia (w_b). Znaczny wzrost prędkości posuwu powoduje powstanie szczeliny zbieżnej w kształcie litery v (rys.3 c-e), gdzie szczelina cięcia ulega znacznemu zmniejszeniu w dolnej strefie cięcia. Przy odpowiednio dobranej prędkości posuwu można uzyskać równoległość bocznych powierzchni przeciętego materiału (rys 3 b). Szczelina taka charakteryzuje się powierzchnią przecięcia o małej chropowatości i falistości oraz brakiem stożków.

Przemieszczanie się głowicy tnącej z większą prędkością powoduje, że zmniejsza się liczba cząstek ściernych uderzających na jednostkę obrabianej powierzchni w określonym czasie. W efekcie zmienia się zarówno kształt otrzymywanej szczeliny przecięcia jak i chropowatość uzyskanej powierzchni. Struktura przecinanej powierzchni staje się falista i bardziej szorstka, co jest szczególnie widoczne w okolicach dolnej krawędzi przecięcia. Wpływ prędkości posuwu na parametr chropowatości powierzchni (R_a) przedstawiono na rysunku 4. Badania przeprowadzono w trzech różnych profilach, gdzie P1 – profil przy wlocie strugi w cięty materiał, P2 – profil po środku ciętego materiału, P3 – profil przy wylocie strugi z ciętego materiału.



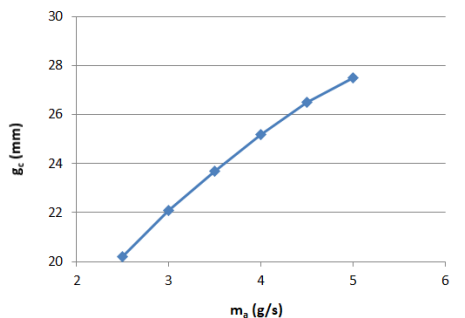
Rys. 4. Wpływ prędkości posuwu i badanego profilu przecięcia na parametr chropowatości R_a . Do badań zastosowano stal trudnościeralną hardox 400 o grubości 20 mm [15].

Zmiany wartości badanego parametru potwierdzają widoczne różnice jakie występują na powierzchni przecinanego materiału zarówno w zależności od użytej prędkości posuwu, jak i miejsca wykonania badania. W strefie podwyższonej jakości cięcia, którą można utożsamiać z profilem P1 struktura powierzchni przedmiotu jest kształtowana w zasadzie w procesie mikroskrawania ziaren ściernych. Dlatego też mikrogeometria tego obszaru powierzchni w dużym stopniu zależy od wielkości zastosowanych cząstek ściernych. Struktura geometryczna powierzchni w strefie drugiej tzw. obniżonej jakości cięcia kształtuje się zasadniczo w procesie erozji mechanicznej. Na pewno można do tej strefy zaliczyć profil P3, dla którego chropowatość powierzchni znacznie wzrasta wraz z zagłębianiem się strugi w cięty materiał.

3. Wydatek masowy ścierniwa

Wydatek masowy ścierniwa to jeden z istotniejszych parametrów charakteryzujący proces cięcia i należący do kategorii właściwości ścierniwa. Ma on istotny wpływ zarówno na jakość uzyskanej powierzchni, jak i na głębokość przecinania [16]. Ścierniwo wprowadzane jest do strugi wody w celu intensyfikacji procesu obróbkowego poprzez wywołanie zjawiska intensywnego mikroskrawania przy kontakcie rozprędzonych ziaren ściernych z materiałem obrabianym.

Na całkowitą energię kinetyczną wysokociśnieniowej strugi wodno-ścierniej składa się energia kinetyczna strugi tnącej opuszczająca szczelinę cięcia oraz energia kinetyczna cząstek ściernych. Analiza dostępnych wyników badań wskazuje, że najwyższą efektywność przecinania uzyskuje się przy około 23% udziale masowym ścierniwa w strudze wodno-ścierniej [17]. Niedostateczna ilość ścierniwa w strumieniu wodnym powoduje, że mieszanina tnąca nie posiada wystarczającej energii kinetycznej, aby wykonać precyzyjne cięcie. Natomiast zbyt duży udział ścierniwa w strumieniu wodnym skutkuje nie tylko podniesieniem kosztów cięcia, ale również spadkiem energii kinetycznej tak wykreowanej strugi. Wpływ wydatku masowego ścierniwa na głębokość cięcia szkła borokrzemowego przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Wpływ wydatku masowego ścierniwa (m_a) na głębokość cięcia (g_c) szkła borokrzemowego przy ciśnieniu roboczym $p_w = 350$ MPa [18].

