

ASPEKTY KONSTRUKCYJNE KOMÓRKI OBRÓBKOWEJ DO BADAŃ PROCESU DRAŻENIA ECM POWIERZCHNI KRZYWOLINIOWYCH

Daniel Janicki

Studium Doktoranckie
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie

W pracy przedstawiono projekt komórki obróbkowej, która będzie wykorzystywana do badań w procesie drażenia ECM powierzchni krzywoliniowych elektrodą drgającą. Opisane zostały rozwiązania konstrukcyjne komórki oraz przykładowe odmiany drażenia. Przedstawiono także urządzenie technologiczne do obróbki ECM, na którym dana komórka będzie pracować w celu przeprowadzenia badań dotyczących poprawienia jakości uzyskiwanych powierzchni w procesie drażenia. Wyniki badań pozwolą przybliżyć przebieg zjawisk zachodzących w szczelinie międzyelektrodowej.

1. WPROWADZENIE

Obróbka ECM (Electrochemical Machining) jest jedną z niekonwencjonalnych metod kształtowania przedmiotów. Ze względu na swoje unikalne możliwości wykorzystywana jest w szerokim zakresie do kształtowania elementów wykonanych z materiałów trudnoobrabialnych (np. tytan, węgliki spiekane, stале narzędziowe po obróbce cieplnej). Stosowana jest także przy kształtowaniu elementów odpowiedzialnych konstrukcyjnie, np. w przemyśle lotniczym, energetyce jądrowej itp.

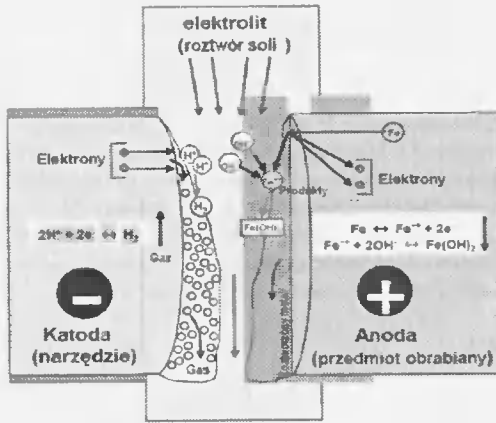
W trakcie procesu drażenia dochodzi do warstwowego roztwarzania przedmiotu obrabianego. Narzędzie (katoda) i przedmiot obrabiany nie są w bezpośrednim kontakcie, co jest również dużą zaletą tej metody obróbkowej. Do uszkodzenia katody dochodzi tylko na skutek zdarzeń losowych, np. zwarcia międzyelektrodowego.

Podczas drażenia elektrochemicznego elektroda robocza podłączona jest do ujemnego bieguna stałego źródła prądu (katoda), a przedmiot obrabiany do dodatniego bieguna (anoda) (rys.1). Do szczeliny międzyelektrodowej doprowadzany jest elektrolit będący wodnym roztworem soli, zasad lub kwasów. Elektrolit pełni trzy podstawowe funkcje w trakcie procesu drażenia [1, 2, 3]:

- wspomaga roztwarzanie materiału obrabianego,
- jest przewodnikiem prądu elektrycznego,
- w wyniku ciągłego przepływu przez szczelinę międzyelektrodową, odprowadza z niej powstałe produkty w trakcie procesu drażenia.

Produktami roztwarzania w trakcie procesów ECM są cząsteczki wodoru oraz jony roztworzonego materiału [1, 2, 3]. W związku z tym w szczelinie międzyelektrodowej w trakcie zachodzących procesów tworzy się mieszanina na bazie elektrolitu oraz produktów powstałych w wyniku roztwarzania.

Procesy obróbcze ECM pozwalają uzyskać przedmioty często o skomplikowanych kształtach, które byłyby trudne lub niemożliwe do wykonania klasycznymi metodami obróbczymi. Kolejną cechą obróbki ECM jest niewprowadzenie do warstwy wierzchniej żadnych dodatkowych naprężeń oraz innych niepożądanych zmian. Podstawowym warunkiem, jaki muszą spełniać przedmioty obrabiane, jest ich dobra przewodność prądu elektrycznego. Metody obróbcze ECM pozwalają uzyskać gotowe produkty o dużej precyzji i jakości wykonania. Może być stosowana jako obróbka zgrubna i wykańczająca (np. drażenie w pełnym materiale) bądź tylko jako obróbka wykańczająca po takich procesach obróbczych, jak frezowanie konwencjonalne lub drażenie EDM [1, 3, 4].



