RDJMa. 512.46.2025

Uniwersytet Bielsko-Bialski

Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska

Bielsko-Biała dn. 20.03.2026r.

dr hab. inż. Włodzimierz Biniaś, prof. UBB

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Michała Gockiego**

pt.: **„Struktura i własności nowoopracowanych materiałów kompozytowych na formy wtryskowe wytwarzane technologią przyrostową"**

wykonanej pod kierunkiem promotora **dr hab. inż. Grzegorza Matuli, prof. PŚ**, oraz promotora pomocniczego **dr inż. Agnieszki Nowak**

na Wydziale Mechaniczny, Technologiczny Politechniki Śląskiej.

Recenzję wykonano w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej **Pana prof. dr. hab. inż. Adama Grajcara** z dnia 21 Stycznia 2026r.

Biuro Dziekana
wpłynęło dnia 20.03.2026
RDJMa/831511/2026
nr ..... zał. .....

Słowo wstępu do recenzji

Inżynieria materiałowa jest dziedziną nauki, w którą wpisuje się recenzowana rozprawa doktorska. Jest to dziedzina niemożliwa do dogłębnego poznania. Można specjalizować się w poszczególnych jej działach, technologiach lub metodach analitycznych. W rozprawie Pana mgr inż. Michała Gockiego znajdują się elementy materiałoznawstwa metali i ich stopów oraz zupełnie odmiennej technologii materiałów polimerowych. Analiza właściwości tych materiałów wymaga często dedykowanych metod analitycznych a ich interpretacja wymaga zrozumienia procesów prowadzących do rejestrowania sygnałów widmowych i nie tylko. Materiały poddane obróbce termodynamicznej zmieniają swoje właściwości, które wynikają z ich struktury chemicznej i nadcząsteczkowej. Każdy z etapów takiej obróbki pozostawia swój „ślad", który warunkuje właściwości użytkowe wyrobów. Umiejętność znalezienia tych efektów jest często formą intuicji naukowca. Istotną rolę w planowaniu i przeprowadzeniu eksperymentów składających się na fundament rozprawy jest umiejętność przewidywania wyników procesów technologicznych. Taką umiejętność niewątpliwie posiada autor rozprawy. Pozwala to na wykonanie badań w możliwie krótkim czasie oraz bieżące korygowanie efektów działań. Dobór metod analitycznych pozwalających weryfikować efekty planowanych eksperymentów jest możliwy w przypadku wiedzy na temat preparatyki i interpretacji wyników. W tekście pracy dotyczącym wyników badań nie znalazłem niepotrzebnych badań, które nie wnosiły by istotnych informacji o przebiegu eksperymentów.

Równolegle do wartości merytorycznej pracy należy odnieść się do jej formy. W tym przypadku ocena jest w znacznym stopniu uzależniona od podejścia recenzenta, które nie jest ściśle obiektywne. Każda osoba ma swój styl formowania zdań i doboru słów. W wielu miejscach miałbym polemiczne podejście do sformułowań w tekście. Natomiast po zastanowieniu się chciałbym ten aspekt pracy pominąć ponieważ moją rolą jest ocena pracy w dyscyplinie inżynierii materiałowej a nie językoznawczej.

Wartość naukowa rozprawy

Autor rozprawy doktorskiej moim zdaniem w sposób wystarczający dokonał przeglądu literatury zawierającej 169 pozycji w większości anglojęzycznych. Tematyka cytowanych źródeł została trafnie dobrana do zagadnień poruszanych w części eksperymentalnej.

Wstęp zawarty na pięciu stronach tekstu jest być może zbyt rozległy. Tłumaczy cel i środowisko naukowe, w którym rozprawa będzie realizowana. Natomiast zastanawiał bym się nad odnoszeniem się do tak zwanego „zielonego ładu", który w wielu dziedzinach gospodarki jest kontestowany. Skupił bym się wyłącznie na inżynierii materiałowej.

Metody badawcze wykorzystane w przebiegu prac doświadczalnych uważam na tym poziomie dociekań za wystarczające i pozwalające na wyciągnięcie wniosków na podstawie zakładanych efektów badań.

