



Instytut Technologii Maszyn i Materiałów

Zakład Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji

prof. dr hab. inż. Kazimierz A. Orłowski

data 11.09.2024 r.

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdy Kubuśki-Orłowskiej pt. *„Wpływ wybranych warunków pracy na intensywność zużycia krawędzi tnących ogniw piły łańcuchowej żłobikowej”*.

Podstawa wykonania recenzji

Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dr. hab. inż. Tomasza Nurka, prof. SGGW z dnia 27.05.2024 r. (IIM.5100.1.2022, IIM-22/2024) o powierzeniu mi funkcji recenzenta w dniu 21. maja 2024 r. przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Treść i zawartość rozprawy

Opiniowana rozprawa liczy 115 stron części zasadniczej wraz z 7. stronami bibliografii, w której znajduje się 109 pozycji. Oprócz tego, w części zasadniczej jest 1 strona wykazu oznaczeń, a także 2 strony streszczeń w języku polskim i angielskim oraz 2 strony określeń i definicji użytych w rozprawie. W pracy zamieszczono również 61 rysunków i 7 tabel. Ponadto, w załączniku zamieszczono 1 tabelę.

Analizowana rozprawa doktorska mgr inż. Magdy Kubuśki-Orłowskiej pt. *„Wpływ wybranych warunków pracy na intensywność zużycia krawędzi tnących ogniw piły łańcuchowej żłobikowej”* wpisuje się swoim metatechnicznym założeniem oraz swoją treścią w nurt poczynań poznawczych i użytkarnych stanowiących istotę inżynierii mechanicznej. Tytuł pracy jest adekwatny do jej zawartości, a tematyka, którą zajęła się Autorka jest trafna i sensownie wybrana gdyż, uzyskane wyniki procesu przecinania piłą łańcuchową drewna sosnowego (*Pinus sylvestris* L.) pozwoliły między innymi na określenie wydajności powierzchniowej procesu przecinania, stopnia stępienia krawędzi skrawającej (w postaci promienia zaokrąglenia), a co zdaniem recenzenta najistotniejsze z poznawczego punktu widzenia, to zbadanie zachowania się ogniw skrawających piły podczas obróbki. Było to możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych technik wizyjnych w postaci kamery do zdjęć ultra szybkich, których częstotliwość dla prezentowanej kamery może dochodzić do $675 \cdot 10^3$ fps (klatek na s) dla pola klatki 64×16 pixeli (H×V).

W Wykazie ważniejszych oznaczeń stosowanych w pracy Autorka przytacza szereg wybranych symboli, które w obróbce skrawaniem od wielu lat są przypisane do innych pojęć, przykładowo:

- T – jest symbolem okresu trwałości narzędzia (co wprowadził ponad 100 lat temu W. Taylor (1907));
- dla czasu można przyjąć symbol t, który Autorka stosuje do podziałki łańcucha piły;
- P¹ (pitch) jest w narzędziach wielostrzowych symbolem podziałki między ostrzowej;
- α jest powszechnie stosowanym symbolem kąta przyłożenia ostrza skrawającego, który jest uzupełniany o indeks dolny w zależności od tego w jakiej płaszczyźnie odniesienia jest analizowany.

Wykaz oznaczeń znajdujący się w dysertacji powinien być poprawiony i uzupełniony o inne ważne symbole.

Na stronie 117 Autorka przytacza pojęcie jednostkowej wydajności skrawania, którą definiuje jako powierzchnię boczną rzazu moim zdaniem niepoprawnie. W obróbce skrawaniem rozróżniamy wydajność objętościową, powierzchniową i jednostkową (w sztukach).

Strukturę rozprawy stanowi siedem ponumerowanych rozdziałów, w tym wprowadzenie, przegląd literatury, w którym przedstawiono zastosowanie pił łańcuchowych, obróbkę drewna narzędziami skrawającymi, budowę piły łańcuchowej żłobikowej, modele skrawania drewna piłami łańcuchowymi, omówienie wybranych czynników na efekty skrawania, proces zużycia krawędzi skrawającej. Autorka przyjęła następującą hipotezę badawczą: „w warunkach umożliwiających większą swobodę odchylenia się ogniwa tnących zwiększa się intensywność zużycia krawędzi tnących piły.” Na tej podstawie sformułowała cel badawczy główny oraz trzy cele szczegółowe. Zakres pracy obejmował 10 etapów.

