Dr inż. Krzysztof Ligier
Uniwersytet Warmińsko- Mazurski
Wydział Nauk Technicznych
Katedra Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn

Olsztyn, 06.04.2021r.

OPINIA PROMOTORA POMOCNICZEGO
o pracy doktorskiej mgr inż. Magdaleny LEMECHY
pt. WPŁYW WŁAŚCIWOŚCI NAPAWANYCH WARSTW WIERZCHNICH NA ZUŻYCIE W GLEBOWEJ MASIE ŚCIERNEJ

1. INFORMACJE OGÓLNE

Modyfikowanie warstwy wierzchniej poprzez nałożenie materiału dodatkowego metodami napawania ma duże znaczenie w eksploatacji maszyn. Tego typu zabiegi prowadzone są w stosunku do elementów roboczych maszyn obrabiających glebę nie tylko w celu ich regeneracji, ale również jako część procesu produkcyjnego nowych elementów roboczych. Materiały do napawania zawierają w swoim składzie szereg pierwiastków (takich jak np. chrom, wolfram, wanad, niob), które sprzyjają tworzeniu się w warstwie napawanej twardych faz węglikowych korzystnie wpływających na odporność na zużycie ścierne. Szeroki wybór materiałów do napawania o zróżnicowanym składzie chemicznym sprawia, że na elementach roboczych możliwe jest uzyskiwanie warstw wierzchnich zróżnicowanych pod względem właściwości tribologicznych. Zróżnicowanie tych właściwości wynika z uzyskiwanego w procesie napawania składu fazowego i twardości poszczególnych faz. O właściwościach mikrostruktury materiału decyduje nie tylko udział objętościowy wydzieleń węglików, ale także ich wymiary, sposób rozmieszczenia i kształt. Dotychczas jednak nie opracowano zależności opisującej w jaki sposób na właściwości tribologiczne warstwy wierzchniej wpływa uzyskiwana struktura w aspekcie rozłożenia i cech geometrycznych wydzieleń węglików.

W eksploatacji maszyn roboczych obrabiających glebową masę ścierną istotne jest zapewnienie wysokiej trwałości elementów roboczych, co wpływa na koszty i efektywność eksploatacji tych maszyn. Właściwy dobór materiałów na elementy robocze jest uwarunkowany znajomością zależności właściwości tribologicznych warstwy wierzchniej materiału od jej mikroskturktury. Tematyka rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Magdaleny LEMECHY jest związana z tym zagadnieniem. Biorąc pod uwagę przedstawione informacje uważam, że temat pracy został dobrany właściwie.

2. CHARAKTERYSTYKA PRACY

Praca Pani mgr inż. Magdaleny LEMECHY jest poświęcona ocenie wpływu właściwości geometrycznych wydzieleń węglikowych w napawanych warstwach wierzchnich na zużycie w glebowej masie ściernej.

Praca została przedstawiona na 173 stronach. Całość pracy obejmuje wprowadzenie, sześć rozdziałów zagadnień merytorycznych oraz podsumowanie i wnioski końcowe. Do rozwiązania przedstawionych w pracy problemów bibliografia została dobrana właściwie i syntetycznie. Zawiera ona 247 pozycji Autorów krajowych i zagranicznych, w tym 9 doktorantki jako współautora.

Praca jest napisana ścisłym, poprawnym i technicznym językiem. Struktura pracy właściwa, szata graficzna staranna. Terminologia zawarta w pracy nie budzi zastrzeżeń.

3. ANALIZA I OCENA MERYTORYCZNA PRACY

W pierwszym rozdziale pracy Autorka w sposób przejrzysty i w pełni wystarczający przedstawiła problemy związane ze zużyciem tribologicznym ze szczególnym uwzględnieniem zużycia ściernego. Ważniejsze rozpatrzone zagadnienia to: analiza gleby jako elementu systemu tribologicznego gleba-narzędzie, analiza wpływu właściwości elementów roboczych na ich zużywanie w glebie, przegląd materiałów odpornych na zużycie ścierne (w tym napawanych warstw wielofazowych) stosowanych na elementy robocze maszyn, a także analiza modeli prognozowania zużycia w masie glebowej oraz metody komputerowej analizy obrazu stosowane w badaniach tri~~e~~bologicznych.