Część doświadczalna wraz z opisem wyników i wnioskami jest zawarta na 128 stronach tekstu. Forma prezentacji i opisu wyników badań jest dla mnie trudna do zaakceptowania. Osobiście wolałbym, żeby w pierwszej kolejności były prezentowane metody przygotowania próbek, dobór parametrów pomiarowych, wynik badań a dopiero potem ich opis i interpretacja. Przy każdym opisie wyników konieczne jest wkładanie zakładki w głąb tekstu i ciągłe przerzucanie do odpowiednich zestawień. Natomiast jest to forma i pomimo trudności w analizie tekstu nie powinna wpływać na ogólną ocenę umiejętności autora rozprawy.

Szczegółowe uwagi do treści rozprawy oraz formy prezentacji wyników.

Str. 1. „Struktura i własności nowoopracowanych materiałów kompozytowych na formy wtryskowe wytwarzane technologią przyrostową" – *moim zdaniem tytuł zawiera kilka błędów. Struktura – jest pojęciem bardzo szerokim i może należało by ten termin uszczegółowić. Własności – powinno być właściwości. Ten sam błąd powielany jest w tekście. Nowoopracowanych – powinno się pisać osobno (SJP) - nowo opracowanych. Materiały kompozytowe mają szczególne właściwości w stosunku do materiałów składowych. W rozprawie mamy raczej do czynienia z materiałami hybrydowymi lub mieszaninami. W tytule pominięto procesy termodynamiczne degradacji polimeru, spiekania i napawania.*

Str. 14-20 *Tekst poświęcony jest drukowi 3D z użyciem wiązki laserowej. Moim zdaniem zbyt wiele. W pracy zastosowano wydruk 3D z zastosowaniem filamentu*

z termoplastyczną osnową polimerową. Dokładny opis tej metody byłby moim zdaniem bardziej wskazany.

Str. …. *W tekście pojawiają się słowa „lepiszcze", „gęstwa" – moim zdaniem są to określenia potocznie określające inne substancje niż te opisywane w pracy. Zastąpił bym je innymi słowami. Autor używa zamiennie określenia osnowa polimerowa lub spoina polimerowa – co wydaje się najodpowiedniejszym terminem.*

Str. 28. „Tlenki metali, takie jak SiO_2, obecne w materiale wspomagają reakcje chemiczne z udziałem kwasu azotowego, poprzez tworzenie miejsc o charakterze kwasowym [86]." – *Si raczej nie jest zaliczany do metali.*

Str. 32.

Grupa	Nazwa
$-CH_2-CH_2-$	Etylenowa
$-CH(CH_3)-CH_2-$	Izopropylowa
$-CH(C_6H_5)-$	Fenylowa
$-CH(COOCH_3)-$	Metakrylanowa
$-CH(OCOCH_3)-$	Octanowa
-CHF-	Fluorometylowa
-CHCl-	Chlorometylowa
-CH(CN)-	Akrylonitrylowa
-CH(OH)-	Hydroksymetylowa
-CF2-	Tetrafluoroetylenowa
-CH=CH-	Neoprenowa
-NH-	Aminowa
>C=O	Ketonowa
-C(O)-NH-	Amidowa
-C(O)-	Estrowa

Zaznaczone na czerwono grupy są moim zdaniem źle nazwane.

Str. 34. „Zgodnie z definicją Międzynarodowej Konfederacji Analizy Termicznej i Kalorymetrii (ICTAC), analiza termiczna obejmuje grupę technik umożliwiających monitorowanie zmian właściwości fizycznych lub chemicznych próbki w warunkach

kontrolowanej zmiany temperatury. Jedną z metod analizy termicznej jest analiza termograwimetryczna, która polega na pomiarze masy próbki w funkcji temperatury lub czasu podczas jej ogrzewania lub chłodzenia w określonej atmosferze." – *ten akapit powinien być wykorzystany w tekście wcześniej.*

Str 29-35 *Uważam, że opis degradacji termicznej oraz termograwimetrii jest nieco chaotyczny i zawiera powtórzenia treści wcześniej sygnalizowanych.*

