

Warszawa, 10.09.2018

dr hab. inż. Krzysztof Roźniatowski, prof. PW
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Materiałowej

RECENZJA

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Adriana Mościckiego pt.: „Wpływ wodoru na naprężeniowe pękanie korozyjne stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich”

Promotor: dr hab. Maria Sozańska, prof. Politechniki Śląskiej

Promotor pomocniczy: dr Bartosz Chmiela

Podstawa opracowania: pismo RM-388/2017/2018, z dnia 25.07.2018 r., Dziekana Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej, dr hab. inż. Jerzego Łabaja, profesora Politechniki Śląskiej.

1. Zakres i ogólna charakterystyka rozprawy

Od strony formalnej, przedstawiona do recenzji rozprawa w j. polskim obejmuje 186 stron, w tym: 1 stronę podziękowań oraz identyfikacji źródeł współfinansowania badań zrealizowanych na rzecz rozprawy, 1 stronę spisu treści, 7 stron spisu literatury (120 pozycji). W części zasadniczej praca składa się z 4 rozdziałów podzielonych na 13 spójnych merytorycznie modułów.

Rozprawa doktorska mgr inż. Adriana Mościckiego pt.: „Wpływ wodoru na naprężeniowe pękanie korozyjne stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich”, zrealizowana pod opieką prof. Marii Sozańskiej i dr Bartosza Chmiela, próbuje się zmierzyć z problemem oceny wpływu wodoru na zachowanie się w warunkach istnienia naprężeń, wybranej grupy stopów magnezu. Zarówno podjęcie zagadnienia zniszczenia materiału na skutek *naprężeniowego pęknięcia korozyjnego wspomaganego wodorem*, który to termin, tak na marginesie, skutecznie wprowadza do j.polskiego prof. Sozańska (patrz monografia z 2017: NISZCZENIE ŚRODOWISKOWE WSPOMAGANE WODOREM ZAGADNIENIA TEORETYCZNE I PRAKTYCZNE, wydana przez Pol.Śl.) jak również zajęcie się relatywnie nową grupą stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich (Handbook ASM z 1990 określa tę grupę stopów **nowością**) należy przyjąć z zainteresowaniem. Uzasadnieniem dla badań ujętych tematyką pracy była z jednej strony konstatacja autora, że „...stopy magnezu są podatne na naprężeniowe pękanie korozyjne w wielu środowiskach o różnym stopniu agresywności korozyjnej”. W oparciu o dane literaturowe zwrócił uwagę, że „istotną rolę w procesie naprężeniowego pęknięcia korozyjnego stopów magnezu odgrywa obecność wodoru w środowisku, w którym eksponowane są stopy”. Z drugiej strony, podkreślił, że „...jedynie niewielka część badań poświęcona jest stopom magnezu z dodatkami metali ziem rzadkich”. Autor zauważył, że w zakresie oceny wpływu dodatku pierwiastków ziem rzadkich na odporność stopów magnezu na naprężeniowe pękanie obserwuje się sprzeczne doniesienia. To wszystko skłoniło mgr inż. A.Mościckiego do podjęcia projektu badawczego mającego odpowiedzieć przynajmniej na część z pojawiających się pytań.

ul. Wołoska 141
02-507 Warszawa
tel: +48 (22) 234 87 29
tel: +48 (22) 849 99 29
fax: +48 (22) 234 85 14
wim@inmat.pwz.edu.pl
inmat.pwz.edu.pl

W ramach rozprawy, Autor postawił tezę badawczą:

„Zastosowanie metod ilościowej oceny przełomów stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich umożliwi uzyskanie nowych, ilościowych informacji o roli czynników strukturalnych w procesie inicjacji i rozprzestrzeniania się mikropęknięć, istotnych z punktu widzenia polepszenia odporności na naprężeniowe pękanie korozyjne”.

