dr inż. Krzysztof Karczewski
Wydział Nowych Technologii i Chemii
Wojskowa Akademia Techniczna
promotor pomocniczy w przewodzie doktorskim

Warszawa, dn. 26.04.2023r.

OPINIA

**pracy doktorskiej mgr inż. Tomasza Chrostka
pt. „Właściwości termofizyczne wielofazowej struktury
powłok FeAl (DGS) z udziałem ceramiki tlenkowej
i jej wpływ na zużywanie ścierne w warunkach
tarcia suchego"**

Stopy na osnowie uporządkowanych faz międzymetalicznych z układu Fe – Al należą do grupy materiałów konstrukcyjnych o unikatowych właściwościach i szerokim wachlarzu potencjalnych zastosowań. Jednakże komercjalizacja tych stopów wymaga rozwiązania kilku podstawowych problemów, które rzutują na ich niską plastyczność i skłonność do kruchego pękania w temperaturze pokojowej, a także małą odporność na pełzanie w podwyższonej temperaturze. Naukowcy zajmujący się problematyką dotyczącą stopów na osnowie intermetali obecnie dużą uwagę poświęcają powłokom ochronnym natryskiwanym cieplnie, szczególnie powłokom natryskiwanym plazmowo metodą APS oraz łukowo, ale przede wszystkim powłokom Fe-Al natryskiwanym w warunkach naddźwiękowego przepływu strumienia metalizacyjnego metodami HVOF / HVAF i gazodetonacyjną DGS.

Dlatego też praca doktorska Pana Tomasza Chrostka poświęcona jest ocenie właściwości termofizycznych wytworzonych powłok intermetalicznych FeAl metodą DGS. Wielofazowa struktura otrzymanej powłoki Fe-Al z dodatkowym udziałem faz tlenkowych, ze względu na zróżnicowany charakter wiązań międzyatomowych i liniowy współczynnik rozszerzalności cieplnej, może być podatna na powstawanie mikropęknięć lub delaminację, ale też może zachować stabilność fazową w warunkach wysokotemperaturowego wygrzewania i bardzo dużą odporność na zużycie ścierne.

W pracy określono udział faz tlenkowych identyfikując skład fazowy wytworzonych powłok, a następnie poddano je badaniom właściwości termofizycznych (ciepło właściwe, rozszerzalność cieplna, dyfuzyjność i przewodność cieplna) oraz badaniom odporności na zużycie ścierne.

W ramach przeprowadzonego studium literaturowego Doktorant dokonał wnikliwej analizy najważniejszych wiadomości w obszarze struktury i właściwości faz międzymetalicznych z układu Fe-Al oraz metod wytwarzania powłok ochronnych. Szczególną uwagę poświęcono metodzie gazodetonacyjnej (DGS) z naddźwiękowym przepływem strumienia metalizacyjnego, w którym natryskiwane cząstki proszku ulegają powierzchniowemu utlenianiu i w warunkach procesu DGS w strukturze powłoki Fe-Al formują się fazy tlenkowe. Dodatkowo w powłoce, w wyniku oddziaływania gorących produktów spalania detonacyjnego, zachodzą przemiany fazowe.

W oparciu o systematyczny przegląd literatury Pan Chrostek sformułował bardzo dobrze podbudowany cel rozprawy oraz rzeczowe tezy badawcze. Przedstawił również klarowny program badań własnych, ze wskazaniem obszarów niezbędnych do analizy w celu potwierdzenia przyjętych tez badawczych, obejmujący badania strukturalne z identyfikacją fazową materiału proszkowego i natryskanych powłok, ze szczególnym uwzględnieniem faz tlenkowych w strukturze badanego materiału, analizę właściwości termofizycznych i stabilności cieplnej powłok Fe-Al, analizę struktury geometrycznej powierzchni oraz badania odporności na zużycie ścierne w warunkach tarcia suchego metodą pin-on-disc.

Na uwagę zasługuje bogactwo i stopień opanowania przez Doktoranta całej gamy metodyk badawczych z użyciem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM/EDS/SE/BSE), rentgenowskiej analizy fazowej (XRD), skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC), badań dylatometrycznych (DIL), a także dyfuzyjności i przewodności cieplnej (LFA), co potwierdza Jego znaczne zdolności inżynierskie i rzetelność w realizacji prac doświadczalnych. Postawione tezy zostały udowodnione, cel pracy został zrealizowany, a sposób analizy rozważanych problemów świadczy o dużej dojrzałości i dobrym przygotowaniu Doktoranta do samodzielnych badań.

Pan magister inżynier Tomasz Chrostek jest młodym, ambitnym naukowcem, z dużym zasobem wiedzy i doświadczeniem w pracy laboratoryjnej, co wykazał w ramach stażu naukowego, realizując badania w ówczesnej Katedrze Zaawansowanych Materiałów i Technologii, a obecnie Instytucie Inżynierii Materiałowej Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT w Warszawie.

Jest autorem oraz współautorem sześciu publikacji spoza listy czasopism indeksowanych oraz jednego rozdziału w monografii. Wyniki swoich badań przedstawiał na licznych konferencjach krajowych.

Podsumowując, można stwierdzić, że przedstawiona rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i potwierdza bogaty zakres wiedzy Autora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, zgodnie z wymaganiami ustawy o tytułach i stopniach naukowych.

Krzysztof Kurzydłowski