

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Dominika Dudka**
pt.: **Badania wpływu warunków drążenia elektroerozyjnego**
trepanacyjnego na efekty obróbki, napisana na prośbę Pana Dziekana
Wydziału **Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej**
(pismem z dnia 23.02.2016 r.)

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska **mgr inż. Dominika Dudka** pt.: **Badania wpływu warunków drążenia elektroerozyjnego trepanacyjnego na efekty obróbki**, obejmuje 164 strony podzielone na 6 rozdziałów, bogato ilustrowana w 109 rysunków, 24 tabel i 107 pozycji literatury.

Wybór tematu uważam za właściwy zarówno z poznawczego, jak i utylitarnego punktu widzenia. Jego realizacja wymagała stosowania nowoczesnych metod badań zarówno teoretycznych jak i doświadczalnych, a także analizy i wnioskowania. Można więc na tej podstawie ocenić umiejętność samodzielnego prowadzenia badań (zgodnie z wymogami ustawy o stopniach i tytułach).

Na uwagę zasługuje duża staranność i przejrzystość opracowania edytorskiego opiniowanej rozprawy doktorskiej.

Oceniana praca ma charakter doświadczalny. Są opisane w niej metody badawcze i wyniki badań procesu elektroerozyjnego drążenia trepanacyjnego - EDM (Electro Discharge Machining), którym poświęcone są rozdziały 4 i 5 Ponadto praca zawiera szczegółową analizę literatury dotyczącej tematyki badawczej (rozdział 1 i 2).

W rozdziale 3 przedstawiono cel i zakres pracy, które nie budzą zastrzeżeń. Cel (krótko ujmując) to sprawdzenie wpływu parametrów i warunków obróbki EDM

(drażenia trepanacyjnego) na jakość technologiczną obróbki, określoną poprzez parametry struktury geometrycznej powierzchni (*SGP*), wydajność oraz dokładność obróbki.

Natomiast w rozdziale 6 zawarto podsumowanie i wyliczenie szczegółowych wniosków o charakterze użytkowym i poznawczym oraz dotyczących dalszych badań, wynikających z obszernego i różnorodnego procesu badawczego.

Rozdział końcowy – siódmy, zawiera alfabetyczny, ponumerowany spis 107 pozycji literatury, w tym kilka prospektów i norm. Brak odwoływania się do pozycji internetowych.

Z przedstawionej powyżej charakterystyki pracy i dokonań Autora wynika, że opiniowana praca została zrealizowana poprawnie pod względem merytorycznym, metodycznym i technicznym. Większość z uzyskanych wyników stanowi istotny i oryginalny wkład Autora w poznanie badanych procesów, co znacząco może umożliwić szersze niż obecnie zastosowanie ich w praktyce.

Praca zawiera wiele **elementów nowości i oryginalności**. Można do nich między innymi zaliczyć:

1. Wnikliwą i krytyczną analizę stanu badań, szczególnie obróbki EDM na podstawie dostępnej literatury.
2. Szczegółowe badania doświadczalne struktury geometrycznej powierzchni kształtowanej EDM w czasie drażenia trepanacyjnego dla różnych parametrów, przy zastosowaniu nowoczesnych metod badawczych,
3. Badania doświadczalne wykazały, że największy wpływ na efekty trepanacyjnego drażenia elektroerozyjnego mają parametry impulsu elektrycznego: amplituda natężenia prądu, czas impulsu i czas przerwy między impulsami.
4. Wskazanie, że modyfikacja parametrów i warunków obróbki EDM w czasie drażenia trepanacyjnego prowadzi do doboru najlepszego zestawu, prowadzącego do zwiększenia dokładności geometrycznej obrabianych otworów i zmniejszenie rozrzutów wymiarów.
5. Do osiągnięć zaliczam także, co warto podkreślić, wykorzystanie do badań prowadzonych przez Autora najnowszej aparatury i metod badawczych,

bogatego zestawu aparatury pomiarowej oraz ułatwiającej obserwację i zapis wyników badań.

