

R E C E N Z J A

pracy doktorskiej

Pana mgr inż. Michała Angreckiego

pt.

„Zastosowanie regeneratu z mas wiązanych żywicą furfurylową jako materiału posypki w technologii wykonywania wielowarstwowych form ceramicznych”

przedstawionej w dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”

wykonanej pod opieką promotora Pana dr hab. inż. Jarosława Jakubskiego, prof. AGH
oraz promotor pomocniczej dr inż. Jadwigi Kamińskiej

opracowana na zlecenie

Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa
Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie
(Pismo nr RD IMat. 510-196-84/2023
Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa AGH)

1. Ocena ważności i celowości podjętej tematyki badawczej

Technologia wytapianych modeli, w której wykorzystywane są wielowarstwowe formy ceramiczne, pozwala na wytwarzanie odlewów o bardzo wysokich dokładnościach kształtu i wymiarów a także, nieosiągalnej dla większości innych metod, gładkości powierzchni. Aby to osiągnąć należy stosować wysokiej jakości materiały na osnowę masy formierskiej zwłaszcza na jej pierwszą (i czasem drugą), przymodelową warstwę. Jednak dla uzyskania wysokiej jakości odlewów bez wad, istotne są także kolejne warstwy formy, na które stosowana jest osnowa o większych ziarnach oraz na ogół nieco niższych parametrach jakościowych. Stąd od pewnego czasu, zwłaszcza w świetle wciąż zaostrzanych kryteriów ekologiczności produkcji odlewniczej, pojawiają się próby wykorzystania na materiały formierskie, tworzące konstrukcyjne warstwy formy wielowarstwowej, regeneratu osnowy pochodzącej z innych technologii odlewniczych. Stąd zainteresowanie Autora rozprawy

możliwością wykorzystania regeneratu z mas wiązanych żywicą furfurylową jako materiału tzw. posypki w technologii wykonywania wielowarstwowych form ceramicznych.

Stwierdzam, że podjęty przez Niego temat jest bardzo ciekawy zarówno z naukowego jak i użytecznego punktu widzenia. Obecnie wykorzystanie takiego regeneratu jest niewielkie więc udowodnienie jego przydatności w metodzie wytapianych modeli może po pierwsze zmniejszyć problem odpadów z technologii mas furanowych, a po drugie znacząco obniżyć koszty stosowania ceramicznych form wielowarstwowych.

Realizacja pracy wniosła istotną i nową wiedzę w obszar materiałów formierskich na bazie regeneratu osnowy piaskowej a także stworzyła podstawy do wykorzystania wyników prac Autora w praktyce przemysłowej. **Mogę bez wątpliwości stwierdzić, że opiniowana praca wpisuje się w dyscyplinę naukową Inżynieria Materiałowa, w której została przedstawiona.**

2. Układ pracy i dobór źródeł literaturowych

Praca posiada typowy dla prac doktorskich układ z wyraźnie rozdzielonym *Przeglądem literatury*, stanowiącym rozdział 1 i *Częścią badawczą*, stanowiącą rozdział 2. Wyraźnie oddzielone zostały także nienumerowane rozdziały *Cel pracy* i *Tezy pracy*, które znajdują się po analizie stanu wiedzy. Pracę, zgodnie ze *Spisem treści* kończą nienumerowane *Podsumowanie*, *Wnioski* oraz *Literatura*. Na końcu znajdują się jednak jeszcze *Spis tabel* oraz *Spis ilustracji*, o których w spisie informacji nie ma.

Praca napisana jest na 142 stronach a *Przegląd literatury* zajmuje w niej 44 strony i napisany jest ciekawie i syntetycznie. Doktorant scharakteryzował w nim metodę wytapianych modeli, system sypkich mas samoutwardzalnych z żywicą furfurylową, metody regeneracji mas formierskich, najważniejsze metody badawcze, które potem w swoich pracach wykorzystywał, a także stan wiedzy w zakresie wykorzystania odpadów odlewniczych w technologii wytapianych modeli.