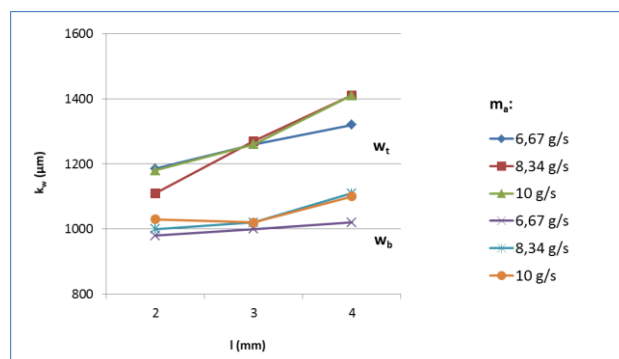
Z rysunku 5 wynika, że zwiększenie wydatku masowego ścierniwa powoduje znaczny wzrost głębokości cięcia. Podatność materiału na cięcie AWJ można określić poprzez siłę z jaką uderzają poszczególne ziarna ściernie w obrabiany materiał wywołując w efekcie jego erozję. Cięcie strugą wodno-ściernią to proces ciągły, w którym oprócz prędkości cząstek ściernych ważna jest również częstotliwość ich uderzeń w przedmiot obrabiany. Prędkość cząstek ściernych odpowiada za przesyłanie energii zawartej w rozprędzonych ziarnach ściernych do materiału, natomiast częstotliwość uderzeń cząstek ściernych odpowiada za szybkość tego przepływu. Im większa jest szybkość przepływu energii pomiędzy rozprędzonymi ziarnami ściernymi a materiałem, tym możliwości erozyjne strugi wodno-ścierniej stają się większe.

4. Odległość dyszy formującej od ciętego materiału

Dystans dzielący koniec dyszy formującej od przecinanego materiału może w istotny sposób wpływać na jakość uzyskanej powierzchni przecięcia. Szczególnie negatywnie na ostateczną jakość uzyskanej powierzchni wpływa wzrost odległości końca dyszy od ciętego materiału. Dzieje się tak, ponieważ struga wodno-ścierna rozszerza się zanim nastąpi kontakt z materiałem obrabianym (wymiana energii i masy strugi wodno-ścierniej z otaczającym środowiskiem) wskutek czego struga zatracza swój walcowy kształt i przyjmuje postać stożka rozszerzającego się wraz z odległością od dyszy [19]. Tak wytworzona szczelina przecięcia charakteryzuje się większą szerokością i bardziej ukosowanymi ściankami. Wpływ odległości dyszy formującej od ciętego materiału, na szerokość szczeliny przecięcia przy różnym wydatku ścierniwa przedstawia rysunek 6.

Wraz ze wzrostem parametru l szerokość szczeliny przecięcia wzrasta dość znacznie, dlatego też ważne jest więc, aby odległość jaka dzieli dyszę formującą od obrabianego materiału była dobrana w sposób optymalny. Utrzymanie stałego dystansu pomiędzy dyszą mieszającą, a materiałem obrabianym umożliwia obecnie zastosowanie czujnika wysokości. Stosowanie tego typu rozwiązania

zmniejsza możliwość uszkodzenia dyszy formującej w przypadku jej kolizji z obrabianym materiałem oraz pozwala na utrzymanie założonej jakości powierzchni przecięcia.



Rys. 6. Wpływ odległości dyszy formującej od ciętego materiału (l), na szerokość szczeliny przecięcia (k_w) przy różnym wydatku ścierniwa (m_a) [20].

Analizując wpływ odległości dyszy formującej od ciętego materiału na jakość powierzchni przecięcia należy również wspomnieć o istotnym wpływie długości dyszy formującej na właściwe zogniskowanie strumienia wodno-ściernego. Im dłuższa jest dysza formująca, tym czas oddziaływania strugi wody na zasysane ziarna ściernie staje się dłuższy, więc wykreowana mieszanina wodno-ścierna nabiera bardziej spójnego charakteru. Dobrze zogniskowany strumień wodno-ścierny zawiera dostatecznie rozpędzone ziarna ściernie, które zapewniają poprawną precyzję cięcia.