6. Należy zwrócić uwagę na fakt, że praca wynikała z zapotrzebowania przemysłu zbrojeniowego gdzie wymagana jest duża dokładność geometryczna otworów.
7. W wyniku przeprowadzonych badań z zastosowaniem planowanych eksperymentów z ich analizą przy pomocy programu Statistica wyznaczono zalecane zestawy parametrów i warunków obróbki dla otrzymania podwyższonej jakości technologicznej obróbki.

Na podstawie przedstawionej analizy rozprawy doktorskiej i procedury rozwiązywania postawionych zadań badawczych, **metodologiczną i metodyczną koncepcję rozprawy doktorskiej oceniam w pełni pozytywnie**, albowiem zawiera ona analizę złożonego problemu, jakim jest proces elektroerozyjnego drążenia trepanacyjnego. Poprawne rozwiązanie tak postawionego zadania było możliwe dzięki dużej wnikliwości poznawczej i badawczej Doktoranta.

O właściwym przygotowaniu Autora rozprawy do prowadzenia prac badawczych świadczą: rzeczowa i merytoryczna analiza oraz synteza literatury, zastosowanie wiedzy logiczno-matematycznej z zakresu badanych procesów oraz planowania i opracowania wyników pomiarów, umiejętność korzystania z odpowiednich programów komputerowych do analizy i weryfikacji wyników.

Za oryginalny i ważny pod względem naukowym oraz użytecznym wkład Doktoranta w rozwiązanie postawionego problemu badawczego uznaję:

- usystematyzowanie wiedzy nt. zjawisk fizycznych, występujących w procesie elektroerozyjnego drążenia trepanacyjnego i ich wpływu na efekty jakościowe obróbki;
- opracowanie programu badań doświadczalnych z wykorzystaniem komputerowych metod obliczeniowych oraz bardzo obszerne i starannie przeprowadzone badania, w tym:
 - obszernego zestawu parametrów chropowatości powierzchni po kolejnych obróbkach elektroerozyjnego drążenia trepanacyjnego.
 - bardzo starannie opracowane wykresy 3D (42 szt.) badanych wielkości w funkcji parametrów obróbki.

Podsumowując stwierdzam, że zadania badawcze, które podjął Doktorant wzbogacają wiedzę z zakresu elektroerozyjnego drążenia trepanacyjnego, a uzyskane wyniki uzupełniają wiedzę nt. procesu i towarzyszących mu zjawisk fizycznych. Rozprawa doktorska została napisana starannie (w tekście dostrzegłem zaledwie 7 drobnych pomyłek literowych).

Uwagi ogólne

Na podstawie opiniowanej pracy, zawartej w przedstawionej do oceny Rozprawie, jak i osobistych obserwacji, szczególnie w czasie spotkań Szkoły Naukowej Obróbek Erozyjnych, mogę stwierdzić, że mgr inż. Dominik Dudek wykazał się, w czasie badań, bardzo dużym wkładem pracy, szczególnie w badaniach doświadczalnych. Wykazał się zdolnościami manualnymi, organizatorskimi i inwencją badawczą. Osiągnął i z powodzeniem zrealizował postawione sobie cele i zadania. Strona formalna pracy nie budzi zastrzeżeń.

Uwagi krytyczne

Stosowane przez Autora definicje, nazwy i określenia są generalnie poprawne a tytuł rozprawy odpowiada jej treści. Zdarzają się jednak potknięcia językowe i stylistyczne. Np. zamiast określenia „czas trwania obróbki”, wystarczyłoby stosować określenie „czas obróbki”. Autor używa określenia, „natężenie prądu” ale nie wyjaśnia czy jest to natężenie prądu: średnie, średnie w impulsie czy też amplituda natężenia prądu. Materiał ilustracyjny jest bardzo obszerny (109 rys.), dobrany starannie i charakteryzuje się dobrym poziomem graficznym.