Doktorant wykorzystał 141 pozycji źródłowych, co w przypadku pracy doktorskiej jest liczbą znaczącą, choć oczywiście ocenie powinna zawsze podlegać jakość a nie liczba cytowanych źródeł. Analizując wiek przytaczanych źródeł stwierdzam, że w pracy wykorzystano zarówno podstawowe pozycje z lat odległych jak i wiele, tj. 31 pozycji z ostatnich lat tj. okresu 2018-2023. Nie brałem tutaj pod uwagę dat dostępu do źródeł internetowych. Stwierdzam tym samym, że Autor zapoznał się z aktualnym stanem wiedzy bardzo starannie. Mocną stroną doboru źródeł jest ich różnorodność, ponieważ Autor cytuje zarówno książki, artykuły naukowe, referaty konferencyjne oraz normy i inne dokumenty branżowe. Spis literatury wykonany jest starannie i jedynie w kilku pozycjach zauważyłem, głównie drobne, błędy edytorskie. **Podsumowując ten aspekt oceny pracy stwierdzam, że**

dobór źródeł literaturowych oraz ich wykorzystanie dla opracowania przeglądu literatury, stoją na bardzo dobrym poziomie.

3. Tezy i cele pracy

Cel pracy sformułowany jest krótko ale zrozumiale, choć mam pewne wątpliwości co do jego składni, a mianowicie brakuje mi precyzyjnego wskazania, czego dotyczy wspomniany „wpływ zastosowania regeneratów”. Teza natomiast składa się z czterech wypunktowanych części i uważam, że została niepotrzebnie tak mocno rozbudowana. Można było z tych części skompilować jedną, bardziej złożoną tezę, ponieważ teraz jest to trochę jak "dzielenie włosa na czworo".

Podsumowując stwierdzam, że mimo wymienionych i drobnych niedociągnięć, zarówno teza jak i cel pracy sformułowane są właściwie, a lektura części badawczej pracy pozwala stwierdzić, że jej zakres został wykonany, cel osiągnięty a teza wiarygodnie udowodniona.

4. Ocena stosowanej metodologii, opisu badań własnych, dyskusji wyników oraz uwagi krytyczne o charakterze merytorycznym do dyskusji

Opis przeprowadzonych badań, przedstawienie ich wyników oraz analiza są bardzo jasne, czytelne i powinny być zrozumiałe nawet dla czytelników nieznających się dokładnie na omawianych zagadnieniach. Na szczególną uwagę zasługuje staranne zaplanowanie badań, chociaż nie przedstawiono w pracy ich planu, schematu, czy algorytmu i następnie konsekwentna ich realizacja. Doktorant wykorzystał wiele różnorodnych i adekwatnych do planowanych rezultatów metod i technik badawczych, potwierdził biegłość w ich stosowaniu, a także umiejętność analizy wyników i wyciągania trafnych wniosków.

W tym zakresie rozprawę oceniam bardzo dobrze i stwierdzam, że Doktorant wykazał się bardzo dobrym warszatem badawczym oraz adekwatną do jego zastosowania wiedzą, co pozwoliło Mu na uzyskanie wartościowych, ciekawych i unikalnych wyników.

Jak to zwykle bywa, Autor nie ustrzegł się błędów i niedociągnięć, które jednak nie obniżają, jednoznacznie bardzo dobrej oceny rozprawy. Najważniejsze z nich przytoczyłem poniżej:

- Str. 1, tytuł rozprawy: „posypka” to raczej słowo z żargonu technicznego odlewni. Właściwsze byłoby w tytule użycie np. „sypkiej warstwy pokrywającej” a w treści pracy wprowadzić termin „posypka” i dalej już go stosować.
- Str. 4, Spis treści: Jeśli podana jest właściwa nazwa „żywica furfurylowa” i nagle pojawia się nazwa „furanowa” to należałoby to wcześniej wyjaśnić. Jest tak dalej w treści pracy, ale w spisie treści sugerowałbym jednoznaczność.