Str. 35. „W technologii MFDM proces spiekania materiału zachodzi głównie pod wpływem wzrostu temperatury układu, co zwiększa energię kinetyczną atomów, która prowadzi do zjawisk dyfuzyjnych" – *moim zdaniem słowo „głównie" w tym zdaniu jest niepotrzebne.*

Str. 37. „Wytwarzanie materiałów kompozytowych metodą infiltracji spieków." – *moim zdaniem słowo infiltracja nie pasuje do tego procesu.*

Str. 39.

$$Zr_2Cu_{(l)} + 2WC_{(s)} \rightarrow 2W_{(s)} + 2ZrC_{(s)} + Cu_{(s)} \qquad (7)$$

W równaniu pojawiają się symbole nie wyjaśnione w tekście. Zr_2Cu sugeruje występowanie związku chemicznego między miedzią i cynkiem. 2Zn+Cu było by moim zdaniem lepsze.

Str. 40. „Rosnąca produkcja tworzyw sztucznych, w szczególności formowania wtryskowego termoplastów, stwarza zapotrzebowanie na nowoczesne formy wtryskowe oraz ich elementy," – *tworzywa sztuczne są wytwarzane poprzez modyfikację polimerów naturalnych (biopolimerów). W tym przypadku autor miał na myśli polimery syntetyczne.*

Str. 39-42. *Wstęp do tezy i celu pracy mógł by być z powodzeniem umieszczony we wstępie.*

Str. 43. *Materiał komercyjny został już opisany częściowo nieco wyżej.*

Str. 43. „Dodatkowo jego elastyczność oraz dwusegmentowa budowa cząsteczki, zawierająca segment poliolu i izocyjanianu oraz segment diaminy i izocyjanianu, sprzyjają formowaniu i przetwarzaniu materiału w postaci filamentu." – *grupy izocyjanianowe występują w prepolimerach przed ich sieciowaniem grupami uretanowymi, powstającymi w wyniku reakcji chemicznej. W TPU nie powinny już występować.*

Str. 44.

Tabela Błąd! W dokumencie nie ma tekstu o podanym stylu..**1.** Zestawienie wyników badań wstępnych dla poszczególnych kompozycji materiału eksperymentalnego.

Test	Objętościowy udział proszku stali w filamencie, %		
	55	60	65
Wytłaczania	Zaliczony	Zaliczony	Niezaliczony
Elastyczności	Zaliczony	Zaliczony	Niezaliczony
Dyspersji proszku	Niezaliczony	Zaliczony	Zaliczony

Przed zaprezentowaniem tabeli 3.1 nie opisano kryteriów testu.

Str.46. „Podczas spiekania zastosowano atmosferę N_2-10%H_2 oraz Ar-10%H_2 i próżnię." – *wydaje mi się, że zestawienie „Ar-10%H_2 i próżnię" może być bardzo trudne do osiągnięcia. Autor powinien użyć innego spójnika.*

Str. 56. „Przekroje filamentów przed etapem druku przedstawiono na rysunku 4.4. Filament komercyjny charakteryzuje się niższą zawartością lepiszcza polimerowego w porównaniu z filamentem eksperymentalnym. Badanie struktury przełomu filamentów przedstawione na rysunku 4.4 wykazuje, że obydwa materiały charakteryzują się przekrojem okrągłym z równomiernie rozmieszczonymi cząstkami proszku stalowego w osnowie polimerowego lepiszcza." – *autor w tym przykładowym akapicie opisuje wyniki obserwacji nie wiemy czy przekroju czy przełomu – a to jest pewna różnica. Jeżeli prezentuje się w pracy fotografię to można napisać fotografia. Różne określenia tego samego trochę dezorientują czytelnika. Zamienne są: lepiszcze, lepiszcze polimerowe, osnowa lepiszcza polimerowego, spoina polimerowa, osnowa polimerowa. Wybór jednego z określeń w tym przypadku – spoina polimerowa uważam za najlepszy.*

Str. 56. „generuje pasmo o długości fali 1534 cm^{-1}" – *jest to dość częsty błąd w opisie wyników badań MIR. Z doniesień literaturowych wynika, że światło nie jest falą. Nie ma zatem długości fali. Natomiast w opisach widm MIR stosuje się (jak w tym przypadku) jednostkę liczb falowych.*