Ponadto nasuwa się kilka uwag ogólnych, które być może, pomogą Autorowi ukierunkować dalsze badania własne:

1. Autor w kilku tabelach podaje (rozumiem, że otrzymane z programu Statistica 10) współczynniki korelacji poszczególnych parametrów w odniesieniu do wielkości wejściowych. Praktycznie zdecydowana większość nie przekracza (np. w Tab. 5.16) wartości 0,4 – czyli korelacja jest mała lub bardzo mała. Natomiast nie znajduję tu, szczególnie przy otrzymanych funkcjach

aproksymacji, wielu zależności statystycznych, do pobrania z programu Statistica 10:

- a. współczynnika korelacji R , odzwierciedlającego zmienność badanej cechy w otrzymanym równaniu aproksymacyjnym,
 - b. istotności otrzymanego współczynnika korelacji (jego adekwatność na poziomie istotności, np. $\alpha = 0,05$) przy sprawdzeniu testem Fishera - Snedecora (dla $F/F_{kr} > 1$ współczynnik R jest istotny).
 - c. Weryfikację istotności współczynników równania regresji testem t-Studenta i wnioskować o istotności, np. na poziomie $\alpha = 0,05$,
 - d. procentowej wartości reszty dla różnicy między wartością zaobserwowaną a wartością prognozowaną, która też dobrze opisuje istotność otrzymanych wyników.
2. Prędkość przepływu dielektryka w szczelinie międzyelektrodowej powinna być mierzona, lub liczona na podstawie innych pomiarów, aby zbadać jej wpływ na parametry wynikowe.
 3. W badaniach skutków wyładowań Autor skoncentrował się na badaniach stereometrii WW, pominął natomiast badania składu chemicznego czy struktury metalograficznej. Czy wyniki takich pomiarów nie byłyby pomocne w interpretacji zjawisk występujących w procesie EDM?
 4. W ostatnim rozdziale Autor przedstawił wnioski końcowe przede wszystkim o charakterze technologicznym. Pomimo jednak bardzo szerokiego zakresu pracy Autor nie wyjaśnił wielu zjawisk i nie zbadał wielu aspektów badanych procesów. Z tego względu powinien również przedstawić swoje (nieco szersze) sugestie odnośnie dalszych badań, np. mogłyby one dotyczyć modelowania matematycznego zjawisk występujących w badanych procesach.
 5. Jedną z podstawowych zalet rozprawy jest kompleksowość i szczegółowość prezentowanych wyników, ułatwia to ich praktyczne wykorzystanie. Jeżeli Autor zdecydował się na taką koncepcję prezentacji wyników, to brakuje podsumowania wyników badań w formie np. "przewodnika technologicznego", którego fragmentem mogłyby być zamieszczone w części „Wnioski o charakterze użytkowym i poznawczym”.

6. Zdziwił mnie fakt, że w SPISIE LITERATURY nie ma cytowanych pozycji z lat 2014 – 2016, z 2013 jest 3, z 2012 – 5 itd.

Powyższe uwagi nie obniżają znacząco dużej wartości merytorycznej rozprawy i jej pozytywnej oceny. Może pomogą one Autorowi we wszechstronnym wykorzystaniu wyników badań i określeniu kierunków dalszych prac własnych.

Podsumowanie:

Na podstawie przeprowadzonej starannej i szczegółowej analizy przedstawionej mi pracy doktorskiej **mgr inż. Dominika Dudka** pt.: **Badania wpływu warunków drażenia elektroerozyjnego trepanacyjnego na efekty obróbki**, stwierdzam, że praca spełnia wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym (*Dz. U. Nr 0365595 z 16.04.2003 r. Art.16, pkt. 2, ust. 1*) wraz z późniejszymi zmianami i Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (*Dz. U. Nr 196, Poz. 1165*) oraz wymaganiami zawartymi w §3 pkt. 4 ust.a oraz §4 pkt. 1-8 i **wnoszę o dopuszczenie Autora do publicznej obrony.**