- Str. 4, Spis treści: Raczej trzymałbym się określenia "*technologia wytapianych modeli*" "*Metoda traconego wosku*" to jest raczej historyczna i rzadko już stosowana nazwa tej metody.
- Str. 4, Spis treści: Brakuje fragmentu tytułu rozdziału 2.1. W treści pracy jest tak samo.
- Str. 4-5, Spis treści: Raz jest „*kinetyka wysychania*” drugi raz „*kinetyka suszenia*”.
- Str. 6: Mamy rok 2023 i dane z lat 2018-2019 są już mocno nieaktualne zwłaszcza, że była pandemia Covid-19 i wybuchła wojna na Ukrainie. Istnieją dane publikowane przez czasopismo Modern Casting ze stanem na grudzień 2021 - opublikowane w styczniu 2023.
- **Str. 6: Ciekawa informacja (*Chiny rocznie produkują ponad 30 milionów ton odpadów*), w świetle wielkości chińskiej produkcji, która wynosi blisko 50mln ton. Sugeruje to, że chińskie odlewnictwo jest tak ekologiczne?**
- **Str. 6: Podobnie z danymi z naszego kraju (*W Polsce powstaje łącznie około 29 tys. ton odpadów zakwalifikowanych jako odpady z procesów termicznych*). Tak mało przy blisko 1mln ton produkcji odlewów? Nie zgadza się to z podanymi dalej szczegółowymi danymi odnośnie do odpadów odlewniczych.**
- Str. 13: „*Ze względu na wysoki współczynnik akumulacji...*” – czego? Ciepła?
- Str. 45: „*żeliwo wernikularne*” – powinno być „*wermikularne*”.
- Str. 50: „*zregenerowanych form ceramicznych*” i dalej „*Zużyte formy były kruszone, a następnie poddane procesowi regeneracji mechanicznej*”. Nie regeneruje się form ceramicznych a jedynie ich osnowę ceramiczną.
- Str. 51: Brakuje trochę podsumowania przeglądu literatury, które wprowadzałyby czytelnika w część badawczą, wskazując na jej celowość.
- **Str. 58: „*Regeneraty oznaczono symbolami F, M oraz S.*” Warto by było wyjaśnić dlaczego akurat takie oznaczenia a nie np. 1, 2, 3 czy też A, B, C. Szkoda, że o tych materiałach nie podano niczego więcej. Interesujące byłyby informacje szczegółowe na temat technologii tj. rodzaju stosowanej żywicy i utwardzacza, ich proporcji, jakie zalewano stopy i jaka była wielkość form (stopień przepalenia masy), jakie stosowano urządzenia do regeneracji wstępnej itd.**
- Str. 61: „*Ponieważ do wykonania doświadczalnych materiałów ceramicznych stosowano regenerat przetworzony w kilku cyklach regeneracji...*”. Ile było tych cykli? Trzy (wstępny i dwa właściwe), czy więcej?
- **Str. 63: „*Pierwszą powłokę materiałów ceramicznych sporządzoną na bazie ciekłej masy ceramicznej wykonano po upływie 24 godzin od momentu rozpoczęcia procesu mieszania masy.*” Dlaczego po tak długim czasie?**
- Str. 67, rysunek 2.8: Szkoda, że nie ma schematu działania urządzenia albo przynajmniej opisów na zamieszczonym zdjęciu.
- Str. 67: „*Zapis obrazu w postaci cyfrowej pozwala na komputerową analizę otrzymanego obrazu i w jej rezultacie wyznaczenie kątów zwilżania z obu stron analizowanej kropli.*” Szkoda, że dla wybranego przykładu nie przedstawiono sekwencji klatek, pokazujących pojedynczy cykl takiego rejestrowanego badania.

