

Dr hab. inż. Tomasz Dyl, prof. AMG  
Akademia Morska w Gdyni  
Wydział Mechaniczny

Gdynia, 06.09.2016r.



## RECENZJA

### **Rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Bulzaka pt. „Wpływ parametrów technologicznych na przebieg procesu wyciskania wiertel krętych”**

Recenzję opracowano na podstawie pisma Pana Prof. dr hab. inż. Zbigniewa Pater, Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej z dnia 28 czerwca 2016 roku (znak: WM/332/2016)

#### **1. Charakterystyka rozprawy**

Rozprawa doktorska obejmuje streszczenia w języku polskim i w języku angielskim, wprowadzenie, pięć rozdziałów merytorycznych, podsumowanie i wnioski końcowe. Całość dysertacji zawarta jest na 163 stronach tekstu wraz z rysunkami, wzorami i tabelami, na zakończenie zamieszczono bibliografię, w której wykazano 196 materiałów źródłowych.

Układ pracy, pod względem struktury, podziału treści, kolejności rozdziałów uważam za prawidłowy. W pierwszej części pracy można wyróżnić rys historyczny konstrukcji wiertel oraz przegląd literatury w zakresie wytwarzania wiertel krętych. Dokonano szczegółowego przeglądu metod wytwarzania wiertel krętych poprzez obróbkę skrawaniem (frezowanie, szlifowanie) a w szczególności poprzez obróbkę plastyczną (walcowanie skośne, walcowanie kuźnicze, wyciskanie śrubowe, walcowanie poprzeczno - klinowe). Po przeprowadzeniu analizy problematyki dotyczącej wytwarzania wiertel krętych poprzez wyciskanie, określono, że wyciskanie w matrycach dzielonych może pozwolić kształtować wiertła przy mniejszych stopniach odkształcenia i może stać się nowym alternatywnym sposobem produkcji wiertel o

większych średnicach, takich jakie są uzyskiwane w przypadku frezowania. Przeprowadzono wstępne badania wyciskania wiertel krętych w matrycach dzielonych, na podstawie których wskazano konieczność opracowania zależności pomiędzy parametrami technologicznymi a wielkością kąta pochylenia rowków wiórowych wiertel wyciskanych.

Recenzowana rozprawa w drugiej części zawiera tezy, cel, zakres pracy, modelowanie numeryczne procesu wyciskania wiertel krętych w matrycach dzielonych, model numeryczny, metodykę realizacji obliczeń numerycznych, wyniki przeprowadzonych symulacji komputerowych, weryfikację analiz teoretycznych przeprowadzoną w warunkach laboratoryjnych, badania doświadczalne wykonano na specjalnie zbudowanym stanowisku badawczym w laboratorium Katedry Komputerowego Modelowania i Technologii Obróbki Plastycznej Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej. Dokonana analiza teoretyczno – eksperymentalna była podstawą do sformułowania wniosków końcowych.

Sposób ujęcia tematu w poszczególnych rozdziałach pracy można uznać za poprawny, powszechnie przyjmowany w redakcjach rozpraw naukowych.

W recenzowanej rozprawie doktorskiej dokonano analizy możliwości kształtowania wiertel krętych zmodyfikowanym sposobem wyciskania w matrycach dzielonych, który jest alternatywą dla metod wytwarzania poprzez obróbkę skrawaniem i dla tradycyjnego sposobu wyciskania. Poprzez zastosowanie matryc dzielonych przyspiesza się i upraszcza etap usuwania wiertła z wykroju matrycy po procesie wyciskania.

Przedstawione w rozprawie badania teoretyczno – eksperymentalne wykazały, że projektując narzędzia do wyciskania wiertel krętych wymagany jest odpowiedni dobór parametrów geometrycznych matryc, w których zarys występu kształtującego rowek wiórowy jest tożsamy z zarysem normalnym rowka wiórowego.

## **2. Ocena rozprawy doktorskiej**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest napisana na bardzo dobrym poziomie, ma strukturę typową dla prac teoretyczno – eksperymentalnych, zawiera w sobie analizę literaturową, tezy i cel, przedstawiony jest zakres pracy, metodyka badań oraz wyniki, a na zakończenie sformułowane są wnioski i stwierdzenia.

Na podstawie osiągnięć własnej jednostki naukowej i analizy dostępnej literatury Doktorant postawiła tezy pracy:

- proces wyciskania w matrycach dzielonych pozwala kształtować wiertła kręte o zakładanej geometrii,

- w oparciu o badania teoretyczno – eksperymentalne możliwe jest określenie wytycznych do projektowania procesu kształtowania wiertel krętych metodą wyciskania w matrycach dzielonych.