Podczas pisania pracy naukowej powinno się używać formy czasu przeszłego dokonanego i raczej bezosobowo.

W rozdziale *Hipoteza badawcza, cel i zakres pracy* Doktorantka stwierdza w drugim akapicie, że „nie jest mi wiadomo o podobnych badaniach, których wyniki byłyby ogólnie dostępne”. Jest to stwierdzenie, z którym nie mogę się zgodzić. W bazie *Scopus* po wpisaniu słów kluczowych *Chain and saw and wood* w odpowiedzi zwrotnej uzyskuje się 242 dokumenty, a po redukcji do słów kluczowych *Cutting edge radius and wood* otrzymuje się 8 pozycji. Z kolei w bazie *WoS* (Web of science) 267 dokumentów dla zestawu słów *Chain and saw and wood*. Ponadto, dla słów *Chain and saw and wood and pine* 32 sztuki dokumentów. Wśród prac, na które natknął

¹ Otto, A., and Parmigiani, J. (2015). "Velocity, depth-of-cut, and physical effects on saw chain cutting," *BioRes.* 10(4), 7273-7291

się recenzent znajduje się ciekawa praca magisterska Andrew W. Otto² (2017) z Oregon State University.

Szkoda, że Doktorantka nie podjęła próby stworzenia prostego modelu strukturalnego procesu przecinania piłą łańcuchową, w którym czynniki, które mają wpływ na jego przebieg dzielą się na wejściowe, funkcjonalne i wyjściowe (podobnie jak u Starkova³). Można było stworzyć dwa oddzielne modele jeden dla przecinania ręcznego, a drugi dla przecinania na harwesterze. Pozwoliłoby to zauważyć, że zastosowane stanowisko badawcze może w pewnym stopniu oddawać warunki pracy harwestera, a nie procesu przecinania ręcznego. Użycie automatycznego symulatora przecinania z mechanicznym układem ruchu posuwowego w wykonaniu jak w pracy nie daje możliwości spełnienia warunków dotyczących właściwości sprężysto-tłumiących oraz sterująco wykonawczych organizmu ludzkiego (pilarza). Z tego powodu prof. dr hab. inż. Jarosław Górski⁴ w pracy badawczej nt. badania drgań podczas przecinania drewna elektryczną pilarką łańcuchową zadawał posuw z wykorzystaniem operatora (pilarza) i podobnie dr hab. inż. Henryk Biegalski⁵ postąpił w kompleksowych badaniach przecinaków ściernicowych stosowanych do cięcia ręcznego.

Obróbka ubytkowa (obróbka skrawaniem) jest jedną z pięciu podstawowych grup ogółu technologii wytwórczych obejmujących procesy łączenia, rozdzielania oraz kształtowania ubytkowego (subtraktywnego), bezubytkowego (przetwórczego, transformatywnego) i przyrostowego (addytywnego). Przecinanie piłami łańcuchowymi wpisuje się więc w procesy rozdzielania materiałów i w związku z tym, należy tutaj również stosować pojęcia i definicje znane od lat w technologii maszyn (inżynierii mechanicznej). Nie zwalnia to Doktorantki nawet w przypadku przeglądu literatury z krytycznego podejścia do źródeł i modyfikacji oznaczeń do tych, które są aktualnie stosowane. Dotyczy to między innymi umieszczenia na schematach skrawania swobodnego, czy też ortogonalnego wektora prędkości skrawania v_c , a zamiast błędnie stosowanego pojęcia grubości wióra g powinno się używać pojęcie grubości warstwy h . W ocenianej pracy Autorka dla grubości wióra bierze na stronach 19, 21, 22 oznaczenie Δ_z , niestety to jest również grubość warstwy skrawanej. W procesie obróbki można sterować grubością warstwy skrawanej, a nie grubością wióra, która jest zależna od parametrów

² Andrew W. Otto (2017). "Experimental Characterization of Saw Chain Cutting Performance". Oregon State University, Master of Science thesis. pp. 69
(https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/pv63g266c)

³ Grzesik W. (2018). Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa (Wydanie 3, zmienione)

⁴ Górski J. (2001). „Proces ciecicia drewna elektryczną pilarką łańcuchową”. Rozprawy Naukowe i Monografie. Warszawa: Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.

