

dr hab. inż. Dariusz Moszyński, prof. ZUT
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie
ul. Pułaskiego 10
70-322 Szczecin

Szczecin, 28 maja 2026 r.

Recenzja

pracy doktorskiej mgra inż. Wiktora Stanka

pt. „Ocena właściwości tribologicznych i możliwości zastosowania nanocząstek metalicznych i tlenkowych w innowacyjnych produktach chłodząco-smarujących, wykorzystywanych w procesie obróbki metali”

Recenzowana praca doktorska Pana mgra inż. Wiktora Stanka została wykonana w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Łódzkiego. Pracę wykonano pod kierunkiem dr. hab. inż. Michała Cichomskiego, prof. UŁ. Opiekunem pomocniczym był dr inż. Tadeusz Hładki z FUCHS OIL Corporation (PL) Sp. z o. o. Pracę wykonano w ramach V edycji programu Ministra Edukacji i Nauki „Doktorat wdrożeniowy 2021”. Zakres badań zawarty w rozprawie mieści się w ważnym obszarze poszukiwań nowych cieczy obróbkowych wykorzystywanych w procesach obróbki skrawaniem. Ciecze chłodząco-smarujące będące przedmiotem recenzowanej pracy pełnią ważne funkcje w tych procesach. Do najważniejszych należą: odprowadzanie ciepła ze strefy skrawania oraz smarowanie współpracujących ze sobą powierzchni. Wzrastające wymagania technologiczne, środowiskowe oraz ekonomiczne wymuszają ciągłe polepszanie właściwości tych produktów.

Praca doktorska mgra inż. Wiktora Stanka obejmująca badania dotyczące wytworzenia nowych cieczy chłodząco-smarujących z dodatkowym komponentem nanomateriałowym jest aktualna i wpisuje się w nurt wyzwań stojących przed chemikami. Należy podkreślić, że autor przygotowując doktorat wdrożeniowy korzystał ze wsparcia i doświadczenia przedsiębiorstwa FUCHS OIL CORPORATION (PL) Sp. z o. o. z Gliwic, na co dzień będącego wytwórcą podobnych produktów w skali przemysłowej.

Celem pracy było „wytworzenie układu płyn obróbkowy – nanocząstki o ulepszonych właściwościach tribologicznych, który spowoduje zmniejszenie tarcia i zużycia, a zarazem pozwoli na uzyskanie wyższych prędkości skrawania, a także przyczyni się do przedłużenia żywotności narzędzi skrawających”. Autor założył, że cel

ten może zostać osiągnięty „poprzez włączenie nanocząstek oraz wzmocnienie ich działania za pomocą odpowiednio dobranej cieczy chłodząco-smarującej”.

Przedstawiona do oceny praca została napisana na 241 stronach formatu A4, włącznie ze wszystkimi załącznikami. Jej zawartość została podzielona na 13 rozdziałów, zebranych w trzech głównych częściach: Analiza stanu wiedzy, Część doświadczalna i Wyniki badań. Ponadto w skład pracy wchodzi części zatytułowane: Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów, Wprowadzenie, Podsumowanie i wnioski, Literatura, Streszczenie, Abstract, Dorobek naukowy oraz Załączniki.

W analizie stanu wiedzy autor przedstawia najważniejsze zagadnienia dotyczące tribologii, roli i właściwości cieczy chłodząco-smarujących wykorzystywanych w obróbce skrawaniem oraz krótki przegląd podstawowych informacji dotyczących nanotechnologii. Niezbędną częścią analizy stanu wiedzy przedstawionego przez doktoranta jest spis literatury zawierający 173 pozycje, co wskazuje na szeroko zakrojoną kwerendę zasobów literatury przedmiotu wykonaną przez autora. Za jedyny niedostatek tej części pracy można uznać brak informacji nakierowujących czytelnika na zagadnienie doboru materiałów nanometrycznych wykorzystanych przez doktoranta w części eksperymentalnej pracy. Co prawda znajdujemy rozdział zatytułowany „Nanomateriały w produktach smarnych”. Jest on jednak ograniczony. Brak w nim przeglądu innych, podobnych prac w dziedzinie przygotowywania cieczy chłodząco-smarujących z komponentem nanocząsteczkowym.

W części doświadczalnej zawarto jasno sformułowany cel pracy, a także rozbudowany schemat realizacji planu pracy. W tej części znalazły się także informacje dotyczące właściwości fizykochemicznych wybranych przez doktoranta nanomateriałów. Większość z tych informacji to dane tabelaryczno-literaturowe, które mogłyby zostać zawarte w przeglądzie stanu literatury. Jak wspominałem już w poprzednim akapicie nie są podane przesłanki takiego wyboru substancji, jaki autor pracy dokonał. W rozdziale tym podano także charakterystyki cieczy chłodząco-smarujących będących bazą dla produktów doktoranta oraz techniki ich przygotowywania. Ponadto opisane zostały najważniejsze metody badawcze oraz sposoby doboru aparatów wykorzystanych w trakcie realizacji pracy.