Rys. 1. Schemat obróbki elektrochemicznej [5]

Po to, aby lepiej poznać zjawiska zachodzące w trakcie procesu ECM, nieodzowne stają się praktyczne badania z wykorzystaniem komórek obróbczych dla elektrod o zróżnicowanej krzywiznie powierzchni roboczej. Badania takie pozwolą na weryfikację wyników uzyskiwanych z obliczeń teoretycznych, innych badań doświadczalnych oraz symulacji komputerowych.

2. KONSTRUKCJA KOMÓRKI OBRÓBCZEJ DO OBRÓBKI ECM POWIERZCHNI KRZYWOLINIOWYCH

Podstawowe elementy składowe korpusu komórki obróbczej zostały wykonane z tworzywa sztucznego (polietylen). Materiał ten odporny jest na działanie kwasów, zasad i soli. Śruby mocujące 9 oraz kołki ustalające 10 wykonane są ze stali kwasoodpornej.

W trakcie procesu drażenia między elektrodą roboczą 8 i przedmiotem obrabianym 7 przepływa elektrolit. Elektrody (przedmiot obrabiany i elektroda robocza) są podłączone do stałego źródła prądu.

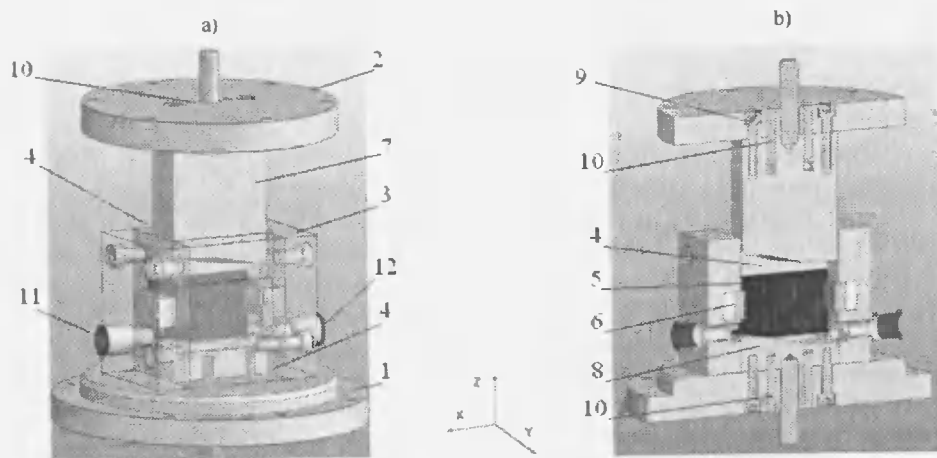
W skład korpusu komórki wchodzi dwie podstawy 1 i 2. Do podstawy dolnej przytwierdzone są cztery ściany. Miejsca łączeń dodatkowo uszczelniane są silikonem w celu uniknięcia wycieków elektrolitu w trakcie obróbki. Przedmiot obrabiany 7 mocowany jest do podstawy górnej 2 śrubami 9. Odpowiednie ustawienie przedmiotu obrabianego na podstawie zapewniają kołki ustalające 10.

Ze względu na kinematykę elektrod (przedmiotu obrabianego i elektrody roboczej) oraz panujące ciśnienie elektrolitu w szczelinie międzyelektrodowej niezbędne jest zastosowanie odpowiedniego uszczelnienia przedmiotu obrabianego. Dlatego w ścianach prowadzących 4 umieszczone są uszczelnienia gumowe 5. Wystają one za obrys ścian prowadzących (ok. 0,3 mm z obydwu ścian). Zapewnia to w trakcie drążenia stały docisk do bocznych powierzchni przedmiotu obrabianego.

Przedmiot obrabiany podczas drążenia może być wprowadzany w drgania poziome (oś X), a elektroda robocza w drgania pionowe (oś Z). Z uwagi na drgania poziome, w ścianach bocznych 3 zastosowane są uszczelnienia dwuwarstwowe 6. Warstwa bezpośrednio stykająca się z przedmiotem obrabianym wykonana jest z twardszego gatunku gumy uszczelniającej (TPE), natomiast warstwa wewnątrz ściany bocznej – z elastycznej pianki technicznej, która zapewnia odpowiedni docisk zewnętrznej części uszczelnienia w trakcie drgań przedmiotu obrabianego. Uszczelnienia 6 wystają poza obrys ścian 3, po ok. 1,4 mm. Zapewnia to prawidłowe uszczelnienie w trakcie procesu drążenia.