Dla potrzeb oceny prawdziwości tak postawionej tezy, określono robocze cele badań o charakterze naukowym:

- a) wyznaczenie ilościowych zależności pomiędzy parametrami ekspozycji i właściwościami mechanicznym, a parametrami morfologicznymi i stereologicznymi przełomów po ekspozycji na działanie środowiska korozyjnego,
- b) opracowanie modelowego opisu naprężeniowego pękania korozyjnego w badanych stopach.

Ponadto, założono, że efektem pracy będzie próba opracowania autorskiej procedury ilościowej oceny powierzchni przełomów po badaniach mechanicznych, charakteryzującej morfologię przełomów otrzymanych w wyniku procesów naprężeniowego pękania korozyjnego.

Wagę podjętego w pracy wątku, w dużej mierze uzasadnił sam doktorant. Dokonana przez niego w części wstępnej oraz przeglądzie literatury analiza publikacji, tak od strony tematyki jak również ilości i ich udziału w literaturze przedmiotu, wskazuje, że problematyka poruszana w doktoracie należy do aktualnych i rozwijanych. Szczególnie, że skupienie się na kwestii dotyczącej naprężeniowego pękania korozyjnego w stopach z pierwiastkami ziem rzadkich pozwala na krytyczne odniesienie się do często sprzecznych obserwacji, raportowanych przez innych badaczy, dotyczących zachowania się tych względnie nowych materiałów.

Analiza przytoczonych przez Autora publikacji (w dużej mierze pochodzących z bazy Journal Citation Reports) podejmujących kwestię wpływu wodoru na naprężeniowe pękanie korozyjne stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich, w doskonały sposób tłumaczy naukowe zainteresowanie nimi. Tym bardziej, że nadal toczona jest dyskusja odnośnie sposobów ich zachowania w warunkach sprzężonych warunków eksploatacji. Symptomatyczne jest, że nawet ci sami badacze potrafią forsować sprzeczne względem siebie teorie, w zależności od roku wydania publikacji (patrz na prace, których współautorami są Dietzel i Artens). Świadczy to niewątpliwie o potrzebie nowych obserwacji i ożywczej dyskusji w tym względzie.

Odnosnie do kwestii publikacji w zakresie tematu pracy, odnotować należy, że Autor oparł się na 120 pozycjach, z czego 23 były w j.polskim, pozostałe w j.angielskim, 6 z nich była współautorstwa Adriana Mościckiego. Znakomita większość pochodziła z bieżącego millenium (tylko 28 z nich to pozycje XX-wieczne).

Dla potrzeb realizacji pracy zaplanowano bogaty zestaw badań realizowanych w oparciu o 3 wybrane przez Doktoranta stopy: WE43, WE54 oraz AE44 poddawane różnorodnym ekspozycjom środowiska wodorującego materiał. Zakres badań obejmował szeroko rozumiane badania mikrostrukturalne (z

wykorzystaniem SEM) wsparte technikami EDS i WDS oraz metalografii ilościowej, badania dyfrakcyjne, fraktograficzne (wsparte analizą obrazu) i oznaczenia stężenia wodoru. Sięgnięto również po badania mechaniczne (odkształcanie z małą prędkością) w różnych warunkach ekspozycji środowiska korozyjnego.

Uzyskane wyniki stały się podstawą do dyskusji nad wpływem wodoru na naprężeniowe pękanie korozyjne stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich. W jej ramach wskazano m.in. szereg związków pomiędzy gatunkiem materiału, warunkami odkształcania (w kontekście środowiska próby), uzyskiwanymi wskaźnikami właściwości mechanicznych a geometrią tworzącego się przełomu.

Przeprowadzone obserwacje, wsparte wiedzą literaturową, pozwoliły Autorowi m.in. na zaproponowanie mechanizmu naprężeniowego pękania korozyjnego w stopach magnezu WE43, WE54 oraz AE44. Zwrócono również uwagę na istotny związek pomiędzy zmianami właściwości mechanicznych wywołanych przez wpływ wodoru a tworzącą się topografią przełomu (m.in. ilość i geometria obserwowanych pęknięć).

2. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Recenzowana rozprawa, w opinii recenzenta, należy do typowych rozpraw doktorskich próbujących połączyć wątki naukowe (wpływ wodoru na zachowanie się wybranych stopów magnezu) oraz metodyczne (opracowanie i przetestowanie oryginalnej procedury oceny ilościowej przełomu). Jak zwykle w tych przypadkach, kluczowe było zachowanie prawidłowych proporcji pomiędzy tymi wątkami. Wydaje się, że czynnikiem „porządkującym” w tym względzie, powinna być teza pracy. Trafne jej sformułowanie oraz zadbanie by nie była „samosprawdzającą się”, jest trudne. Szczególnie, że w podsumowaniu pracy trzeba wyraźnie się do niej odnieść, co wg. recenzenta się ostatecznie udało, choć deklaracja zastosowania ilościowej oceny przełomów do zdobycia nowych, ilościowych informacji o roli czynników strukturalnych w procesie inicjacji i rozprzestrzeniania się mikropęknięć, obiecywała chyba więcej. Wydaje się, że potencjał, który wynikał z wprowadzenia opisu ilościowego, pozwalał na sformułowanie dalej idących wniosków.

Zastosowany zakres badań, nie zawsze standardowych i prostych w wykonaniu, ocenić należy pozytywnie a nawet z szacunkiem dla zakresu opanowanych przez doktoranta technik badawczych. Od strony metodycznej, ich dobór był poprawny, mimo że w niektórych przypadkach (np. pomiar zawartości wodoru w próbkach) uzyskane wyniki okazały się chyba ostatecznie mniej przydatne we wnioskowaniu niż pierwotnie założono. Sposób interpretacji uzyskanych wyników nie budzi większych kontrowersji.

Szczególną uwagę należy zwrócić na zaproponowaną metodę oceny jednego z parametrów geometrycznych przełomów powstałych w ramach eksperymentów – ilości i wielkości pęknięć obserwowanych na przełomach. Wprowadzenie metod ilościowej ich charakterystyki wydaje się (w oparciu o wiedzę recenzenta) nowatorskie i szczególnie trudne ze względu na konieczność prawidłowego przygotowania bardzo dużego obrazu – mozaiki zdjęć z SEM – i dokonania identyfikacji, często tysięcy, pęknięć! Zwłaszcza, że zastosowano detekcję manualną.

Wnioski sformułowane w podsumowaniu pracy (rozdział 4.5) wydają się relatywnie ogólne i po trosze są syntetycznym ujęciem uzyskanych wyników szczegółowych. Na szczęście, wcześniejsze fragmenty pracy: rozdziały 4.4.3, 4.4.4 i 4.4.5, poświęcone są wielowątkowej dyskusji i oryginalnemu zestawieniu najważniejszych wyników. Na szczególną pochwałę zasługują inteligentne zestawienia, zaprezentowane na rys. 4.136 – 4.143. W dużej mierze wypełniają cele pracy zdefiniowane wcześniej przez doktoranta. Uwagę należy zwrócić również na próbę stworzenia (rozdział 4.4.5) modelu wpływu wodoru na rozwój naprężeniowego pęknięcia korozyjnego w stopach magnezu, modelu niezwykle interesująco i obrazowo zilustrowanego na rys. 4.144 – 4.145.