Celem pracy było: potwierdzenie możliwości kształtowania wiertel krętych o założonej geometrii stosując matryce dzielone; określenie wpływu parametrów technologicznych procesu wyciskania na wielkość kąta pochylenia rowków wiórowych wiertel krętych wyciskanych w matrycach dzielonych; ustalenie zależności pomiędzy parametrami geometrycznymi matrycy a wielkością kąta pochylenia rowków wiórowych wyciskanych wiertel; wyznaczenie wpływu parametrów technologicznych na przebieg procesu wyciskania wiertel krętych.

W sposób prawidłowy Doktorant zrealizował założone cele i udowodnił przyjęte tezy poprzez dokonanie badań własnych i przeprowadzenie analiz teoretycznych, których zakres obejmował:

- określenie warunków tarcia dla analizowanych warunków kształtowania plastycznego,
- przeprowadzenie symulacji numerycznych procesu wyciskania wiertel krętych,
- określenie zależności pomiędzy kątem pochylenia rowków wiórowych a parametrami procesu wyciskania,
- zaprojektowanie i wykonanie stanowiska badawczego do wyciskania wiertel krętych w matrycach dzielonych,
- weryfikację doświadczalną wyników analiz teoretycznych w oparciu o badania laboratoryjne.

Mocną stroną rozprawy doktorskiej jest część badawcza, ujawniająca umiejętności Doktoranta w zakresie modelowania numerycznego jak i eksperymentalnego.

Doktorant opracował nowe stanowisko badawcze do realizacji procesu wyciskania wiertel krętych, które składało się z przyrządu do wyciskania w matrycach dzielonych, prasy hydraulicznej PYE 160SS, pieca elektrycznego oporowego, układu pomiarowego siły nacisku i przemieszczenia stempla.

Recenzowana dysertacja jest prawidłowo zredagowana, posiada właściwą strukturę, jest spójna przedmiotowo.



Rozprawa jest napisana poprawnie ze względu na język techniczny z użyciem właściwej i precyzyjnej terminologii. Tytuł pracy doktorskiej jest sformułowany w sposób przemyślany i dokładnie odzwierciedla jej treść.

Rozprawa doktorska jest oryginalna, wnosi naukową, teoretyczną i technologiczną wartość dodaną do zagadnień związanych z dziedziną nauk technicznych i dyscypliną naukową **inżynieria produkcji**, zwłaszcza w specjalnych metodach wytwarzania narzędzi do obróbki skrawaniem, a dokładnie w zakresie kształtowania wiertel krętych zmodyfikowanym sposobem wyciskania w matrycach dzielonych.

### 3. Uwagi szczegółowe

Podczas szczegółowego zapoznawania się z recenzowaną rozprawą odnotowałem uwagi oraz zapytania o charakterze dyskusyjnym. W niczym nie umniejszają one wartości rozprawy, a pomogą Autorowi w późniejszym wykorzystaniu analizy wyników i zamieszeniu ich w przyszłych publikacjach, a mianowicie:

- występują w pracy te same oznaczenia literowe, które określają różne wielkości, przykładowo:
  - na stronie 6 w 6 wierszu od dołu jest napisane że, „ $r$  – promień”, a w wierszu 5 od dołu „ $r$ ,  $v$  – współrzędne biegunowe”, w wierszu 4 od dołu „ $v$  – prędkość”, na stronie 54 w opisie pod wzorem (3.10) jest „ $r$  – wewnętrzny promień profilu zakrzywionego”,
  - na stronie 7 w 2 wierszu od dołu jest „ $\tau$  – naprężenie styczne” natomiast na stronie 26 w wierszu 7 od góry „ $\tau$  – dodatkowy kąt skręcania”, może warto użyć w celu lepszej czytelności w pracy innych oznaczeń literowych lub dodać indeks, przykładowo zamiast „ $r$  – wewnętrzny promień profilu zakrzywionego” proponuję zmienić zapis na „ $r_{wp}$  – wewnętrzny promień profilu zakrzywionego”;
- w pracy wymiennie stosuje wyrazy *liczba* i *ilość*, przykładowo na stronie 20, 3 wiersz od góry, jest „*ilość uzyskanych patentów*” powinno być „*liczba uzyskanych patentów*”, podobnie na tej samej stronie w 13 wierszu od góry jest „*ilość frezów*” zamiast „*liczba frezów*”; zgodnie z definicją liczba oznacza „*stan liczebny*” albo pojęcie, którego treścią jest wynik liczenia wyrażony zwykle cyframi; liczba odnosi się do rzeczy „*policzalnych*”, przedmiotów (żywych czy martwych), które można

kolejno policzyć; natomiast ilość jest miarą tego, co może być mierzone lub ważone, odnosi się do rzeczy „niepoliczalnych”, np.: gazów, cieczy, ciał sypkich itp.;