Str.59. *Wizualizacja wykresów 4.10 jest moim zdaniem zbyt złożona. Analiza przebiegów zależności wymaga od czytelnika niezwykłej pamięci wzrokowej.*

Str. 71. *Rysunki są opisane na osi „x" jako temperatura. Szybkość ogrzewania czytelnik musi sobie sam określić z czasów w opisie. Wykresy powinny zawierać np. informację – 2.5^{0}C/min.*

Str. 72. *W tabelach mamy podaną temperaturę w Kelwinach a na wykresach w stopniach Celsjusza. Nie jest to błąd formalny ale można się zdecydować na jedną formę.*

Str. 64. „Atlas zdjęć, rysunków i tablic do rozdziału 4.2" – *autor wszystkie zamieszczone schematy, wykresy, zdjęcia opisuje jako rysunek. Jedynie tabele są tabelami. Może dobrze byłoby podpisać zdjęcie jako zdjęcie.*

Str. 83. *Opis procesu degradacji termicznej jest raczej podporządkowany spoinie polimerowej. Ubytki masy dotyczą polimeru. W tabeli 4.7 i 4.8 są podane zmiany masy próbki, które są skrajnie odmienne od wcześniejszych danych. Trudno porównać i ocenić te procesy.*

Str. 79. „Dalsze podwyższenie temperatury do 1430°C spowodowało wyraźny spadek gęstości (7,07 g/cm^3). Uzyskane wyniki wskazują, że optymalna temperatura spiekania dla badanej stali znajduje się w pobliżu 1420°C, natomiast jej przekroczenie prowadzi do zmniejszenia zagęszczenia materiału." – *autor rozprawy przytoczył wynik bez jego interpretacji. Zmniejszenie gęstości próbki może ma jakieś wyjaśnienie. Być może powstają pory zamknięte, do których penetrująca ciecz przy pomiarach gęstości nie ma dostępu? Zdjęcia zgładów 4.28...*

Str. 80. „Zastosowanie wysokiej próżni lub infiltracji ciśnieniowej w autoklawie umożliwiło otrzymanie kompozytów stal-miedź o jednorodnej mikrostrukturze i całkowitym wypełnieniu porów." – *prawdopodobnie autor chciał wyrazić coś innego. Domyślam się, że chodziło o mikrostrukturę ciągłą bez porów. Natomiast nie jest ona jednorodna bo są wyraźnie widoczne materiały i granica ich podziału.*

Str. 87. Rys. 4.25 Próbki stali po nieudanej infiltracji w niskiej próżni w atmosferze: a) Ar-10%H_2 b) N_2-10%H_2. – *Zastanawiam się, czy pokazywanie nieudanych eksperymentów jest właściwe? W tym przypadku chyba nie wnosi on niczego potrzebnego.*

Str. 99. „Zestawienie gęstości przedstawiono na rysunku 4.27. – *na tym rysunku jest wykres słupkowy, jak się domyślam, względnej gęstości próbek spieków w stosunku do gęstości stali podanej w specyfikacji gatunku.*

Str. 89. „Lepiszcze filamentu komercyjnego składające się z PA12 oraz PET-G posiada łączny współczynnik zawartości węgla o wartości ok. 9%, co opisuje literatura, natomiast TPU

zastosowane w filamencie eksperymentalnym ok. 15% [151]." – *co oznaczają te współczynniki i co jest ich wielkością odniesienia (100%)?*

Str. 90 „wykazały odpowiednio 0,79 oraz 0,86% zawartości węgla" – *brakuje chyba % przy liczbie 0.79. Ale zauważyłem, że jest to schemat powtarzany w dalszej części rozprawy. Dobrze podać za każdym razem w stosunku do czego obliczane są te wartości.*

Str. 95. W opisie mikrotwardości autor rozprawy przedstawił wyniki bez podania ewentualnych przyczyn powstania różnic twardości. Domyślam się, że jest to wynik azotowania powierzchni próbek.

Str. 126. Do tabeli 4.17 dobrze było by dopisać jednostkę dyfuzyjności cieplnej.

Str. 162. W tabeli 4.20 brakuje mi wyników dla stali eksperymentalnej. Były wykonane?