Najobszerniejszą część pracy stanowią wyniki badań. W rozdziale 8. została przedstawiona charakterystyka zastosowanych nanomateriałów, w rozdziale 9. informacje o badaniach nanopłynów, a w rozdziałach od 10. do 13. zawarto opis badań tribologicznych. W części tej bardzo obszernie przedstawione są wyniki eksperymentalne. Znaleźć tam można 52, często wielopanelowe rysunki oraz 19 tabel. Wyniki są szczegółowo przeanalizowane, a wyciągnięte na ich podstawie wnioski uzasadnione merytorycznie, często w odniesieniu do istniejącej literatury przedmiotu.

Po tej części następuje krótki rozdział „Podsumowanie i wnioski końcowe”. Przedstawione w rozprawie wnioski końcowe wskazują na pomyślne zrealizowanie

założonych celów pracy. Szczególnie ważna jest informacja o wdrożeniu wyników pracy do praktyki przemysłowej. Praca zawiera elementy nowości naukowej, jest dobrze napisana, rysunki i tabele są czytelne i komunikatywne. Z jej lektury wynika, że doktorant potrafi zaplanować i przeprowadzić określone badania naukowe i dobrze radzi sobie z nowoczesnymi technikami badawczymi.

Zasadniczo jedyny ogólny zarzut, który potrafię sformułować w stosunku do pracy mgr inż. Wiktora Stanka jest apologią jego umiejętności eksperymentatorskich i zdolności analizy danych naukowych. Autor przedstawił pracę wskazującą na wykonanie wielkiej pracy badawczej i koncepcyjnej. Moim zdaniem jest ona jednak zbyt obszerna. Wiele z przedstawionych wyników potwierdza już udowodnione tezy lub wnosi niewiele do prowadzonego dowodu, choć nadal są to ciekawe wyniki badawcze. Rozdziały te mogłyby zostać usunięte lub chociaż skrócone. Czasem mniej znaczy więcej.

Praca została przygotowana bardzo starannie od strony językowej i typograficznej. Można w niej znaleźć zaledwie kilka niewielkich usterek, głównie edycyjnych, których nie uważam za konieczne tutaj przywoływać.

Mimo bardzo pozytywnego wrażenia wyniesionego z analizy pracy doktoranta znalazłem w niej kilka miejsc, o których wyjaśnienie proszę autora.

1. Charakterystyka nanomateriałów w rozdziale 8. zawiera tabele od 9. do 14., w których podano m.in. wartości średnich rozmiarów krystalitów nanomateriałów. W rozdziale 7.1 podano, że obliczono je na podstawie wzoru Scherrera, w bardzo uproszczonej formie. Zwykle do obliczeń wykorzystuje się poszerzenie refleksu dyfrakcyjnego uwzględniające tzw. poprawkę aparaturową, a nie bezwzględną jego szerokość połówkową. Czy próbowano skorzystać z tej bardziej zaawansowanej opcji?
2. Wydaje mi się, że doktorant wyciągając wnioski dotyczące średniej wielkości krystalitów określonych metodą dyfrakcyjną traktuje zestaw wartości otrzymanych na podstawie analizy matematycznej poszczególnych refleksów jako zestaw danych wskazujących na występowanie zbioru krystalitów z zakresu wartości obliczonych metodą Scherrera. Takie podejście jest błędne. Obliczone wartości można by wykorzystać poddając je dalszej analizie np. metodą Williamsona-Hall lub metodą Rietvelda. Na tej podstawie dałoby się określić wartości średniej wielkości krystalitów, które potem można porównywać z analizą mikroskopową.
3. Na rysunkach przedstawiających wyniki pomiarów zmian gęstości nanopłynów rozdzielczość prezentacji jej wartości wynosi $0,0001 \text{ g/cm}^3$. Czy taka dokładność prezentacji wyników została potwierdzona analizą klasy dokładności wykorzystywanego aparatu?
4. Przez cały rozdział dotyczący wyników badań, a także we wnioskach końcowych przewija się obserwacja, że stężenie 0,05% (chyba wagowo, bo

doktorant nie podaje tej informacji w jednoznaczny sposób) nanododatku jest wartością krytyczną, rodzajem atraktora przyciągającego optymalne wartości analizowanych wielkości fizykochemicznych. Biorąc pod uwagę, że nanomateriały różniły się znacznie gęstością, średnią wielkością cząstek oraz składem chemicznym, tak zbieżny wpływ masy dodatku wzbudza zainteresowanie. Czy autor zastanawiał się dlaczego właśnie to stężenie ma taki krytyczny wpływ na zachowanie się analizowanych układów.

5. W niektórych miejscach pracy autor stosuje zapis wyników otrzymanych na drodze analizy statystycznej w formie np. $\sim 62 \pm 11$ nm, sugerującą przybliżoną wartość. Przedstawienie wyników pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności pomiarowych jest bardzo precyzyjnym określeniem i nie należy tam stosować znaku przybliżenia.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Wiktora Stanka pt. „Ocena właściwości tribologicznych i możliwości zastosowania nanocząstek metalicznych i tlenkowych w innowacyjnych produktach chłodząco-smarujących, wykorzystywanych w procesie obróbki metali” spełnia wymogi określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity: Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.). Wnioskuje o dopuszczenie Pana mgr inż. Wiktora Stanka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dariusz
Moszyński;
Profesor ZUT -
KIEROWNIK
PROJEKTU

Elektronicznie
podpisany przez
Dariusz Moszyński;
Profesor ZUT -
KIEROWNIK PROJEKTU
Data: 2026.05.28
12:22:15 +02'00'