Przechodząc do wybranych uwag do dyskusji, pragnę zwrócić uwagę i skupić się na kilku fragmentach pracy, których rozwinięcie przez doktoranta zaspokoiłoby moją ciekawość oraz pozwoliło na należytą ocenę rozprawy, przy czym prezentowana kolejność nie jest podyktowana ich wagą lecz wynika z kolejnego odnotowywania ich wraz z lekturą pracy:

- 1) Czemu poświęcono tak dużo miejsca (str. 39-43) opisowi pewnych aspektów fraktografii ilościowej, skoro z nich nie skorzystano i zaproponowano ostatecznie własne podejście? Oczywiście warto było o tym wspomnieć, ale po co tak szczegółowo?
- 2) Czy szacowano grubość materiału zdjętego przez szlifowanie powierzchni próbek po procesie nawodorowania?
- 3) W jakiej cieczy, przy użyciu przecinarki elektroiskrowej, odcinano fragmenty przełomów?
- 4) Z ilu obrazów cząstkowych tworzono składankę obrazu powierzchni przełomu (inaczej – jakie były powiększenia obrazów składowych)? Czy rysunek 4.12 to prezentuje czy jest tylko schematem ideowym?
- 5) Czy zdjęcia do tworzenia składanek były dla wszystkich przełomów wykonywane przy tym samym powiększeniu?
- 6) Czy nie ma obawy, że zastosowanie detekcji manualnej, czyli mówiąc wprost: „naniesienie pęknięć w miejscu ich występowania na obrazie” zapewnia dostateczny poziom obiektywizmu i precyzji odwzorowania? W opinii recenzenta, zakładając prawidłowe zidentyfikowanie pęknięć, o ile ocena ich długości jest wystarczająco wiarygodna i dopełniany ewentualnie w tym względzie błąd jest nieistotny, o tyle obiektywna ocena ich szerokości (pamiętajmy, że mamy do czynienia z rzutem przełomu, a zatem struktury 3D, na płaszczyznę projekcji 2D) jest dyskusyjna. Na szczęście, na etapie dyskusji podsumowującej analizę, ten parametr nie stanowił osi kluczowych rozważań.
- 7) Autor często pozwala sobie na stwierdzenia typu: rozmieszczenie równomierne/nierównomierne. W pracy, która ma ambicje wprowadzenia do praktyki ocen ilościowych, bazujących na osiągnięciach stereologii/ilnościowej analizy obrazu, warto wiedzieć, że w tym względzie można się oprzeć nie tylko na arbitralnych stwierdzeniach lecz można te cechy kwantyfikować celem obiektywizacji.
- 8) W odniesieniu do wyników analizy udziału powierzchniowego (tabele 4.2 i 4.4) aż prosi się by rozbudować (a właściwie wprowadzić) choćby namiastkę analizy statystycznej. Mogłoby to być również przyczynkiem do próby oceny równomierności rozmieszczenia zidentyfikowanych faz.