Str. 118. W rozdziale 4.5 opisywana jest stal przed czy po napawaniu miedzią?

Str. 164. „Atmosfera zawierająca azot sprzyja uzyskaniu najniższych wartości średniego współczynnika tarcia, co należy wiązać z wysokim zagęszczeniem spieku" – *chyba raczej z azotowaniem powierzchni?*

Str. 168. Podsumowanie ograniczył bym do faktów ogólnych bez powtarzania danych z wcześniejszego tekstu. Ograniczył bym tekst do maksimum dwóch stron. Sporo informacji mogło by być przeniesionych do części literaturowej.

Podsumowanie.

Jak zaznaczyłem na początku recenzji, że stronę językową pozostawiam bez szerszych analiz i uwag krytycznych. Jest to bardzo często zjawisko posługiwania się językiem potocznym w tekstach naukowych. Natomiast recenzja ma być oparta o dyscyplinę inżynierii materiałowej i do takiej się odwołam.

Na wstępie chcę zaznaczyć, że tematyka pracy, przebieg prac eksperymentalnych, pomiarów i ich interpretacji wpisuje się w bardzo szeroki zakres działań związanych z inżynierią materiałową. W pracy autor wykorzystał materiał polimerowy jak i specyficzną postać stali narzędziowej. O ile wybór stali proszkowej jest dość oczywisty ze względu na produkowany już filament do druku oraz dostępność w handlu o tyle wybór polimeru do spoiwa termoplastycznego nie jest już taki oczywisty. Już pierwsze ogólne zapoznanie się z treścią pracy wywarło na mnie małe przerażenie i silne wrażenie, że autor postawił na „jedną kartę" i wygrał. W trakcie pisania recenzji pozwoliłem sobie na kontakt z Doktorantem i prośbę o wyjaśnienie kilku problemów, które napotkałem w tekście. Okazało się, że opisany w pracy tok działań eksperymentalnych i analitycznych jest głęboko przemyślany i zrozumiany przez

autora. Nie opisano oczywiście wszystkich prób i działań prowadzących do optymalizacji procesów zastosowanych w części eksperymentalnej rozprawy. Odnoszę wrażenie, że autor przewidział w znacznym stopniu wyniki, które zmaterializowały się w postaci wyrobów po złożonych procesach termomechanicznych. Należy więc stwierdzić, że Pan mgr inż. Michał Gocki posiada olbrzymią wiedzę, umiejętności i intuicję naukową, rzadko spotykaną w środowisku naukowym.

Na uwagę zasługuje umiejętność Doktoranta do planowania, prowadzenia i interpretacji wyników badań zwłaszcza w bezpośrednim powiązaniu z różnymi wynikami innych analiz i pomiarów.

Merytoryczna ocena pracy jest więc jak najbardziej pozytywna.

Sposób opisu wyników oraz formułowanie wniosków uważam za poprawne a tekst czyta się dość płynnie i jest zbudowany logicznie. Oczywiście można zasugerować inną formę wypowiedzi lub użytych terminów, ale nie wpływa to na ocenę rozprawy.

Podsumowując moją recenzję chcę zaznaczyć, że wiele moich uwag ma charakter polemiczny i niekoniecznie muszą być właściwe i odpowiednie do recenzowanej rozprawy. Praca jest wartościowa nie tylko pod względem poznawczym ale przede wszystkim jest dowodem na umiejętności poruszania się w obszarze inżynierii materiałowej, a w tym w szczególności zrozumienia procesów i zależności w całym zakresie struktur materiałowych i technologii ich modyfikacji.

Po zapoznaniu się z pracą doktorską uważam, że rozprawa spełnia ustawowe wymogi stawiane doktorantom i określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018r. - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2024r. poz. 1571) Art. 187.

W związku z powyższym, zwracam się do Rady Dyscypliny Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej o dopuszczenie Pana mgr inż. Michała Gockiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie będąc pod wrażeniem wartości naukowej rozprawy wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej na ręce Przewodniczącego Prof. dr hab. inż. Adama Grajcara o wyróżnienie pracy.

z poważaniem

dr hab. inż. Włodzimierz Biniaś, prof. UBB