⁵ Biegalski H. (2010). „Metoda prognozowania właściwości użytkowych i jakości ściernic do przecinania” Monografie Nr 103, Politechnika Gdańska.

obróbki, cech fizycznych materiału obrabianego, geometrii narzędzia, a także cech układu OUPN (obrabiarka – uchwyt – przedmiot – narzędzie).

W przedniej części ogniwa tnącego znajduje się ogranicznik grubości warstwy skrawanej, a nie grubości wióra (s. 29^{3, 4}). To błędne nazewnictwo najprawdopodobniej wynika ze zwyczajowej nazwy stosowanej w przemyśle, jednakże, nie zwalnia nas to z krzewienia i propagowania nazw właściwych, zgodnych z podstawami obróbki skrawaniem.

Pod pojęciem sposobu skrawania, ze względu na cechy kinematyczne obrabiarki, narzędzia i przedmiotu obrabianego rozumie się: toczenie, wiercenie, rozwiercanie, frezowanie, przeciąganie itd. (Grzesik 2018, czy też Olszak 2008), zaś metodami obróbki skrawaniem z punktu widzenia kinematyki obróbki są: metoda kształtowa, metoda punktowa i metoda obwiedniowa (Olszak 2008). Ta ostatnia pozycja znajduje się w bibliografii ocenianej dysertacji pod nazwiskiem Olczak (poz. 62!).

Siła skrawania w aktualnej światowej bibliografii ma symbol F_c , symbol P_c dotyczy mocy skrawania. Równanie [9] nie przedstawia oporu skrawania, lecz zależność na siłę skrawania i ma bardzo podobną postać do równania proponowanego przez Manżosa.

Na rys. 21 w dysertacji została przedstawiona geometria ogniwa żłobikowego. Szkoda, że Doktorantka nie skorzystała ze współczesnych podręczników z obróbki skrawaniem (Grzesik W., Jemielniak K. czy też książki angielskojęzycznej Astakhov V.P.⁶). Zdaniem recenzenta należało oznaczyć zgodnie z normą ISO krawędź skrawającą poziomą jako S (główna krawędź skrawająca), a pionową jako S' (pomocnicza krawędź skrawająca). Dla każdej z nich wrysować płaszczyzny odniesienia, aby następnie w wybranych punktach krawędzi skrawających określić podstawowe kąty ostrzy z odpowiednimi odnośnikami. To gwarantowałoby poprawnie określoną geometrię w układzie narzędzia.

Rozdział 2.6.7 *Prędkość liniowa piły łańcuchowej* niestety nie daje informacji o jej wartości, a jedynie informuje o zakresie prędkości obrotowych silników pilarek średnich!. Prędkość liniowa jest prędkością skrawania v_c .

Na stronie 52₉ podane stwierdzenie „*Ogniwa typu dłuto charakteryzują się mniejszą trwałością niż ogniwa typu dłuto*” jest niejasne.

Uwagi dotyczące rozdziału 4. **Materiały i metody**

W rozdziale powinny być podane wszelkie informacje, które pozwoliłyby na powtórzenie badań przez innego badacza. W testach z użyciem drewna należy zawsze umieszczać nazwę łącińską i w tym przypadku Doktorantka powinna zamieścić *Pinus sylvestris* L.. Chociaż jest to gatunek drewna bardzo popularny, to oprócz tego, niezbędne jest zamieszczenie informacji o pochodzeniu drewna, co wykazał w swoich pracach dr hab. inż. Daniel Chuchała⁷ prof. PG, że

⁶ Astakhov V.P. (2010). Geometry of Single-point Turning Tools and Drills. Fundamentals and Practical Applications. Springer Series in Advanced Manufacturing.

⁷ Chuchała, D., Orłowski, K. A., Sandak, A., Sandak, J., Pauliny, D., and Barański, J. (2014). "The effect of wood provenance and density on cutting forces while sawing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)," *BioRes.* 9(3), 5349-5361.

pochodzenie ma znaczący wpływ na efekty energetyczne podczas przecinania drewna piłami. Informacja o jednym dostawcy nie gwarantuje jednego miejsca pochodzenia surowca. W jaki sposób określano słoistość i gęstość drewna (s. 59)? Twardość drewna wyznaczano metodą Brinella, a dlaczego nie metodą Janki (Janka hardness)?