- 9) Mówienie o dużej liczbie pęknięć w objętości produktów korozji, w oparciu o analizę obrazów powierzchni, jest lekką niezręcznością. Zgadzam się, że wobec innych badań wskazujących, że spękana warstwa jest relatywnie cienka, pęknięcia z pewnością są na wskroś. Ale sugerowałbym na przyszłość większą ostrożność gdyż nie zawsze można w takiej sytuacji mówić o „pęknięciach w objętości”.
- 10) Czy dobrze wydaje się recenzentowi, że zastosowano do pomiaru zasięgu zmian korozyjnych (czasami nazywanych grubością) metody 10-punktowej? Czy stosowano pomiar zautomatyzowany i losowy wybór miejsca pomiaru czy też miał on charakter bardziej arbitralny?
- 11) Czym można wyjaśnić istotne zróżnicowanie struktury stopu AE44 po ekspozycjach 1-14 dni (rys. 4.50). Literalnie odczytując procedurę preparatyki próbek dla potrzeb obserwacji zglądu poprzecznego, wydaje się, że zróżnicowanie struktur (bynajmniej nie korelujące z czasem ekspozycji) jest co najmniej zastanawiające (struktury dendrytyczne widoczne na obrazach c i d są istotnie różne od tych na obrazach a i b). Czyżby doszło do swoistego „wytrawienia” podłoża? Zatem zasięg zmian jest większy niż prezentowany w tabeli 4.9.
- 12) Czy Autor w pełni jest pewien, że w mikrostrukturze brak jest efektów oddziaływania wodoru w postaci mikropęknięć (bo co do pęcherzy wodorowych się zgadzam) w warunkach obwodu otwartego (str. 86)?
- 13) Wydaje się, że w rozdziale 4.3.3 wyraźnie wskazano istotny wpływ sposobu przygotowania powierzchni (szlifowanie na papierach ściernych) na jej topografię po ekspozycji w warunkach polaryzacji katodowej. Czy próbowano to jakoś normalizować/oceniać, poza zapewnieniem podobnych warunków procedury metalograficznej?
- 14) Badania właściwości mechanicznych w oparciu o wyniki uzyskane dla 2 próbek, każdego z analizowanych stanów, pozostawiają pewien niedosyt i praktycznie uniemożliwiają sensowną analizę statystyczną.
- 15) Można było się pokusić o zaznaczenie, na makroskopowych obrazach przełomów, obszarów z których pochodziły fragmenty oceniane w kontekście charakteru przełomu.
- 16) Część pęknięć obserwowanych na przełomach jest rozgałęziona. Czy długość pęknięcia jest sumą długości wszystkich gałęzi? Z treści pracy jakoś to nie wynika, ale może z innych powodów (działanie programu Metllo) jest to oczywiste. Interesującym wątkiem mogłaby być analiza stopnia rozgałęziania się pęknięć w funkcji ich całkowitej długości.
- 17) W odniesieniu do AE44, na stronie 159, spekulowano, że obecność porów ma wpływ na rzeczywisty przekrój wykorzystywanych próbek. A czy nie należałoby jednocześnie odnieść się w tym miejscu do ich wpływu na transport i pułapkowanie wodoru.
- 18) Zmiany średniej odległości między sąsiadującymi pęknięciami należy rozpatrywać w kontekście zmiany liczby i sumarycznej długości pęknięć wraz ze zmianą stopnia nawodorowania (wariantem odkształcania). Zatem, rys. 4.138 właściwie niewiele wnosi.
- 19) Pewien niedosyt pozostawia suche stwierdzenie, że występują skupiska pęknięć przy krawędzi (próbki). Można było się pokusić o jakąś próbę parametryzacji zjawiska (gradient? mapa intensywności?, itp.). Podobnie w odniesieniu do próby oceny udziału powierzchni przełomu, na której obserwuje się w każdym rozważanym przypadku pęknięcia.

- 20) Przedstawiony w rozdziale 4.5 opis mechanizmu naprężeniowego pęknięcia korozyjnego w stopach magnezu WE43, WE54 oraz AE44, stanowiący swoisty model powstawania i rozwoju pęknięć, kompletnie nie odnosi się do obecności w materiale wydzielen (różnych, o różnej geometrii i udziale) lub porów. Właściwie, to może opisywać zachowanie dowolnego stopu Mg, a może nawet i innego stopu ulegającego podobnej pasywacji. Tym samym, specyfika stopów Mg z pierwiastkami ziem rzadkich, gdzieś w modelu umknęła.
- 21) Drugi z wniosków, przedstawionych na stronie 179, sugeruje, że zastosowanie metody ilościowej analizy przełomów oraz badania odkształcania z małą prędkością umożliwiło opracowanie mechanizmu niszczenia stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich. W opinii recenzenta, bazując na przedstawionym przez Autora w rozdziale 4.5 modelu, jest to słabo potwierdzone.
- 22) Trochę na wyrost we wnioskach znalazło się twierdzenie, że ilościowa analiza przełomów umożliwiła opracowanie mechanizmu niszczenia stopów. Raczej dała asumpt do dyskusji nad zmianami właściwości w kontekście geometrii powstającego przełomu.

