

dr hab. inż. Andrzej TRYTEK, prof. PRz

POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. Ignacego Łukasiewicza
Wydział Mechaniczno-Technologiczny
Zakład Wytwarzania Komponentów i Organizacji Produkcji
ul. Kwiatkowskiego 4,
37-450 Stalowa Wola

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

mgr inż. Marcina Waksmundzkiego,

pt.: „***Badania wpływu wybranych czynników atmosferycznych i technologicznych
na stabilizację kształtowo-wymiarową drewnianych modeli odlewniczych***”,

której promotorem jest dr hab. inż. Jerzy Zych, prof. nadzw. AGH

Recenzję wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie dr hab. inż. Rafała Dańko, prof. nadzw. AGH, z dnia 23 listopada 2018 roku.

1. Tematyka rozprawy

Rozwój technologii oraz wymagania stawiane przez odbiorców komponentów stawiają przed firmami metalurgicznymi coraz większe wyzwania dotyczące jakości odlewów. Gwarancją najwyższej jakości jest zapewnienie stabilności procesu technologicznego oraz wszystkich elementów oprzyrządowania wykorzystywanego w procesie wytwarzania. W produkcji odlewów działania zapewniające jak najwyższą jakość rozpoczynają się od zaprojektowania oraz wytworzenia oprzyrządowania modelowego.

Specjalistyczna literatura techniczna przedstawia wiele nowoczesnych rozwiązań stosowanych do wytwarzania kompletów modelowych i rdzennic. Znaczna część tych publikacji dotyczy modeli metalowych, z tworzyw sztucznych lub jednorazowych a nawet wykonywania form bez udziału modeli i rdzennic. Natomiast rzadko spotykane są opracowania dotyczące projektowania, wykonywania i badań właściwości modeli z drewna lub z kompozytów

drewnianych. Materiały te są nadal stosowane w branży odlewniczej, szczególnie na odlewy wielkogabarytowe oraz w produkcji krótkich serii odlewów. Brak na rynku pracy specjalistów modelarzy odlewniczych powoduje, że odlewnie coraz częściej poszukują wyspecjalizowanych firm modelarskich wykonujących oprzyrządowanie z drewna. Wykonanie oprzyrządowania modelowego wymaga dużego doświadczenia wspartego wiedzą dotyczącą wpływu czynników zewnętrznych na właściwości użytkowe modeli z drewna. Stąd też tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Waksmundzkiego dotycząca „*Badania wpływu wybranych czynników atmosferycznych i technologicznych na stabilizację kształtowo-wymiarową drewnianych modeli odlewniczych*”, wydaje się być bardzo trafna i potrzebna dla branży odlewniczej w Polsce.

2. Charakterystyka i układ pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Waksmundzkiego liczy 120 stron, na które składają się: streszczenie, wprowadzenie oraz 5 rozdziałów podzielonych na część teoretyczną i część doświadczalną. W pracy zamieszczono 10 tabel, 5 wzorów oraz 79 rysunków. Literatura zawiera 44 pozycje bibliograficzne.

W części teoretycznej rozprawy Autor opisał drewno jako surowiec przeznaczony do produkcji modeli odlewniczych. Doktorant przedstawił materiał do badań w aspekcie teoretycznym dotyczącym właściwości użytkowych drewna oraz w aspekcie praktycznego wykorzystania drewna do budowy modeli odlewniczych. Scharakteryzował wady i zalety drewna jako materiału konstrukcyjnego, omówił jego właściwości fizyczne i mechaniczne (rozdz. 2.1 ÷ 2.7). W rozdziale 2.8 Autor rozprawy przedstawił oprzyrządowanie odlewnicze wykonywane z drewna: klasyfikację modeli, rdzennic, normy modelarskie, stosowane gatunki drewna, warunki przygotowania tarcicy, suszenie i klejenie. Rozdziały 2.9 ÷ 2.15 charakteryzują zasady budowy oraz projektowania modeli i rdzennic drewnianych, warunki ich użytkowania i zabezpieczenia powierzchni oraz magazynowanie, a także możliwości badania drewna metodą nieniszczącą.

Przedstawione w części teoretycznej informacje wprowadzają czytelnika w sedno zagadnienia dotyczącego materiału badanego przez Autora. Świadczyć to może o dużej wiedzy Doktoranta dotyczącej specyficznego materiału konstrukcyjnego jakim jest drewno i jego zastosowanie w modelarstwie odlewniczym. Na zakończenie części teoretycznej brakuje końcowej analizy zagadnienia, która przyczyniła się do postawienia tezy pracy. Autor nie ustrzegł się także innych błędów np.:

- niezrozumiała kolejność cytowania literatury, która rozpoczyna się od pozycji 5 a następnie cytowane są pozycje 30, 31;
- słaba jakość rysunków: 2.11 ÷ 2.21.