Odpowiednie ustalenie elektrod w podstawach zapewniają kołki ustalające 10. Powierzchnie boczne elektrody 8 uszczelnione są silikonem w celu zminimalizowania zjawiska niekontrolowanego przepływu elektrolitu.

Po to, aby badania przeprowadzane z wykorzystaniem przedstawionej komórki obróbczej były wiarygodne, elektrolit w trakcie procesu powinien przepływać jedynie przez szczelinę międzyelektrodową. Dodatkowo odpowiedni charakter przepływu elektrolitu zapewniają odpowiednio ukształtowane, wewnętrzne części otworu wlotowego 11 i wylotowego 12 elektrolitu.



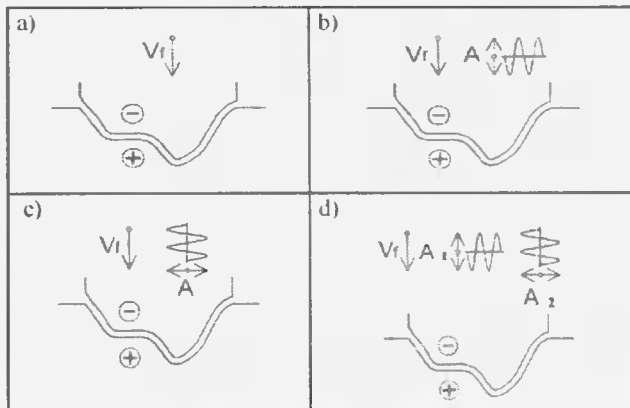
Rys. 2. Komórka obróbcza

Konstrukcja komórki obróbczej jest przeznaczona do następujących odmian drążenia z (tab. 1):

- elektrodą kształtową,
- elektrodą kształtową drgającą w kierunku osi z,
- elektrodą kształtową drgającą w kierunku osi x,
- elektrodą kształtową drgającą w kierunku osi z i osi x.



Tablica 1. Odmiany obróbki ECM



3. URZĄDZENIE TECHNOLOGICZNE DO OBRÓBKİ ECM, NA KTÓRYM BĘDZIE PRACOWAĆ KOMÓRKA OBRÓBCZA

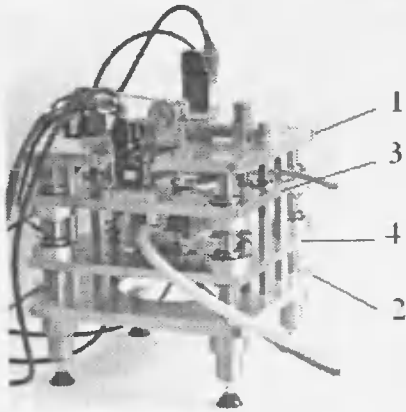
Część rozwiązań konstrukcyjnych komórki obróbczej oraz wielkość elektrod jest uwarunkowana rozwiązaniami konstrukcyjnymi istniejącego już stanowiska technologicznego do obróbki ECM powierzchni krzywoliniowych.

Stanowisko zostało zaprojektowane i zbudowane w celu przeprowadzania badań nad procesami obróbczymi ECM, z wykorzystaniem złożonego ruchu drgającego elektrod w komórkach obróbczych. Stanowisko składa się z czterech podstawowych układów [1]:

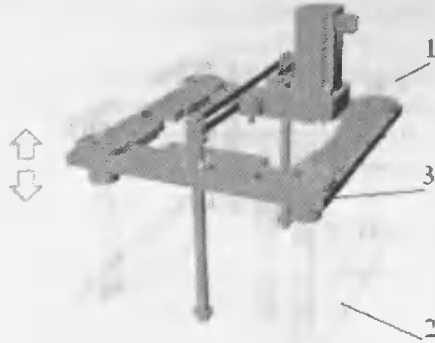
- urządzenia technologicznego (rys. 3),
- zasilacza prądu stałego,
- systemu zasilania elektrolitem,
- systemu sterowania i kontroli parametrów procesu.

Korpus urządzenia badawczego (rys. 3) składa się z czterech płyt: dwóch podstawowych 1 i 2 oraz dwóch ruchomych 3 i 4. Do płyt ruchomych mocowana jest odpowiednio dolna i górna część komórki obróbczej. Część komórki z przedmiotem obrabianym mocowana jest do płyty ruchomej 3, która wyposażona jest w napęd odpowiadający za ruch posuwowy w kierunku osi z (ruch główny) (rys. 4). Dodatkowo płyta wyposażona jest w układ napędowy drgań poziomych w kierunku osi X (rys. 5).

