

Recenzja
pracy doktorskiej Pana mgra Wiktora Stanka
pt.

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

Podstawa prawna wykonania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma Przewodniczącego Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne prof. dra hab. Rafała Głowackiego z dnia 25.03.2026.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgra Wiktora Stanka pt. „*Ocena właściwości tribologicznych i możliwości zastosowania nanocząstek metalicznych i tlenkowych w innowacyjnych produktach chłodząco-smarujących, wykorzystywanych w procesie obróbki metali*” została wykonana w formule doktoratu wdrożeniowego na Wydziale Chemii Uniwersytetu Łódzkiego oraz z firmie FUCHS OIL Corporation (PL) sp. z o.o. Promotorem był Pan dr hab. Michał Cichomski, prof. UŁ, natomiast funkcję opiekuna pomocniczego pełnił Pan dr inż. Tadeusz Hładki.

Oceniana praca została napisana w klasycznym układzie zawierającym część literaturową, cel pracy, część doświadczalną, wyniki badań wraz z ich omówieniem oraz podsumowanie i wnioski końcowe. Zagadnienia podjęte przed Doktorantą w niniejszej rozprawie wynikają wprost z zapotrzebowania klientów firmy FUCHS OIL Corporation na środki chłodząco-smarujące o polepszonych właściwościach użytkowych i wydłużonej trwałości. Zaproponował On dodanie nanocząstek (Ag, Bi₂O₃, Bi₂S₃, CuO, TiO₂, WS₂) do cieczy chłodząco-smarujących na bazie oleju mineralnego, półsyntetycznego, syntetycznego, emulgującego lub nieemulgującego z wodą. Praca jest typową pracą doświadczalną, którą można zaklasyfikować jako interdyscyplinarną, łączącą nauki chemiczne (analiza, badania stabilności), inżynierię mechaniczną (badania użytkowe) i inżynierię materiałową (analizy stanu powierzchni).

Przedmiotem badań Doktoranta jest określenie możliwości zastosowania nanocząstek w celu poprawy właściwości użytkowych cieczy chłodząco-smarujących. O ile na rynku dostępnych jest wiele rodzajów takich cieczy, przeznaczonych do różnych zastosowań, to praktycznie nie ma ich z nanocząstkami. Ciecze chłodząco-smarujące, w najprostszym ujęciu, produkowane są na bazie wody i oleju, jednakże kluczowe są dodatki, np. antykorozyjne, przeciwpieniące, inne. Ich zastosowanie jest kluczowe w procesach obróbki skrawaniem metali, ponieważ ułatwiają odprowadzanie ciepła, a także zmniejszają tarcie i przyczyniają się do wydłużenia żywotności narzędzi. Istotnym zagadnieniem jest też trwałość samej cieczy.

Politechnika Śląska
Wydział Chemiczny
Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii

ul. B. Krzywoustego 6, 44-100 Gliwice
+48 32 237 13 83
RCH1@polsl.pl

NIP 631 020 07 36
ING Bank Śląski S.A. o/Gliwice 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056

I tak właściwości układów można poprawić poprzez dodatek do cieczy nanocząstek o określonych parametrach, np. Ag, CuO - mogą poprawić odprowadzenia ciepła, natomiast WS₂ zmniejszyć tarcie. Problemem jest dobranie odpowiedniej ilości nanocząstek oraz utrzymanie ich stabilnej zawiesiny w cieczy, w szczególności w trakcie użytkowania.

Jak wspomniałem wcześniej praca została napisana w układzie klasycznym. Doktorant rozpoczyna ją od części literaturowej, w której wprowadza czytelnika w zagadnienia związane z tribologią. Definiuje tu podstawowe zagadnienia związane z obróbką metali, a przede wszystkim procesem skrawania. Następnie opisuje ciecze chłodząco-smarujące i ich rolę podczas skrawania. Podaje wymagania jakie powinny spełniać i je klasyfikuje. Szczegółowo przedstawia rodzaje cieczy oraz wskazuje jak je dobierać. W kolejnym kroku przybliża nanotechnologię, struktury i właściwości nanomateriałów, a także ich zastosowanie w środkach smarnych. Zwieńczeniem części literaturowej powinna być luka badawcza, której tutaj zabrakło. Następnie doktorant formułuje cel pracy, którym 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*. Teza z kolei brzmi: *istnieje możliwość zmniejszenia zużycia w systemie tribomechanicznym, poprzez włączenie nanocząstek oraz wzmocnienie ich działania za pomocą odpowiednio dobranej cieczy chłodząco-smarującej*. Tutaj zastanowiłbym się, czy jednak nie powinno dobierać się nanocząstek do cieczy, a nie odwrotnie.

