



**Prof. dr hab. inż. Tadeusz Pacyniak**

tadeusz.pacyniak@p.lodz.pl

Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji

Wydział Mechaniczny

Politechnika Łódzka

---

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

**mgr inż. Aleksandry Grabarczyk, z tytułowanej**

***„Analiza i ocena deformacji mechanicznej i cieplnej mas formierskich***

***z wybranymi spoiwami ”***

wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Odlewnictwa

Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

ŁÓDŹ, październik 2018

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Pacyniak  
Politechnika Łódzka  
Katedra Technologii Materiałowych  
i Systemów Produkcji

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Aleksandry Grabarczyk**, zatytułowanej  
*„Analiza i ocena deformacji mechanicznej i cieplnej mas formierskich  
z wybranymi spoiwami ”*

wykonana na zlecenie Dziekana Odlewnictwa  
Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

### 1. Charakterystyka ogólna pracy

Jednym z podstawowych czynników wpływających na jakość odlewów wytwarzanych w formach piaskowych jednorazowych, głównie na dokładność wymiarowo-kształtową oraz chropowatość powierzchni jest jakość form i rdzeni odlewniczych. Zapewnienie odpowiednich właściwości mas formierskich i rdzeniowych, a więc odpowiedniej jakości odlewów, przy jednoczesnym spełnieniu wymogów ochrony środowiska jest trudne i niestety często przeciwstawne. Aktualnie kierunki rozwojowe w dziedzinie mas formierskich i rdzeniowych zmierzają do opracowania mas charakteryzujących się mniejszą szkodliwością dla środowiska naturalnego oraz odpowiednią odpornością na deformacje. Zaliczyć do nich można badania zmierzające do opracowania mas formierskich i rdzeniowych ze spoiwami nieorganicznymi o lepszej wybijalności, spoiwami organicznymi o mniejszej toksyczności oraz spoiwami biodegradowalnymi o dużej odporności na deformacje mechaniczne i cieplne. Badania te zmierzają również do opracowania metodyki oceny odporności na

deformacje masy, która może być pomocna w doborze technologii dla wysoce zmechanizowanych czy zautomatyzowanych odlewniczych linii produkcyjnych.

W poniższej pracy Autorka skupiła się na ocenie takich właściwości mas formierskich i rdzeniowych jak ich odporność na deformację mechaniczną oraz cieplną, a także na opracowaniu metodyki oceny tych parametrów masy, która byłaby pomocna w doborze technologii dla wysoce zmechanizowanych zakładów produkcyjnych.

Recenzowana praca wpisuje się w tematykę współczesnych badań, a dotyczy zagadnień związanych z doбором mas formierskich i rdzeniowych, a w szczególności zagadnień związanych z opracowaniem metodyki pozwalającej na określenie wpływu wybranych dodatków wprowadzanych do spoiwa na zjawiska odkształcalności masy formierskiej. Autorka w swojej pracy podjęła m.in. próbę oceny wpływu wprowadzanych dodatków. Analizie poddała dwa rodzaje deformacji masy formierskiej.

Pierwszą grupę stanowią deformacje mechaniczne masy formierskiej. Drugą grupę deformacji, która ma wpływ na jakość odlewu, stanowią deformacje związane z oddziaływaniem podwyższonej temperatury.

Podstawę analizy przeprowadzonej przez Doktorantkę stanowiły badania empiryczne na stanowisku badawczym wyposażonym w aparaturę badawczą zaprojektowaną we współpracy z firmą Multiserw-Morek.

**Problematykę recenzowanej pracy należy więc uznać jako trafną zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i ze względu na możliwości praktycznego zastosowania wyników badań i opracowań Autorki.**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Grabowskiej zatytułowana „Analiza i ocena deformacji mechanicznej i cieplnej mas formierskich i rdzeniowych z wybranymi dodatkami” liczy 217 stron, wraz z bogatą bibliografią (122 pozycje), oraz streszczeniem w języku polskim i angielskim.

Uważam, że dobór literatury przez Doktorantkę pozwala wnosić o Jej dobrym merytorycznym przygotowaniu do podjęcia problematyki związanej realizowaną tematyką pracy. Język rozprawy jest stosunkowo przejrzysty, zaś jej konstrukcja jest czytelna. Mam małą uwagę co do spisu treści. Rozdział 11 moim zdaniem powinien mieć tytuł „Metodyka badań i badania własne”. Czytając pracę miałem czasem wrażenia, że czytam sprawozdanie z badań, a nie dysertację doktorską. Poziom edycyjny pracy nie budzi większych zastrzeżeń, chociaż np. w recenzowanym egzemplarzu od rys.10 w podpisach rysunków jest zbyt duża spacja.