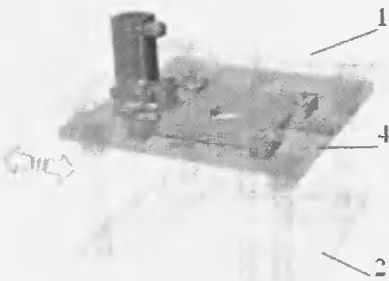
Część dolna komórki z elektrodą roboczą mocowana jest do płyty ruchomej 4, odpowiedzialnej za drgania w kierunku osi Z (rys. 6) [1].



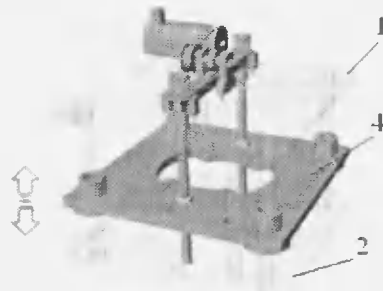
Rys. 3. Urządzenie technologiczne [1]



Rys. 4. Napęd posuwu głównego elektrody roboczej [1]



Rys. 5. Napęd drgań wzdłużnych elektrody [1]



Rys. 6. Układ napędowy drgań poprzecznych elektrody roboczej [1]

4. PODSUMOWANIE

Przedstawiona komórka pracująca na urządzeniu technologicznym (rys. 3) pozwoli na przeprowadzanie badań dotyczących wydajności procesu, jakości uzyskanych powierzchni obrabianych oraz zjawisk zachodzących w szczelinie międzyelektrodowej w trakcie obróbki ECM powierzchni krzywoliniowych elektrodą kształtową. Kolejnym ważnym zagadnieniem jest weryfikacja uzyskanych wyników oraz analiza parametrów podczas obróbki w celu zoptymalizowania przebiegu procesu, przy jednoczesnym zwiększeniu jakości uzyskiwanej mikro- i makrostruktury obrabianej powierzchni.

Wyniki badań pozwolą zweryfikować istniejące programy komputerowe, wspomagające projektowanie procesu drążenia ECM. Badania z wykorzystaniem komórki mają przyczynić się do obniżenia kosztów i pracochłonności związanych z zaprojektowaniem oraz przeprowadzeniem procesu drążenia elektrochemicznego powierzchni krzywoliniowych. Istniejące stanowisko technologiczne pozwala na rejestrowanie oraz zmiany wybranych parametrów ECM, np.:

- amplitudy drgań,
- częstotliwości drgań,
- temperatury elektrolitu,
- przepływu elektrolitu,
- napięcia prądu.
- prędkości posuwu głównego.

Pewnym zakresem parametrów można sterować w trakcie procesu drążenia elektrochemicznego.

LITERATURA

- [1] Paczkowski T., 2007. Urządzenie technologiczne do obróbki ECM powierzchni krzywoliniowych. Świat Obrabiarek 1-2, 16-19.
- [2] Paczkowski T., Sawicki J., 2006. Analysis of influence of physical conditions inside interelectrode gap on work piece shape evolution. Engineering Mechanics 13(2), 93-100.
- [3] Rajurkar K.P., Zhu D., McGeough J.A., Kozak J., De Silwa A., 1999. New Developments in Electro-Chemical Machining. Annals of the CIRP 48(2), 1-13.
- [4] Sawicki J., Paczkowski T., 2006. Obróbka elektrochemiczna krzywoliniowych powierzchni kształtowych. Zagadnienia konstrukcyjne i technologiczne niekonwencjonalnych technik wytwarzania. Wyd. Uczel. ATR Bydgoszcz, 110-117.
- [5] www.m6.mech.pk.edu.pl

THE CONSTRUCTIONAL ASPECTS OF A MACHINING CELL FOR A RESEARCH ON ECM ELECTROMACHINING PROCESS OF CURVILINEAR SURFACES

Summary

In the article a project of a machining cell will be presented. It will be used for research on the ECM electromachining process of curvilinear surfaces. The constructional cell solutions and model variants of electromachining will be described. The work presents also a technological device used for ECM processing, on which a given cell will work in order to do research concerning an improvement on the quality of an obtained surfaces after the electromachining process. The research results will introduce the process of effects occurring in the interelectrode interspace.