Część doświadczalna rozpoczyna się od opisu sposobu realizacji pracy i wytłumaczenia kolejnych kroków. Następnie Doktorant szczegółowo opisuje stosowane w pracy materiały, skupiając się na ich właściwościach. Podaje także formułacje stosowanych w badaniach cieczy oraz metody ich preparatyki. W kolejnych krokach przybliża stosowane metody badawcze, zarówno fizykochemiczne, jak i mechaniczne. Oprócz samego wykazu metod badawczych Pan W. Stanek podaje podstawy każdej z nich. Należy przyznać, że plan badań został skonstruowany bardzo logicznie, a metody badań dobrane trafnie. Na początku charakteryzowane są nanocząstki, następnie ciecze chłodząco-smarujące i w końcu oceniane ich właściwości użytkowe, w tym w warunkach rzeczywistych. W dalszej części pracy zostały zaprezentowane uzyskane wyniki badań i ich szczegółowa dyskusja, w szczególności pod kątem postawionego celu pracy. Doktorant sukcesywnie dobierał najkorzystniejszy układ, który w końcu przetestował podczas toczenia wzdłużnego. Dzięki szeregowi przeprowadzonych badań wypracowane rozwiązanie zaimplementowano w firmie Plast-Met Automotive Systems w Olkuszu,

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest bardzo ciekawym opracowaniem naukowym, które jest nastawione na opracowanie nowego produktu, jakim jest ciecz chłodząco-smarująca z dodatkiem nanocząstek. W pracy widoczna jest synergia pomiędzy uczelnią i partnerem przemysłowym, co jest ideą doktoratów wdrożeniowych. Doktorant jest specjalistą w zakresie tworzenia i implementowania cieczy chłodząco-smarujących. Ponadto opanował szereg technik badawczych i analitycznych, począwszy od samej syntezy cieczy, aż po badania tribologiczne. Realizacja założonego i do tego obszernego programu

badań z pewnością wymagała dużego zaangażowania i wkładu pracy Doktoranta. Rozprawa została napisana w przystępny sposób, a jej szata edytorska jest przejrzysta. Owszem, zdarzyło się kilka potknięć, ale to raczej wynika z ogromu materiału doświadczalnego. Potknięcia te powinny być przez Doktoranta wyjaśnione. Tak więc:

1. Str. 16 – proszę wyjaśnić mechanizm zużycia wodorowego,
2. Str. 31 i 32 – rozdział 2.6 traktuje o cieczach na bazie oleju syntetycznego, natomiast w treści pojawia się informacja, że nie zawierają oleju. Z kolei na rys 16 w legendzie znajduje się znacznik oleju mineralnego, podczas gdy w schemacie mikroemulsji go nie ma. Proszę o wyjaśnienie,
3. Jaki jest cel stosowania nanosrebra, które jest drogie?
4. Str 59 i dalej – czy opis przygotowania nanopłynów dotyczy każdego rodzaju nanocząstek, czy wybranych? Jak określano jednorodność rozkładu nanocząstek?
5. Str. 62 – w pracy podano, iż dodawano 5% objętościowych nanocząstek. W jakiej formie były nanoczątki? Czy nie lepiej było stosować udział masowy? Zawartość nanocząstek będzie zależała od ich upakowania w danej objętości,
6. W części doświadczalnej pojawia się dużo szczegółów, nie zawsze potrzebnych. Zupełnie niepotrzebne są zdjęcia aparatów,
7. Str. 85. – czy nanocząstki srebra będą dostawały się do organizmu podczas obróbki skrawaniem?
8. Str. 86. – słowo „rząd” zostało tutaj źle użyte. Doktorant podaje rozmiar nanocząstek, niezależnie od ich rodzaju, jako zakres (w przypadku Ag od 41 do 43 nm), podczas, gdy na histogramach rozkładu rozmiaru nanoczątek pojawiają się wartości od 10 do 80 nm, przy czym frakcji 40 nm jest najwięcej. Skąd zatem takie rozbieżności?
9. Str. 88. – jakie jest źródło grup -OH na powierzchni nanomateriałów?
10. Str. 99 – czy pierwiastkowa siarka faktycznie znajduje się w WS₂?
11. Str. 101 – czy % dotyczy stężenia masowego?
12. Str. 137 – stwierdzenie, że siarka działa synergicznie na właściwości smarne bizmuty jest chyba trochę na wyrost,
13. Str. 139 – na widmach EDX zarejestrowanych dla obrabianych powierzchni widoczne są pozostałości po nanocząstkach. Stężenie są niewielkie, jednakże należy zastanowić się, czy aby nie wytworzą się pary galwaniczne,
14. Str. 140 – czy adsorpcja fizyczna świadczy o dużej reaktywności chemicznej?

Drobnych błędów nie wykazuję, gdyż nie mają one najmniejszego wpływu na jakość pracy.

Wnioski końcowe

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska leży w obszarze badań eksperymentalnych. Zawiera ona w swojej treści elementy nowości naukowej i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu technicznego. Doktorant wykazał się znajomością licznych technik badawczych, a co najważniejsze umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy badawczej i interpretacji wyników. Moja ocena pracy jest

jednoznacznie pozytywna, a przedstawione uwagi są natury dyskusyjnej. W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra Wiktora Stanka spełnia wymogi pracy doktorskiej, o których mowa w stosownej ustawie. Wnoszę zatem do Komisji UŁ ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne o nadanie stopnia naukowego doktora Panu Wiktorowi Stankowi.

Wojciech Simka