- na stronie 28 w wierszu 2 od dołu napisane jest „*obróbce wykańczającej*” powinno być „*obróbce wykończeniowej*”, obecnie w terminologii dotyczącej inżynierii produkcji do obróbki prowadzonej na zakończenie procesu w celu uzyskania wymaganej struktury geometrycznej powierzchni stosuje się nazewnictwo obróbka wykończeniowa;
- na stronie 127 w 12 wierszu od dołu jest „Dla Przy czym wzrost długości paska kalibrującego ...” proponuję usunąć „Dla”;
- w pracy Doktorant powinien używać jednostek zgodnych z układem SI, przykładowo na stronie 138 w 4 wierszu od dołu dla zakresu pomiarowego przetwornika jest podana jednostka „bar”, powinno się podawać w „MPa”;
- na stronie 143 w podpisach pod rysunkami 7.13 i 7.14 Doktorant użył określenia „Odkuwki wiertel krętych...”, sądzę, że trafniej byłoby napisać „Półfabrykaty wiertel krętych...”.

W procesie wyciskania występują bardzo duże siły nacisku materiału na narzędzia, ważne jest aby zagwarantować wysoką wytrzymałość matrycom i stemplom. W recenzowanej rozprawie doktorskiej Autor określił, że istnieje możliwość wytwarzania wiertel krętych poprzez wyciskanie w matrycach dzielonych. Podczas procesu wyciskania wiertel krętych w matrycach dzielonych istnieje również niebezpieczeństwo otworzenia się matryc w wyniku działania dużych sił rozporowych. A zatem moje pytanie brzmi: w jaki sposób można przeciwdziałać w warunkach przemysłowych występowaniu tego niekorzystnego zjawiska?

Przedstawione uwagi szczegółowe nie wpływają na wartość merytoryczną rozprawy doktorskiej, którą oceniam wysoko.

#### **4. Wniosek końcowy**

Doktorant wykazał w całości rozprawy opanowany warsztat badawczy poprzez umiejętność budowy stanowiska eksperymentalnego, samodzielność prowadzenia analiz numerycznych i badań doświadczalnych oraz umiejętność wnioskowania merytorycznego na podstawie uzyskanych wyników analiz teoretycznych i badań eksperymentalnych.

Wnioski i podsumowanie rozprawy dobitnie świadczą o poznawczej wartości rozprawy oraz wskazują na możliwości użytecznego wykorzystania wyników rozprawy w procesie wytwarzania wiertel krętych.



Jako istotny dorobek Doktoranta należy uznać:

- określenie wpływu podstawowych parametrów technologicznych i geometrycznych na przebieg nowego procesu wyciskania wiertel krętych w matrycach dzielonych;
- określenie zależności opisujących wpływ geometrii matrycy na wartość kąta pochylenia rowków wiórowych wyciskanych wiertel krętych;
- wykonanie symulacji numerycznych w warunkach przestrzennego stanu odkształcenia i naprężenia;
- wnikliwą analizę wyników symulacji numerycznych wykorzystanych do uczenia sztucznych sieci neuronowych;
- określenie, przy zastosowaniu symulacji komputerowych, przebiegu sił występujących w procesie wyciskania wiertel krętych, w szczególności określenie wartości sił rozporowych, ponieważ ich pomiar w warunkach rzeczywistych jest uciążliwy.

Opiniując przedstawną dysertację pragnę podkreślić, że podjęty w pracy temat jest bardzo aktualny i ważny, ponieważ korzyści płynące ze stosowania obróbki plastycznej do produkcji wiertel krętych skłaniają przedsiębiorców do wytwarzania tych narzędzi coraz to bardziej efektywnymi i wydajnymi metodami, przykładowo poprzez wyciskanie. Pracę oceniam jako dobrą i wartościową. Przyjęte tezy zostały udowodnione, a cel badań został zrealizowany. Doktorant wykazał się umiejętnością formułowania i rozwiązywania problemów naukowych.

**Reasumując wyrażam opinię, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Tomasza Bulzaka pt. „Wpływ parametrów technologicznych na przebieg procesu wyciskania wiertel krętych” spełnia wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595) i na tej podstawie rekomenduję Radzie Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej przyjęcie rozprawy i wnioskuję o dopuszczenie Pana mgr inż. Tomasza Bulzaka do publicznej obrony.**

*Tomasz Dyj*