Spośród uwag bardziej szczegółowych, zwrócić należy, że:

- 1) Użycie określenia „zewnątrzne naprężenia mechaniczne” – str. 17, jest błędne (przytaczane w dalszej części pracy pojęcie „naprężeń wewnętrznych” wydaje się również słabo przemyślane).
- 2) Czy współczynnik sformułowany we wzorze 2.5 nie ma swojej nazwy/symbolu?
- 3) V_V użyte we wzorze 2.15 to udział **objętościowy** (nie liniowy).
- 4) „W przybliżeniu” występujące we wzorze 4.1 to wyraz zabezpieczenia się korzystających z tego wzoru przed błędami metodycznymi popełnianymi podczas doboru reprezentatywnych przekrojów materiału służących do oceny A_A . Wzór ten jest jedną z podstawowych zależności stereologicznych, która nazywana jest powszechnie zasadą Cavalieri (czasami zasadą Cavalieri – Hacqueta) i odważnie stawia znak „równa się”.
- 5) Szkoda, że na obrazach tworzących rys. 4.13 zabrakło markerów identyfikujących powiększenie.
- 6) Sugerowałbym zaniechanie korzystania ze słowa „zafałszowanie”. „Fatszerstwo” ma negatywną konotację i sugeruje świadome działanie.
- 7) Czas do zerwania, umieszczony w tablicach 4.16, 4.18, 4.20, jest wielkością, która niewiele wnosi w kontekście innych danych zawartych w ww. tablicach.
- 8) Przypisywanie przełomowi zaprezentowanemu na rys. 4.71c kruchego charakteru (str.109) może być dyskusyjne (raczej jest to charakter mieszany).
- 9) Liczności klas, w histogramach będących swoistymi powiększeniami fragmentów histogramu długości pęknięć, nie zawsze satysfakcjonujące (np. rys. 4.120).
- 10) Na stronie 158, 8 linijka od dołu, chodzi chyba o warunki „obwodu otwartego” a nie „polaryzacji katodowej”.
- 11) Chyba zgrabniejsze byłoby w odniesieniu do rysunku 4.128 użycie wykresu słupkowego.
- 12) Szkoda, że w pracy nie znalazł się spis Tabel i Rysunków. Spis taki ułatwiłby czytelnikowi sprawne korzystanie z dość długiego opracowania.

3. Uwagi edycyjno-redakcyjne

Ogólne wrażenie odnośnie strony edycyjnej, przedkładanej do recenzji rozprawy, jest pozytywne. Struktura pracy, korzystającej z klasycznego schematu: wprowadzenie do zagadnienia, przegląd literatury ujmujący zarówno materiał jak i akcentujący kwestię oddziaływania wodoru na stopy magnezu oraz metod badania tego zjawiska, sformułowanie tezy i celów rozprawy, opisanie użytych materiałów i zastosowanych metod badania, prezentacja uzyskanych wyników, ich analiza i dyskusja, podsumowana wnioskami, jest logiczna i broni się sama.

Dobór materiału ilustracyjnego staranny. Ilość rysunków względnie zbilansowana w kontekście objętości towarzyszącego im tekstu. To samo można właściwie napisać o jakości i ich czytelności. „Właściwie” gdyż składanki (będące jednym z kluczowych obrazów w kontekście tezy pracy) zaprezentowane na rysunkach 4.109, 4.114 i 4.119, ze względu na dostępną rozdzielczość druku, są niewystarczająco czytelne. Na szczęście, dysponując wersją elektroniczną pracy można z łatwością je prawidłowo przeanalizować i docenić. Być może, trafniejsze byłoby umieszczenie dokumentacji fotograficznej na płycie CD w kopercie wklejonej do pracy. Rysunki pochodzące z obcych źródeł są prawidłowo odniesione do oryginalnego źródła. Podpisy są czytelne w sensie merytorycznym i nie wymagają dodatkowego sięgania do tekstu rozprawy.