- Str. 68, tabela 2.7: żywica F, M i S - Wcześniej w ten sposób oznaczono regeneraty. Czy te oznaczenia ze sobą korespondują?
- Str. 77: „przygotowane próbki żeliwa” - Jakie próbki żeliwa? Nic o nich wcześniej nie wspomniano.
- Str. 79: „żeliwo Nicrosilal” - Dlaczego akurat taki gatunek żeliwa?
- Str. 81: „Wykorzystanie regeneratu z masy furanowej jako materiału posypki nie powoduje pęknięć powierzchniowych jak i wewnętrznych materiałów ceramicznych.” Nie znalazłem w wynikach badań zwilżalności danych, które by uprawniały do takiego, daleko idącego, wniosku.
- Str. 83, rysunek 2.26: Takie zdjęcie w pracy doktorskiej niewiele wnosi. Lepszy byłby już schemat z opisem.
- Str. 85, rysunek 2.28: Podobnie jak wyżej: o ile jest zdjęcie to pomocny byłby jeszcze schemat z opisem.
- Str. 101: *Obserwacje mikroskopowe materiałów ceramicznych* - Zbadano tylko regenerat S? Jeśli tak, do dlaczego? Z takich samych powodów jak wcześniej, czyli dlatego, że posiadał najwyższe właściwości mechaniczne? Ale ciekawe byłoby porównanie tych trzech regeneratów.
- Str. 103: „W ten sposób wykonano 5 warstw formy ceramicznej.” Porównaj liczbę warstw z tymi dla form na odlewy testowe = 7, podaną na str. 107. Dlaczego jest taka różnica?
- **Str. 107, 2.4. Wykonanie odlewów testowych - Czy wielkość i kształt odlewów testowych były dobrane świadomie i celowo? Czy kierowano się w takim ich wyborze?**
- Str. 125, Wnioski: Wniosek 1 jest niepotrzebnie tak rozbudowany. Należało skrócić go do pierwszych dwóch zdań. Reszta to jest raczej dyskusja wyników, która była już przeprowadzona wcześniej.
- Str. 132, poz. 77 spisu literatury: wielokrotnie powtórzone te same informacje przez co rekord zupełnie nieczytelny.

Wartość naukową rozprawy, mimo tych nielicznych uwag i różnorodnych błędów, które wymieniłem i tych, które zaznaczyłem w tekście pracy, oceniam jako bardzo dobrą a Doktoranta proszę o pisemne odniesienie się do uwag zapisanych czcionką pogrubioną oraz wyraźnie wyartykułowanych wcześniej w treści recenzji.

5. Strona edycyjna pracy oraz poprawność językowa i stylistyczna

Zarówno strona edycyjna jak i poprawność językowa pracy stoją na bardzo dobrym poziomie. Czyta się ją bardzo dobrze, ponieważ stanowi spójną całość. Napisana jest na ogół zrozumiałym językiem, z niewielką liczbą błędów stylistycznych i gramatycznych a także błędów edytorskich czy tzw. literówek. Błędów tego typu nie raportowałem w recenzji a jedynie przekazałem Doktorantowi w egzemplarzu recenzenckim dla przeanalizowania

i wyeliminowania w przyszłości. Jakość i estetyka grafiki stoją na wysokim poziomie oprócz uwagi, że niektóre rysunki powinny być większe, przez co czytelniejsze.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Praca napisana jest na bardzo dobrym poziomie w każdym ocenianym aspekcie. Doktorant wykazał się bardzo dobrą umiejętnością opracowania krytycznego przeglądu literatury i na jego podstawie sformułował cel oraz rozbudowaną tezę badawczą, którą następnie udowodnił w bardzo dobrze zaplanowanym i zrealizowanym planie badawczym. Wykazał się biegłością w stosowaniu różnorodnych technik badawczych oraz umiejętnością analizy wyników i formułowania wniosków.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca doktorska Pana mgr inż. Michała Angreckiego pt. „*Zastosowanie regeneratu z mas wiązanych żywicą furfurylową jako materiału posypki w technologii wykonywania wielowarstwowych form ceramicznych*” spełnia wymagania stawiane przez Rozporządzenie Ministra z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z dnia 30 stycznia 2018 r. poz. 261) oraz Ustawę z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw, wobec czego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie o dopuszczenie Kandydata do publicznej obrony.



.....