Podsumowanie

Zwiększenie potencjału energetycznego strugi prowadzi do polepszenia jakości powierzchni przecięcia. Dokładne poznanie charakterystyk opisujących wpływ badanych parametrów wyjściowych w funkcji parametrów wejściowych pozwala osiągnąć maksymalną wydajność procesu przecięcia przy jednoczesnej możliwości prognozowania otrzymanej jakości powierzchni przecięcia.

Zastosowanie większego ciśnienia roboczego wody umożliwia zasysanie do komory mieszania większej ilości ścierniwa, a co za tym idzie znaczne zwiększenie możliwości erozyjnych strugi tnącej, która jest w stanie wykonać bardziej gładkie cięcia na większej głębokości.

Przecinanie materiału z określoną prędkością posuwu, która to umożliwiła uzyskanie założonej jakości powierzchni pozwala znacznie usprawnić proces cięcia i zmniejszyć koszty obróbki. Możliwość prognozowania jakości cięcia umożliwia uniknięcie nadmiernych błędów kształtu szczeliny przecięcia takich jak struktura w postaci rowków będąca odzwierciedleniem zakrzywienia toru wybiegu strugi oraz pozwala na uzyskanie założonego rodzaju szczeliny przecięcia. Ponadto w bardzo istotny sposób za pomocą prędkości posuwu można wpłynąć na parametry struktury geometrycznej powierzchni, w tym na chropowatość powierzchni. Szczególnie ma to istotny wpływ przy cięciu materiałów o znacznych grubościach, gdzie może wystąpić zjawisko silnego rozwarstwienia pomiędzy uzyskaną jakością w górnej strefie cięcia, a tą w dolnej strefie u wylotu strugi.

Ścierniwo wprowadza się do strugi wody w celu intensyfikacji procesu obróbczego. Należy przy tym pamiętać o tym, że optymalny wydatek masowy ścierniwa dla danego ciśnienia roboczego wody zależy w dużym stopniu od średnic dysz wykorzystywanych w procesie cięcia, jak i od ich stosunku względem siebie. Wzrost wydatku masowego ścierniwa powoduje znaczny wzrost głębokości cięcia.

Prędkość cząstek ściernych odpowiada za przesyłanie energii zawartej w rozprędzonych ziarnach ściernych do materiału. Im większa jest szybkość przepływu energii pomiędzy rozprędzonymi ziarnami

nami ściernymi a materiałem, tym możliwości erozyjne strugi wodno-ścierniej stają się większe, co skutkuje większą głębokością cięcia. Należy pamiętać, że przy znaczących ilościach ścierniwa energia kinetyczna strugi musi być rozłożona na większą ilość cząstek, przez co w skrajnych przypadkach głębokość cięcia dla zbyt dużego parametru m_a będzie maleć.

Dystans jaki dzieli koniec dyszy formującej od przecinanego materiału może w istotny sposób wpływać na jakość uzyskanej powierzchni przecięcia. Negatywne jest zarówno zjawisko nadmiernej jak i zbyt małej odległości wylotu strugi wodno-ścierniej od obrabianego materiału. W efekcie wzrostu odległości końca dyszy od ciętego materiału następuje obniżenie i rozproszenie potencjału energetycznego strugi. Tak wytworzona szczelina przecięcia charakteryzuje się większymi błędami kształtu (większa szerokość w górnej strefie cięcia oraz bardziej zukosowane ścianki). Tylko dysze formujące o wystarczającej długości są w stanie wykreować właściwie zogniskowany strumień wodno-ścierny zawierający dostatecznie rozpędzone ziarna ściernie, które pozwalają uzyskać wysoką precyzję cięcia.

Bibliografia:

- Borkowski P., Fundamentals of surface treatment with high-pressure abrasive-water jet. In book: Lee C.-I., Jeon S., Song J.-J. (Eds): 7th Pacific Rim International Conference on Water Jet Technology, Publ. CIR Communication, Seul, Korea (2003), pp. 321-330.
- Hashish M., Pressure effects in abrasive waterjet machining. Journal of Engineering Materials and Technology. Volume 111 (1989), pp. 221-228.
- Sobczak R.: Konstrukcyjne i technologiczne zagadnienia wytwarzania zawieszinowej strugi wodno-ścierniej do precyzyjnego mikroprecyzowania. Rozprawa doktorska, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2010.
- Mazurkiewicz A., Technologie Specjalne kształtowania materiałów, Politechnika Radomska, Radom 2009.
- Wantuch E., Kudelski R., Nieciąg H., Dependency of the technological quality of elements made from an aluminum alloy on their shape in the water jet machining. Journal of Machine Engineering, Volume 13, No. 4, 2013, pp. 35-46.
- Hashish M., On the modeling of abrasive-waterjet cutting. 7th Int. Symposium, on Jet Cutting Technology. Ottawa 1984. Paper E1, pp. 249-265.
- Hlavac L. M., Krajcarz D., Hlavacova I. M., Spadło S., Precision comparison of analytical and statistical-regression models for AWJ cutting. Precision Engineering Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, Volume 50, 2017, pp. 148-159.
- Borkowski J., Sutowska M., Wpływ warunków procesu cięcia wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną na parametry SGP. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji Zeszyt 27, nr 2, 2007, s. 43-51.
- Spadło S., Krajcarz D., Badania trwałości ziaren ściernych w obróbce wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną. Techniczne wyzwania rozwoju społeczno-gospodarczego kraju i regionów, ISBN: 978-83-63792-31-2, 2016, s. 259-267.
- Wang J.: Particle velocity models for ultra-high pressure abrasive waterjets., Journal of Materials Processing Technology, Volume 209 (2009), pp. 4573-4577.
- Borkowski J., Benkowska M., Wpływ głównych parametrów obróbki wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną na jakość powierzchni przecięcia. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji, Volume 26, nr 2, 2006, s. 11-18.
- Krajcarz D., Influence of Selected Water-jet Cutting Parameters on Surface Quality Aluminum Alloy. Transcom proceedings 2015 material engineering mechanical engineering technologies, 2015 pp. 148-153.
- Sobczak R., Konstrukcyjne i technologiczne zagadnienia wytwarzania zawieszinowej strugi wodno-ścierniej do precyzyjnego mikroprecyzowania. Rozprawa doktorska, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2010.
- Krajcarz D., Bańkowski D., Młynarczyk P., The Effect of Traverse Speed on Kerf Width in AWJ Cutting of Ceramic Tiles. Procedia Engineering, Volume 192 2017, pp. 469-473.
- Spadło S., Krajcarz., Ocena jakości powierzchni przecięcia stali HARDOX 400 po cięciu wysokociśnieniową strugą wodno-ścierną, Mechanik, nr 8-9 2015, s. 431-441.
- Dittrich M., Dix M., Kuhl M., Palumbo B., Tagliaferri F., Process Analysis of Water Abrasive Fine Jet Structuring of Ceramic Surfaces via Design of Experiment. Procedia CIRP, Volume 14 2014, pp. 442-447.
- Tazibt A., Parsy F., Abriak N. Theoretical analysis of the particle acceleration process in abrasive water jet cutting, Computational Materials Science, Volume 5, Issues 1 1996, pp. 243-254.
- Chithirai Pon Selvan M., Sampath S. S., Sawan Shetty, Sarath Raj N. Maximum Depth of Cut for Borosilicate Glass using Abrasive Waterjet Technique. European Journal of Advances in Engineering and Technology, Volume 3, Issue 2 2016, pp. 1-5.
- Yanaida K., Ohashi A., Flow characteristics of water jets. Second International Symposium on Jet Cutting Technology, Cranfield 1974, pp. 19-32.
- Wang J., Wong W. C. K., A study of abrasive waterjet cutting of metallic coated sheet steels. International Journal of Machine Tools & Manufacture, Volume 39 1999, pp. 855-870.

Basic abrasive waterjet cutting process parameters

The article presents the basic parameters characterizing the abrasive water jet cutting, such as: water pressure (p_w), cutting speed (v_i), abrasive mass flow rate (m_a) and the distance between forming nozzle and the cut material (l). Each of the mentioned parameters of the cutting process has been described in a separate subsection. The authors of the article focused primarily on the aspects related to the possibility of achieving maximum efficiency of the machining process while maintaining the assumed quality of cutting for individual cutting parameters. A detailed analysis of the topic was enabled the authors own research and an available literature on this subject. A closer understanding of the phenomena accompanying the abrasive waterjet cutting (AWJ) process and obtaining characteristics that would describe the influence of the tested output parameters in the function of input parameters will enable optimization of AWJ cutting process.

Keywords: abrasive water jet cutting, machining parameters, cutting quality

Autorzy:

dr hab. inż. **Sławomir Spadło** prof. PŚk – Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Katedra Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych.

mgr inż. **Daniel Krajcarz** – Politechnika Świętokrzyska