Część doświadczalna rozprawy doktorskiej składa się z czterech rozdziałów zawierających tezy pracy, zakres pracy, metodykę badań oraz podsumowanie z wnioskami końcowymi. W tym zestawieniu brakuje jednoznacznego określenia celu pracy oraz osobnego rozdziału dotyczącego analizy wyników badań.

Doktorant dla potrzeb realizacji zadań przewidzianych w zakresie pracy, a przede wszystkim odzwierciedlenia warunków zbliżonych do rzeczywistych, opracował i skonstruował stanowisko badawcze (rozd. 5.1, rys. 5.1.). Stanowisko to stanowi komora klimatyczna umożliwiająca zmianę temperatury i wilgotności. Dodatkowo wyposażono ją w czujnik przemieszczeń. Podczas badań wyniki zmian temperatury, wilgotności oraz przemieszczenia rejestrowane są elektronicznie w sposób ciągły.

Przedmiot badań (rozd. 5.2.) stanowiły dwa gatunki drewna: sosnowe i olchowe. W opisie przygotowania próbek (str. 72) do badań Autor pisze: ... „*Próbki były wykończone w identyczny sposób jak wielkogabarytowe modele odlewnicze.*” Brakuje tutaj dokładnego opisu preparatyki i przygotowania tych próbek. Taki opis umożliwiłby porównanie z innymi pracami lub w przyszłości uzupełnienie badań o inne gatunki drewna.

W rozdziale 5.2.1. (str. 73) Doktorant pisze: „...*schodkowy charakter wykresu dla badań wzdłuż włókien związany jest z klasą dokładności przyrządu pomiarowego...*”. Może należało wymienić przyrząd pomiarowy na dokładniejszy ? Wykresy „*schodkowe*” przedstawiające zmiany wymiarowe, kąta wygięcia oraz wilgotności w funkcji czasu są mało czytelne. Należałoby je przedstawić w postaci punktowej co znacznie poprawiłoby czytelność oraz ich analizę. Na rysunku 5.8 (str. 75) przedstawiono zmiany wymiarów w funkcji czasu oraz linię trendu tych zmian. W opisie do tego wykresu Autor pisze „...*Przebiegi zmian wymiarowych drewna stosunkowo dobrze opisują równania logarytmiczne.*”... ale na wykresie obok równania brak współczynnika korelacji R, który opisuje poziom zależności liniowej między tymi zmiennymi.

Doktorant na końcu rozdziału 5.2.1 (str. 78) sformułował wniosek: „...*analizowane zmiany z opisaną szybkością przebiegają w cienkich warstwach (poniżej 3,0 mm),...*”. Skąd ten wniosek skoro badania były prowadzone dla próbek o grubości 5 mm ?

Na stronie 79 (rozd. 5.2.2) Autor pisze: „... *zmiany kształtowe próbki dla układu wzdłuż włókien są bardzo małe, trudne do rejestracji. Dlatego zrezygnowano z tych badań, a w pracy nie*

sa prezentowane wyniki. ...". Czy to nie jest związane z uwagą dotyczącą klasy dokładności przyrządu pomiarowego (rozdz. 5.2.1.) ? Warto byłoby przedstawić taki wykres lub chociaż wartość tej zmiany, aby tym samym potwierdzić celowość rezygnacji z tych badań.

W rozdziale 5.4.1. dotyczącym metodyki badań ultradźwiękowych nie jest dla mnie jasne dlaczego Autor wybrał próbki cylindryczne. Może prosty schemat ideowy wyjaśniłby to zagadnienie.

Wyniki pomiarów prędkości propagacji podłużnej fali ultradźwiękowej (rys. 5.40 i 5.41) w zależności od wilgotności przedstawione są dla różnej liczby punktów pomiaru oraz różnych zakresów wilgotności: sosna dla 8 punktów (gdzie $W = 10 \div 30\%$), a olcha tylko 3 punkty (gdzie $W = 10 \div 22,5\%$), dlaczego ? Brakuje również współczynnika korelacji R przy równaniach. Z kolei na rysunku 5.42 wyniki to 5 punktów pomiarowych dla sosny (gdzie $W = 10 \div 25\%$) i olchy (gdzie $W = 10 \div 20\%$). Skąd te różnice w ilości punktów pomiarowych oraz różnice w zakresach wilgotności ?

