

Programowanie automatyczne wycinarki elektroerozyjnej z wykorzystaniem modułu WEDM

Automatic programming of 4-axis Wire EDM CNC machine supported by dedicated programming module

JAN BUREK
JAROSŁAW BUK
MARCIN PŁODZIEN
MARCIN SAŁATA *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.3.23

Artykuł z XIII Forum Inżynierskiego ProCAx 2015

Przedstawiono metodę programowania automatycznego 4-osiowej wycinarki elektroerozyjnej z wykorzystaniem specjalnego modułu WEDM systemu NX10.

SŁOWA KLUCZOWE: wycinanie elektroerozyjne, programowanie, dokładność obróbki, strategia obróbki

This paper presents a method of automatic programming Wire EDM machine supported by dedicated module.

KEYWORDS: WEDM, programming, accuracy, machining strategy

Zaletą wycinania elektroerozyjnego (WEDM – *wire electrical discharge machining*) jest możliwość obróbki materiałów trudnoobrabialnych. Coraz większe wykorzystanie WEDM w przemyśle pociąga za sobą określone wymagania dotyczące optymalizacji tego procesu. W przypadku gdy WEDM jest ostatnim etapem kształtowania danego wyrobu, stosuje się wielokrotne przejścia wykończeniowe, mające na celu obniżenie chropowatości powierzchni i zwiększenie dokładności wymiarowo-kształtowej [1÷3, 6].

Jedną z form optymalizacji procesu produkcyjnego jest skrócenie czasu programowania obróbki. Takie możliwości stwarza programowanie automatyczne. Celem artykułu było przedstawienie tej formy programowania z wykorzystaniem modułu WEDM systemu NX10 oraz różnych strategii obróbki. Jako formę weryfikacji badań przyjęto pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej wykonanych próbek.

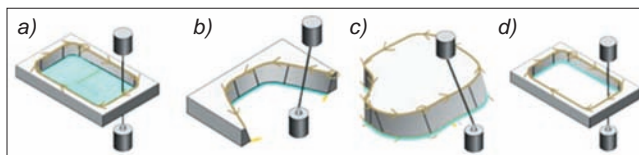
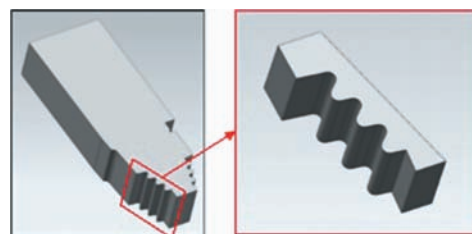
Programowanie obróbki

Programowanie obrabiarek CNC odbywa się głównie z użyciem systemów CAM, które bazują na wirtualnym modelu wytwarzanego przedmiotu. Jako badany profil wybrano przykładowy kształt zamka łopatyki turbiny silnika lotniczego (rys. 1), a jako materiał obrabiany przyjęto trudnoobrabialny stop niklu Inconel 718.

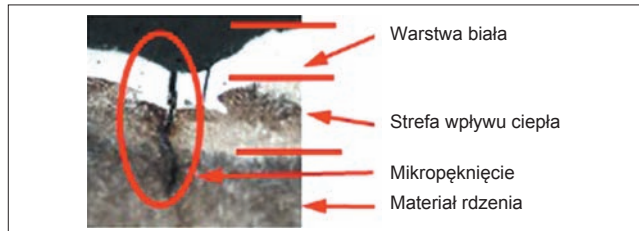
Prawidłowe generowanie toru ruchu narzędzia jest związane z odpowiednim zorientowaniem układu współrzędnych oraz zdefiniowaniem przedmiotów obrabianych i narzędzia. W procesie cięcia elektroerozyjnego narzędziem jest elektroda drutowa. Najczęściej jest to drut mosiężny o średnicy $\varnothing 0,25$ mm. Zaletą metody programowania obróbki w systemie NX jest możliwość definiowania prowadników, co pozwala na wykrycie kolizji w przypadku obróbki przedmiotów o nieregularnych kształtach. Kształt obrabianego przedmiotu i wycinanego profilu decyduje o wyborze operacji. Możliwe jest wycinanie: bezrdzeniowe, profili zamkniętych – zewnętrznych i wewnętrznych, profili otwartych (rys. 2).

Obróbka erozyjna powoduje powstawanie warstwy białej na powierzchni obrabianej (rys. 3). Warstwa biała to materiał wyerodowany, który ponownie zakrzepł na powierzchni

Rys. 1. Badany profil – kształt zamka łopatyki turbiny



Rys. 2. Wycinanie: a) bezrdzeniowe, b) profili otwartych, c) profili zamkniętych zewnętrznych, d) profili zamkniętych wewnętrznych



Rys. 3. Mikropęknięcie powstałe w wyniku WEDM [7]

przedmiotu obrabianego. Drugą warstwą jest warstwa wpływów cieplnych o podwyższonej wytrzymałości, a kolejną – warstwa odpuszczona, która również jest wynikiem wpływów cieplnych.