## **2. Ocena części literaturowej**

Część literaturowa zawarta jest w Części Kompilacyjnej i stanowi przegląd prac dotyczących mas formierskich, sypkich mas samoutwardzalnych, technologii gorącej rdzennicy ( Hot-box), technologii zimnej rdzennicy (cold – box). W rozdziale 6 Doktorantka przedstawiła współczesne kierunki rozwojowe i ich ograniczenia, zaś w rozdziale 7 nowe kryteria oceny jakości mas formierskich.

W części kompilacyjnej rozprawy szeroko omówiła podstawowe rodzaje mas formierskich wykorzystywanych w odlewnictwie, skupiając się na masach wiązanych spoiwami, przedstawiono szczegółowo ich charakterystykę oraz mechanizm wiązania. Wśród opisu znanych i szeroko stosowanych rodzajów mas formierskich nie zabrakło także najnowszych rozwiązań, jak mas z uwodnionym krzemianem sodu utwardzanych w podwyższonej temperaturze. Doktorantka opracowała podstawy teoretyczne związane z obydwoma rodzajami badanych odkształceń.

Układ tej części pracy jest prawidłowy, a sam opis dość wyczerpujący, choć Autorka nie ustrzegła się błędów zarówno edytorskich, jak i językowych. Przykładowo np. na str.7 doktorantka wymienia jako jeden z podstawowych

parametrów odlewu - „gładkość powierzchni” powinno być - *chropowatość powierzchni*. Drugi przykład na str.50 Autorka pisze „ Przedstawiony poniżej wykres (rys. 20)”, a w pracy ten rysunek 50 jest powyżej. Takich przypadków jest w pracy dużo więcej. Ogólnie jednak należy stwierdzić, że zebrane dane stanowią dobrze prezentujący się zbiór odpowiadający tematowi pracy.

Oceniając tę część pracy stwierdzam, że tak przedstawiona część literaturowa stanowi wystarczającą podstawę teoretyczną do realizacji podjętego tematu.

### **3. Teza i cel rozprawy**

W rozdziale 8 zatytułowanym „ Tezy i cele pracy” Autorka sformułowała 3 tezy naukowe:

1. Zdolność masy formierskiej do deformacji mechanicznej (elastyczność masy formierskiej) jest jednym z czynników wpływających na skłonność rdzeni do pęknięcia w trakcie montażu formy oraz może mieć wpływ na dokładność wymiarową odlewów.
2. Skłonność masy formierskiej do deformacji cieplnej, w specyficznym okresie wytwarzania odlewów tj. w momencie zalewania formy ciekłym stopem odlewniczym, jest drugim z czynników określających deformacje zachodzące w rdzeniach, koniecznym do odpowiedniej oceny jakości masy formierskiej i rdzeniowej.
3. Rodzaj zastosowanego spoiwa oraz technologii sporządzania masy formierskiej ma wpływ na stopień deformacji masy pod wpływem działania czynników mechanicznych (elastyczność) i termicznych (hot-distortion).

Pomimo, że rozdział zatytułowany jest „tezy i cele pracy” to Doktorantka określiła jeden cel pisząc, że „celem pracy było określenie wpływu rodzaju spoiwa i jego ilości oraz wpływ wprowadzanych dodatków ( materiału biodegradowalnego PLC oraz nanocząstek fazy  $\alpha$  oraz  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) na zjawiska odkształcalności masy formierskiej”.

Niestety mgr inż. A. Grabarczyk nie sformułowała w sposób mnie satysfakcjonujący tez pracy doktorskiej, co moim zdaniem ją zuboża. Co prawda podała w pracy trzy tezy, które jednak są mało syntetyczne, a przez to i mało czytelne .

#### **4. Ocena części merytorycznej rozprawy**

Autorka rozprawy w części doświadczalnej opisała szerokie spektrum przeprowadzonych badań, dotyczących elastyczności i wytrzymałości masy na zginanie oraz odporności na deformację cieplną co zdecydowanie podnosi wartość pracy. Dobór zarówno rodzaju badań, jak i technik badawczych potwierdza dojrzałość naukową Autorki rozprawy.

W części badawczej Doktorantka zaprezentowała oryginalną metodykę oraz aparaturę badawczą opracowaną we współpracy z firmą Multiserw-Morek, składniki mas formierskich, dodatki, oraz analizę ziarnową stosowanego piasku. W pracy Autorka przeprowadziła badania zarówno mas formierskich opartych o spoiwa o charakterze nieorganicznym jak i mas wiązanych spoiwami organicznymi.