Komentując stronę ilustracyjną pracy, zwrócić należy uwagę, że Autor próbował czytelnikom ułatwić lekturę wielokrotnie stosując, jednakowo sformatowane i skomponowane na stronie, składanki 2-4 obrazów mikrostruktury czy przełomów. Bardzo przyjemnie przerzuca się sąsiednie strony obserwując zmiany zachodzące od próbki do próbki. Ale uwaga, decydując się na ten zabieg trzeba się konsekwentnie trzymać stosowania identycznych powiększeń na zdjęciach znajdujących w tym samym miejscu wspomnianych „składanek”. Pozwala to na łatwe wychwycenie różnic pomiędzy próbkami. A w odniesieniu do oceny przełomu, wręcz pozwoli na wyłapanie zmian. Podobnie, serie zdjęć ukazujących zmiany mikrostruktury i narastanie (pogrubianie) warstwy wymagają (z punktu widzenia czytelności zestawienia) zastosowania jednakowych powiększeń wszystkich zdjęć tworzących swoistą serię.

Lektura pracy skłania do pewnej refleksji. Praca jest relatywnie długa jak na pracę doktorską. Oczywiście w wielu przypadkach nie da się zmieścić istotnych dla rozprawy wyników na mniejszej liczbie stron. Jednakże w tym przypadku, wydaje się, że niepotrzebnie szczegółowo, podając konkretne wartości/wyniki, dublowano w tekście wiele z informacji, które precyzyjnie i jednoznacznie zawarto w tabelach. Podobnie jak zbyt szczegółowo opisywano niektóre z jednoznacznych, czytelnych i jasnych dla czytelnika wykresów. W ocenie recenzenta, sama rezygnacja z tego powtarzania wyników prezentowanych w różnych formach (tekstowej i tablicowej/rysunkowej), zaoszczędziłaby 11-12 stron rozprawy.

Język rozprawy jest zasadniczo poprawny, czytelny i obrazowy, jedynie miejscami żargonowy (np. „utrata ostrości mikrostruktury” na str. 97, czy „dyfraktogram rentgenowski powierzchni stopu” kilkakrotnie przywołany w rozdziale 4.3.2).

Lokalne błędy gramatyczne:

- magnez, tlen, aluminium, ... **są** (a nie jest) głównymi składnikami;
- atomy wodoru **mogą** (a nie może) stosunkowo łatwo wnikać...;
- rozwój** (a nie rozwoju) naprężeniowego pęknięcia...składa się z ...;
- zgodnych z kierunkiem **wyciskania** (a nie wyciskani);

czy stylistyczne (np. na str. 16 można znaleźć zdanie złożone z 16 słów, z których 3 to **pęknięcia/pęknięć**), nie uniemożliwiają zrozumienia sensu zdań.

Proponowałbym przeczytanie pierwszego akapitu rozdziału 4.3.3. Sądzę, że Autor, czytając fragment z wypunktowaniami, błyskawicznie zauważy, że w 2 i 3 punkcie zabrakło słów spajających z fragmentem poprzedzającym dwukropek.

Stosowana interpunkcja, również w kontekście konsekwentnego utrzymania prawidłowego znaku kończącego poszczególne podpunkty, wymaga pewnego przemyślenia i odniesienia się do zasad językowych (polecam: Jerzy Podracki, Alina Gałazka, Gdzie postawić przecinek. Poradnik ze słownikiem, PWN, 2013).

Sugerowałbym uważniejsze podejście do kwestii formatowania wykorzystanych pozycji literaturowych, ze szczególnym uwzględnieniem podawania jednoznacznych źródeł publikacji, tytułów czy zadbania o stosowne miejsca kropek/przecinków. Spośród znalezionych przez recenzenta niedoskonałości w tym względzie, zwrócić należy na:

pozycja [35] – wydaje się (mimo braku precyzyjnego źródła publikacji), że chodzi o pozycję: H.Yoshimura, K.Kimura, M.Hayashi, M.Ishii, T.Hanamura, J.Takamura, Ultra-fine equiaxed grain refinement and improvement of mechanical properties of $\alpha+\beta$ type titanium alloys by hydrogenation, hot working, heat treatment and dehydrogenation, Materials Transactions, JIM, vol. 35, No.4, 1994, 266-272;