W warstwie wierzchniej obserwuje się naprężenia rozciągające będące efektem kurczenia się rozgrzanego materiału. Ich obecność jest przyczyną powstawania mikropęknięć [4, 5, 7]. Aby uniknąć ich propagacji do materiału rdzenia, stosuje się strategie obróbki obejmujące nawet do pięciu przejść wykończeniowych (rys. 4) [6].

W badaniach zaprogramowano pięć strategii obróbki – pierwsza zawierała jedynie obróbkę zgrubną, a każda kolejna była uzupełniana o jedno dodatkowe przejście wykończeniowe (tabl. I).

TABLICA. I. Offsety przyjętych strategii obróbki

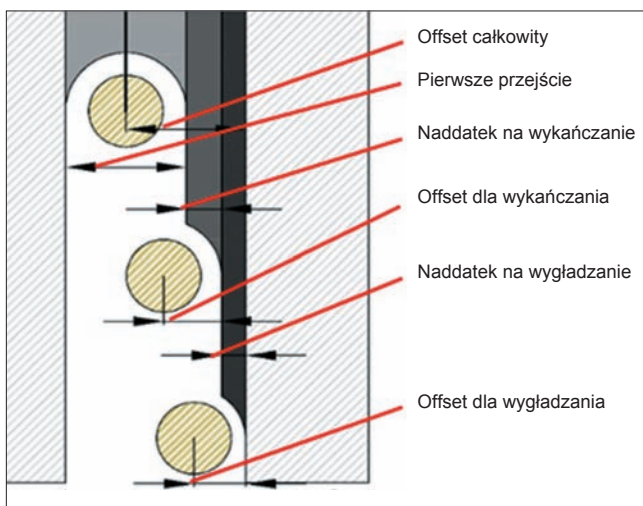
| Strategia obróbki | Przejście | Wymiary offsetów, μm | | | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| A | zgrubne | 162 | – | – | – | – |
| B | zgrubne + 1 wykończeniowe | 182 | 129 | – | – | – |
| C | zgrubne + 2 wykończeniowe | 221 | 168 | 132 | – | – |
| D | zgrubne + 3 wykończeniowe | 232 | 179 | 143 | 130 | – |
| E | zgrubne + 4 wykończeniowe | 235 | 182 | 146 | 133 | 130 |

* Dr hab. inż. Jan Burek prof. PRZ (jburek@prz.edu.pl), mgr inż. Jarosław Buk (jbuk@prz.edu.pl), mgr inż. Marcin Płodzien (mplodzien@prz.edu.pl), mgr inż. Marcin Sałata (msalata@prz.edu.pl) – Katedra Techniki Wytwarzania i Automatyzacji, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej

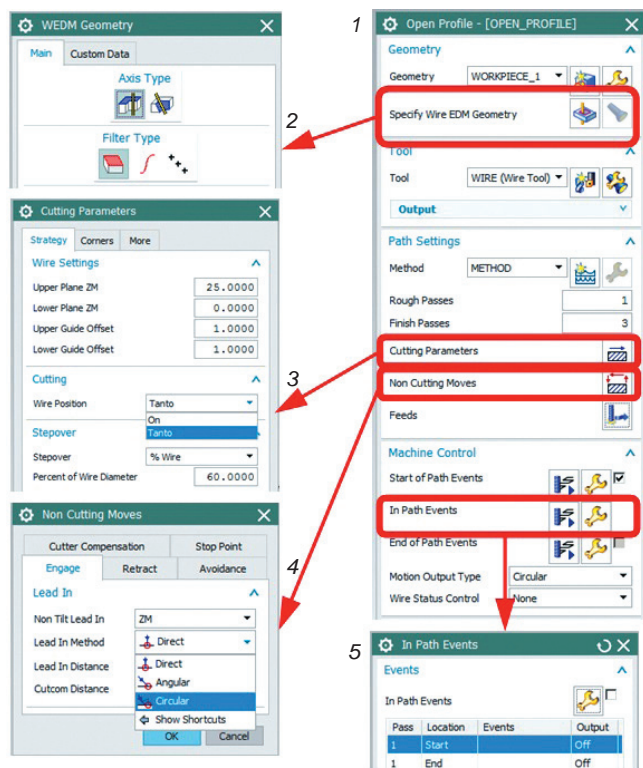
Programowanie obróbki dla wybranej operacji i strategii obejmuje (rys. 5):

- wybór obróbki 2- lub 4-osiowej,
- optymalizację ruchów dojazdowych i odjazdowych,
- optymalizację ruchów roboczych,
- dobór parametrów obróbki.