Rozdział drugi pracy syntetycznie i racjonalnie uzasadnia potrzebę rozwiązania sformułowanego problemu naukowego. Cel i zakres pracy zostały sformułowane jasno, przejrzyście i jednoznacznie.

W trzecim rozdziale pracy Autorka wyczerpująco charakteryzuje wytypowane do badań materiały pod względem ich składu chemicznego, mikrotwardości oraz mikrostruktury. Dokładnie przedstawia również sposób wytworzenia wielofazowych warstw napawanych będących obiektem badań oraz kształt i sposób wykonania próbek.

Rozdział czwarty poświęcono metodyce badań. Szczegółowo opisano metodykę badania warstwy wierzchniej pod kątem oceny budowy mikrostruktury badanych materiałów i jej cech geometrycznych. Wyczerpująco opisano metodykę prowadzenia eksperymentu tribologicznego oraz zastosowane metody opracowania wyników. Scharakteryzowano również wykorzystywaną aparaturę badawczą. Na podkreślić, że do analizy kształtu

wydzieleń węglikowych metodą analizy obrazu, Doktorantka posłużyła się samodzielnie opracowaną procedurą sporządzoną w środowisku Matlab2020a (MathWorks,USA).

W rozdziale piątym przedstawione zostały wyniki badań i ich dyskusja. Doktorantka wyczerpująco przedstawia wyniki analizy chemicznej, mikrotwardości oraz cech geometrycznych składników fazowych mikrostruktury badanych warstw wierzchnich. W rozdziale tym przedstawiono również wyniki uzyskane z eksperymentu tribologicznego. Dyskusja i analiza wyników dotyczy oceny wpływu geometrii wydzieleń węglików na zużycie ścierne, intensywności zużywania badanych warstw napawanych w glebowej masie ściernej oraz oceny powierzchni zużywanej i identyfikacji procesów zużywania. Analiza wyników jest wyczerpująca i bogato zilustrowana mikrofotografiami i wykresami.

Kolejny (szósty) rozdział poświęcono modelowi procesu zużywania. Zaproponowany został model eksperymentalny opisujący wpływ cech geometrycznych wydzieleń węglików na zużycie w masie glebowej. W modelu wykorzystano sześć spośród dwudziestu siedmiu rozpatrywanych w pracy współczynników opisujących kształt wydzieleń. Wyboru dokonano na podstawie przyjętych kryteriów do których zaliczono m.in. siłę wpływu na zużycie masowe, wysoki udział wariancji wyjaśnionej oraz wyniki mikroskopowej analizy powierzchni badanych materiałów po zużyciu. Jakość modelu oceniono za pomocą współczynnika korelacji pomiędzy danymi z eksperymentu i danymi z modelu.

Pracę zamykają podsumowanie i wnioski. Autorka przejrzyście i syntetycznie przedstawiła zasadnicze zagadnienia pracy. Właściwie i precyzyjnie sformułowała wnioski oraz wyszczególniła najbardziej istotne elementy pracy. Wskazała także dalsze kierunki działań w planowanych badaniach dotyczących zużycia w glebowej masie ściernej.

4. POSUMOWANIE

Reasumując rozpatrzone zagadnienia zrealizowanej pracy doktorskiej uważam, że:

1) w aspekcie poznawczym uzyskano rozszerzenie zakresu wiedzy dotyczącej wpływu cech geometrycznych wydzieleń węglików na zużycie ścierne warstw napawanych;
2) w aspekcie poznawczym i utylitarnym opracowano metodę oceny cech geometrycznych wydzieleń fazowych w mikrostrukturze warstwy wierzchniej za pomocą analizy obrazu;
3) praca jest koherentna w zakresie tematu, celu, programu, treści, podsumowania i wniosków końcowych;

4) mgr inż. Magdalena LEMECHA uzyskała prawidłową odpowiedź na sformułowany problem naukowy i osiągnęła zamierzony cel pracy, przy pomocy prawidłowego aparatu metodologicznego, eksperymentalnego i matematycznego;
5) praca całkowicie spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawartym w obowiązujących przepisach.