

# Obróbka elektrochemiczno–elektroerozyjna głębokich otworów w materiałach trudnoobrabialnych

## Streszczenie

W pracy skupiono się na hybrydowym procesie obróbki elektrochemiczno–elektroerozyjnej (ECDM). Celem pracy było poszerzenie wiedzy na temat tego procesu, szczególnie w aspekcie wykonywania smukłych otworów w materiałach trudnoskrawalnych.

W pracy przedstawiono charakterystykę procesu wykonywania otworów za pomocą obróbki skrawaniem, elektroerozyjnego drażenia obrotowego, drażenia elektrochemicznego oraz połączonej obróbki elektrochemicznej (ECM) i elektroerozyjnej (EDM) w ramach obróbki hybrydowej i łączonej. Przedstawione, na tle innych metod służących do wytwarzania smukłych otworów o średnicach mniejszych niż 1 mm, informacje o hybrydowym procesie ECDM wskazały, duży potencjał tego procesu. W przypadku wykonywania głębokich i smukłych otworów, jedną z najbardziej istotnych kwestii jest możliwość uzyskania wysokiej dokładności wymiarowo–kształtowej oraz wysokiej jakości powierzchni wewnątrz otworu.

W dalszej części pracy omówiono warunki przebiegu hybrydowego procesu elektrochemiczno–elektroerozyjnego. W procesie tym najbardziej istotną kwestię stanowi taki dobór parametrów procesu, aby materiał był usuwany jednocześnie za pomocą roztwarzania elektrochemicznego i wyładowań elektrycznych. Bardzo ważne jest osiągnięcie podczas trwania pojedynczego impulsu roboczego odpowiednich warunków tzw. stanów krytycznych, zapewniających wystąpienie wyładowania elektrycznego. Jedną z głównych przyczyn występowania stanów krytycznych w impulsowej obróbce elektrochemicznej jest nadmierny wzrost temperatury cieczy roboczej w obszarze obróbki. Dlatego w aspekcie procesu ECDM istotne jest analiza zjawiska nagrzewania się cieczy roboczej w szczelinie międzyelektrodowej podczas trwania pojedynczego impulsu napięcia.

W pracy przedstawiono uproszczony model matematyczny, który obejmował proces nagrzewania się cieczy roboczej w szczelinie międzyelektrodowej podczas trwania pojedynczego impulsu. Następnie opracowano model numeryczny, który umożliwił wyznaczenie wartości krytycznego czasu impulsu dla takich parametrów procesu jak: napięcie robocze, elektryczna przewodność właściwa cieczy roboczej oraz grubość szczeliny międzyelektrodowej.

W kolejnym etapie pracy zaprojektowano stanowisko badawcze oraz wykonano niezbędne do przeprowadzania badań oprzyrządowanie technologiczne. Badania doświadczalne przeprowadzone zostały zgodnie z teorią i techniką eksperymentu. Zostały one podzielone na dwa etapy, mianowicie: (1) badania rozpoznawcze wiercenia obrotowego stopów INCONEL 718 oraz Ti–6Al–4V oraz (2) badania wiercenia stopu INCONEL 718 na specjalnie zaprojektowanych dzielonych próbkach. Analiza wyników badań doświadczalnych objęła wyznaczenie funkcji obiektu badań, co pozwoliło na określenie wpływu przyjętych czynników wejściowych na wybrane wskaźniki technologiczne takie jak: liniowe zużycie elektrody roboczej, średnią prędkość drażenia, chropowatość powierzchni, stożkowatość oraz smukłość otworów. Przeprowadzenie części badań na specjalnie zaprojektowanych dzielonych próbkach umożliwiło m.in. analizę profilu każdego otworu oraz zmian właściwości warstwy wierzchniej wzdłuż jego głębokości.

W końcowej części pracy podsumowano uzyskane wyniki oraz sformułowano wnioski o charakterze poznawczym, użytecznym oraz wskazano kierunki dalszych prac badawczych.