Dobór parametrów obróbki w przypadku wycinarek elektroerozyjnych najczęściej wiąże się z doбором nastaw (którym są przypisane określone wartości parametrów). Komplet nastaw dla danego materiału i konkretnych wymiarów przedmiotu obrabianego podaje producent obrabiarki. Ze względu na fakt, że producent nie przewidział technologii wycinania dla stopu Inconel 718, na wstępnym etapie badań przyjęto nastawy dla stali. Wśród najważniejszych nastaw parametrów można wyróżnić: I_w – natężenie impulsu wstępnego, t_{off} – czas przerwy pomiędzy wyładowaniami, U_c – średnią wartość napięcia wyładowania, V_d – prędkość przewijania



Rys. 4. Strategia obróbki WEDM



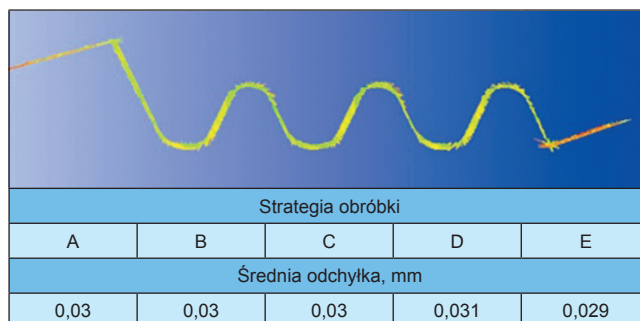
Rys. 5. Okna dialogowe operacji programowania obróbki: 1 – okno programowania, 2 – wybór obróbki 2- lub 4- osiowej, 3 – optymalizacja ścieżek roboczych, 4 – optymalizacja ruchów dojazdowych i odjazdowych, 5 – wybór nastaw parametrów

dru, F_n – siłę naciągu drutu, f – posuw. Wygenerowany kod NC programu obróbkowego zrealizowano na wycinarce elektroerozyjnej FA-10S firmy Mitsubishi.

Wyniki badań

Pomiary dokładności wymiarowo-kształtowej wykonano bezstykowo za pomocą mikroskopu optycznego INEXIV. Dokładność pomiaru wynosiła $\pm 0,1 \mu\text{m}$. Profil zmierzony porównywano z nominalnym, uzyskanym na podstawie wirtualnego modelu przedmiotu obrabianego. Funkcja porównania umożliwiła wybranie i nałożenie na siebie charakterystycznych punktów obu profili. Wyniki pomiaru w postaci średnich odchyłek kształtu przedstawiono w tabl. II.

TABLICA II. Wyniki pomiaru odchyłek kształtu badanych profili



Podsumowanie

Rozwój obrabiarek CNC i metod wycinania elektroerozyjnego rozszerza możliwości wykorzystania tej technologii w przemyśle. Uzupełnienie systemu NX10 o moduł WEDM pozwala na projektowanie modelu oraz programowanie obróbki w dwóch i czterech osiach z wykorzystaniem tego samego systemu. W module WEDM można wybrać rodzaj operacji i strategię obróbki, a także wprowadzić nastawy parametrów, co wykorzystuje się w obrabiarkach elektroerozyjnych. Dzięki temu znacząco skraca się czas przygotowania programu obróbki – nawet skomplikowanych elementów. Średnie odchyłki kształtu badanych profili wynosiły ok. 0,03 mm. Świadczy to o tym, że wybór strategii nie wpływa na zmiany średnich odchyłek. W celu zwiększenia dokładności wymiarowo-kształtowej należy przeprowadzić badania dotyczące doboru indywidualnych nastaw parametrów obróbki stopu Inconel 718.

LITERATURA

1. Antar M.T., Soo S.L., Aspinwall D.K., Cuttel M., Perez R., Winn A.J. "WEDM of aerospace alloys using 'clean cut' generator technology". *Proceedings of the 16th International Symposium on Electromachining ISEM 2010* (01/2010): pp. 285-290.
2. Patel V.D., Vaghmare R.D. "A review of recent work in wire electrical discharge machining (WEDM)". *International Journal of Engineering Research and Applications*. Vol. 3, Iss. 3 (2013): pp. 805-816.
3. Islam M.N., Rafai N.H., Subramanian S.S. "An investigation into dimensional accuracy achievable in wire-cut electrical discharge machining". *Proceedings of the World Congress on Engineering 2010*. Vol III. London, 2010.
4. Oniszczuk-Świercz D., Świercz R., Dąbrowski L., Marczak M. "Konstytuowanie warstwy wierzchniej Inconelu 718 po wycinaniu elektroerozyjnym". *Mechanik*. Nr 4 (2015): s. 71-74.
5. Oniszczuk D., Świercz R., "Investigation into the impact of electrical pulse character on surface texture in the EDM and WEDM process". *Advances in Manufacturing Science and Technology*. Vol. 36, No. 3 (2012): pp. 43-55.
6. Sarkar S., Mitra S., Bhattacharyya B. "Parametric optimisation of wire electrical discharge machining of γ titanium aluminide alloy through an artificial neural network model". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 27, Iss. 5 (2006): pp. 501-508.
7. Dąbrowski L., Świercz R. "Struktura metalograficzna powierzchni po obróbce elektroerozyjnej". *Inżynieria Maszyn*. R. 16, z. 3 (2011). ■