W szczególności przebadła masy z uwodnionym krzemianem sodu, masy z żywicą furfurylową, (popularnie nazywane furanowymi), z żywicą alkidową, masy sporządzone w technologii cold-box (z żywicą fenolowo-formaldehydową), hot-box (z żywicą furfurylową), a także nieorganiczną masę formierską utwardzaną w podwyższonej temperaturze – masę Inotec.

Autorka określiła wpływ rodzaju spoiwa i jego ilości oraz wpływ wybranych dodatków wprowadzanych do spoiwa (materiału biodegradowalnego PCL oraz nanocząstek fazy  $\alpha$ - oraz  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) na zjawiska odkształcalności masy formierskiej. Wykonała badania termogravimetryczne (spoiw i mas), wytrzymałości mas na zginanie (po ½, 1, 2, 4 i 24h), deformacji mechanicznej – elastyczności (po ½, 1, 2, 4 i 24h), deformacji cieplnej – hot distortion (po 24h). Dla wybranych mas Doktorantka wykonała także badania lepkości, SEM, FTiR. Analiza czynników mechanicznych oraz termicznych i odpowiednie określenie wielkości tych parametrów pozwoliło Autorce na utworzenie zestawienia wymienionych właściwości dla najpopularniejszych mas formierskich i rdzeniowych stosowanych w przemyśle.

Pani dr. inż. A. Grabarczyk uważa, podzielam ten pogląd, że przy rosnącym stopniu mechanizacji jednym z istotnych parametrów może stać się właśnie pomiar deformacji mechanicznej, czyli elastyczności masy. Parametr ten mówiący o deformacjach masy, które dokonują się w warstwie spoiwa, odnosi się do bardzo ważnego etapu procesu produkcji odlewów, jakim jest montaż rdzeni oraz składanie form. Stąd niniejsza rozprawa oprócz aspektu naukowego, ma także aspekt użytkowy, bowiem dostarcza producentom odlewów danych o wielkości deformacji masy formierskiej pod wpływem działania nacisku.

We wnioskach Doktorantka bardzo niefortunnie zredagowała wniosek 2.1 pisząc „W przypadku nieorganicznych mas formierskich...”, masy są na ogół syntetyczne ze spoiwami między innymi nieorganicznymi.

Powyższe uwagi, nie umniejszają merytorycznej wartości pracy. Do szczególnych osiągnięć Doktorantki zaliczyć należy wykonanie oryginalnej aparatury badawczej we współpracy z firmą Multiserw-Morek, autorskiej metodyki badawczej, pozwalającej wyznaczać stopień deformacji masy pod wpływem działania czynników mechanicznych (elastyczność) i termicznych (hot-distortion).

## 5. Ocena końcowa

Przytoczone uwagi krytyczne w niczym nie umniejszają pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy zarówno pod względem zastosowanych metod badawczych, jak też uzyskanych wyników i ich interpretacji. Doktorantka zrealizowała zakres merytoryczny pracy. Wykazała się wiedzą, umiejętnością w prowadzeniu eksperymentów oraz opracowania i analizy wyników. **Należy podkreślić, że wykonanie aparatury badawczej oraz opracowanie autorskiej metodyki badawczej, pozwalającej wyznaczać stopień deformacji masy jest niewątpliwą nowością i osiągnięciem autorskim Doktorantki.**

### Wniosek końcowy

Na podstawie powyższej opinii o rozprawie doktorskiej mgr inż. Aleksandry Grabowskiej reprezentującej dyscyplinę *metalurgia* zatytułowanej „Analiza i ocena deformacji mechanicznej i cieplnej mas formierskich z wybranymi spoiwami”, której promotorem jest Prof. dr hab. inż. Stanisław M. Dobosz z Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie. Stwierdzam, iż Autorka :

- wybrała temat rozprawy ważny dla rozwoju nowych metod badawczych mas formierskich i rdzeniowych,
- przyjęła wystarczająco szeroki, spójny zakres zagadnień rozpatrywanych w rozprawie,
- przeprowadziła badania stopnia deformacji mechanicznej i cieplnej mas formierskich i rdzeniowych
- uzyskała wyniki, które mogą być wykorzystane w innych pracach badawczych jak i w przemyśle odlewniczym.

Stwierdzenia powyższe są podstawą opinii, iż rozprawa spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim. Przedkładam więc Wysokiej Radzie Wydziału Odlewnictwa Akademii Górniczo–Hutniczej w Krakowie wnioseko dopuszczenie **mgr inż. Aleksandry Grabarczyk** do publicznej obrony.