pozycja [36] – czeski błąd w słowie „dydaktyka”;

pozycja [39] – ukazała się w serii: Materials Science Monography, vol. 59;

pozycja [43] – ukazała się w Zeszytach Naukowych, Hutnictwo, Pol.Śl., zeszyt 76;

pozycje [80], [115] – po datach zaplątały się niepotrzebne przecinki;

pozycje [76], [95], [97] – „rozmnożono” kropki po pierwszym inicjale autora/autorów;

pozycja [99] – zapomniano wstawić tytuł postera (P-035): Stress corrosion cracking of magnesium alloy with slow strain-rate technique. Tak na marginesie, to organizatorem konferencji było Japan Society of Corrosion Engineering;

pozycja [104] – tytuł publikacji to: On the propagation of stress-corrosion cracks in a magnesium-aluminium alloy, strony: 387-395.

Wydaje się też, że odwołując się do fragmentu pochodzącego z książki, zgrabniej byłoby użyć polskiego przyimka „w” niż angielskiego „in”.

Uważam, że podpis rysunku 4.36 jest ułomny. Zabrakło rysunku 4.36e oraz opis rysunków 4.36a i 4.36c jest pomieszany.

Sugeruję w przyszłości korzystanie w edytorze z funkcji wyszukiwania „wielokrotnych spacji”, „spacji poprzedzających kropki i/lub przecinki”.

W podsumowaniu rozdziału 4.3.3, w 4 punkcie, zabrakło słowa „zaobserwowano” lub równoważnego.

Z przyjemnością wymienię się z doktorantem pracą, na której zaznaczyłem kilka innych drobiazgów edycyjnych, z nadzieją, że w przypadku chęci publikacji wybranych fragmentów rozprawy, ułatwią dyskusję z redaktorami technicznymi/recenzentami wydawniczymi.

Przedstawione powyżej wątki, nie umniejszające ogólnej oceny pracy, powinny pomóc Autorowi w przyszłości, w przygotowaniu kolejnych publikacji naukowych, poświęconych efektom wpływu wodoru na naprężeniowe pękanie korozyjne stopów magnezu.

4. Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

Przedstawiona rozprawa doktorska należy do ważnego obszaru badawczego, związanego z oceną zachowania się, relatywnie nowych i słabo przebadanych, stopów magnezu i pierwiastków ziem rzadkich w warunkach skorelowanego wpływu wodoru oraz naprężeń. W związku z rosnącym zapotrzebowaniem na stopy magnezu, przeznaczone do pracy w coraz to wyższych temperaturach, oraz zrozumienie, że mechanizmy niszczenia jakim podlegają, wymagają uwzględnienia różnorodnych aspektów środowiskowych, rozważania przedstawione w pracy p. Adriana Mościckiego nabierają szczególnego znaczenia. Na uznanie zasługuje niezwykle ciekawy zestaw wyników cząstkowych, udana próba ich zestawienia oraz chęć opracowania nowatorskiej procedury do ilościowej oceny wybranych aspektów geometrii przelomów. Wspomniana procedura może być zresztą wykorzystana w badaniach szeregu innych materiałów i przelomów (nie tylko stopów na bazie Mg).

Podsumowując, opiniowana rozprawa doktorska, mieszcząca się w szeroko rozumianej dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”, posiada oryginalne cechy nowości i znaczące walory utilitarne.

Na podstawie powyższych stwierdzeń wyrażam opinię, że rozprawa doktorska mgr inż. Adriana Mościckiego pt.: „Wpływ wodoru na naprężeniowe pękanie korozyjne stopów magnezu z pierwiastkami ziem rzadkich” spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki (ustawa z dnia 14 marca 2003r. z późniejszymi zmianami, tekst ujednolicony z dnia 15 września 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 1789) i wnoszę o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.


dr hab. inż. Krzysztof Roźniatowski, prof. PW