Uwagi do **4.3 Metodyka badań kamerą do zdjęć szybkich**

Podczas rejestracji zachowania się ostrzy podczas pracy stosowano prędkość zapisu 12 kHz, a jakie było pole obrazu rejestrowanego ($H \times V$)?

Pomiar siły posuwu rejestrowano za pomocą dynamometru Lutron FG firmy Lutron Electronics, którego rozdzielczość wynosi ± 1 N, a nie $\pm 0,2$ N, gdyż jest ona przypisana do LB (pound).

Mierzonym parametrem była odległość osi nitów od bieżni prowadnicy. Na s. 67₃ wartość 12000 s^{-1} nie jest czasem, a częstotliwością pomiarów, czas jest odwrotnością tej wartości, czyli $8,333 \text{ E-5 s}$ ($8,333 \cdot 10^{-5} \text{ s}$).

Z wartości współrzędnych Y Autorka wyznaczała kąt odchylenia ogniw, niefortunnie nazwany ponownie symbolem α , a korzystniej byłoby nazwać go kątem obrotu pionowego H (kąt obrotu w płaszczyźnie tylnej P_p), który mógłby posłużyć do oceny zmian geometrii ostrzy w układzie roboczym. Układ roboczy (ang. *Tool in use system*) służy do określania geometrii ostrza w czasie pracy. Szkoda, że nie podano zależności (jest na stronie 74) i nie spróbowano wyznaczyć w czasie jak zmienia się geometria ostrzy. Czy zaobserwowano przypadek z rys. 38 b?

Analizując wartości kąta odchylenia ogniw na rys. 45 oraz wartości zamieszczone w Tabeli 1 nasuwa się pytanie dlaczego wartościami minimalnymi są wartości 0° , jeśli na rys. 45 występują wartości ujemne dla każdego badanych przypadków(?).

Wykaz literatury zamieszczony w końcowej części pracy jest niewystarczający. Dlaczego Autorka nie zadała sobie trudu na rzetelną analizę literatury tematu? Przywoływanie referencji w tekście dysertacji ma sporo niedociągnięć. Prace poz. 8, 25, 35, 38, 41, 45, 50, 82 i 90 nie były zacytowane w tekście.

Zamieszczając adresy stron internetowych www powinna być podana pełna ścieżka dostępu, tak aby czytelnik mógł dotrzeć do żądanej informacji. Niezbędne też jest podawanie daty dostępu. Strona www.oregonchain.eu nie istnieje!

Szereg publikacji, które są pisane cyrylicą powinny być poddane transliteracji zgodnie z normą PN-ISO 9:2000 (Informacja i dokumentacja. Transliteracja znaków cyrylickich na znaki łacińskie — Języki słowiańskie i niesłowiańskie) która zastąpiła dotychczasową polską normę transliteracji: PN-83/N-01201. Norma ISO 9 jest stosowana przede wszystkim przy sporządzaniu opisów bibliograficznych i katalogowych.

Zamieszczone w rozdziale **7. Wnioski** (strony 114 – 115) zamiast przytaczania ich ponownie w postaci cząstkowych spostrzeżeń, mogłyby być podane w sposób skondensowany do zakładanych celów naukowych (wnioski poznawcze) i utylitarnych, a także z podaniem kierunków do dalszych badań.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że praca doktorska przygotowana przez Panią mgr inż. Magdę Kubuśko-Orłowską pt. „*Wpływ wybranych warunków pracy na intensywność zużycia krawędzi tnących ogniw piły łańcuchowej żłobikowej*” pomimo, że mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna to nie spełnia ona kryteriów określonych w przepisach zawartych w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478). **Krytyczne uwagi merytoryczne** zawarte w niniejszej recenzji **uniemożliwiają niestety recenzentowi o wnioskowanie do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego o dopuszczenie jej do publicznej obrony**. Niemniej jednak, jeśli istnieje taka możliwość to recenzent wyraża zgodę na uzupełnienie i poprawę ocenianej rozprawy doktorskiej.

Krzysztof Orłowski