Zmiany prędkości propagacji podłużnej fali ultradźwiękowej C_L w zmiennych warunkach nawilżania i wysychania na rysunkach 5.47 i 5.48 (str. 105 ÷ 106) przedstawiono tylko dla jednego cyklu i tylko dla drewna olchy. Z punktu widzenia praktycznego istotne byłoby określenie zmian C_L dla obu gatunków drewna, a większa ilość cykli nawilżania i wysychania zbliżyłaby warunki badań laboratoryjnych do rzeczywistych warunków przemysłowych panujących podczas formowania modelu, przetrzymywania modelu w formie, wyjęcia modelu i oczekiwania na ponowne formowanie.

Szczegółowy wykaz usterek, drobnych błędów edytorskich, stylistycznych oraz interpunkcyjnych, które zostały oznaczone w pracy, przekazano Autorowi. Te błędy nie umniejszają jakości merytorycznej recenzowanej rozprawy doktorskiej.

3. Osiągnięcia Doktoranta

Doktorant zaprezentował w rozprawie oryginalną metodykę badawczą dla potrzeb której opracował i skonstruował stanowisko naukowo-badawcze. Stanowisko zostało zaprojektowane w sposób przemyślany, tak aby można było realizować kilka zadań badawczych. Składa się ono z komory klimatycznej, w której można umieszczać różne moduły pomiarowe: do określania zmian wymiarów, do określania zmian kształtu, do określania zmian wymiarowych modeli w obustronnym kontakcie z masą formierską, do określania zmian wymiarowych modeli w jednostronnym kontakcie z masą formierską.

Autor opracował także nowy kształt próbek drewnianych do badań ultradźwiękowych. Cylindryczny kształt tych próbek umożliwił korelację pomiędzy wilgotnością badanego drewna a prędkością propagacji podłużnej fali ultradźwiękowej.

Wyznaczenie przez Doktoranta zależności zmian wymiarowych drewna oraz kształtu modeli w odniesieniu od czasu wytrzymania oraz rodzaju masy formierskiej w zmiennych warunkach wilgotności to ważne osiągnięcie. Opracowanie to może przyczynić się do istotnych zmian w procesie projektowania modeli drewnianych oraz opracowania technologii formowania. Dzięki tym zależnościom możliwe jest na przykład oszacowanie czasu, przy którym zmiany wymiarowe i kształtowe modelu znajdują się w granicach tolerancji wymiarowej gotowego odlewu i można ten model wykorzystać do formowania.

Opracowane wyniki badań mogą być wykorzystane w doborze metody formowania i rodzaju masy formierskiej w aspekcie czasu wytrzymania modelu w formie. Określenie wpływu wilgotności na zmiany kształtowe modelu przyczynić się może do opracowania nowych metod zabezpieczania powierzchni modeli przed wilgocią. Wyznaczenie wpływu wilgotności na zmiany kształtowe modelu może spowodować dalszy rozwój badań nad przeciwdziałaniem nasiąkaniu głębszych warstw modeli drewnianych.

Autorskie opracowanie w rozprawie to także wyznaczenie zależności pomiędzy prędkością propagacji podłużnej fali ultradźwiękowej C_L a wilgotnością W . Dzięki tej zależności możliwa jest nieniszcząca kontrola drewna wykorzystywanego do konstruowania modeli odlewniczych.

4. Uwagi i pytania do Doktoranta

1. W jaki sposób dobrano i wytypowano parametry: temperaturę i wilgotność; do badań na stanowisku pomiarowym w komorze klimatycznej (rozdz. 5.1, rys. 5.1.) ?
2. Dlaczego do badań wybrano tylko dwa gatunki drewna: sosnowe i olchowe ?
3. Dlaczego na wykresach przebiegu zmian wymiarowych w funkcji czasu (rys. 5.4 ÷ 5.35) wyniki zakończenia pomiaru (czasu) są różne ?
4. Jak odnieść pomiary prędkości propagacji podłużnej fali ultradźwiękowej w funkcji wilgotności $C_L = f(W)$ dla gotowych modeli z warstwą lakierniczą, jak zastosować to w praktyce modelarskiej ?

5. Wniosek końcowy

Rozprawa mgr inż. Marcina Waksmundzkiego dotycząca „*Badania wpływu wybranych czynników atmosferycznych i technologicznych na stabilizację kształtowo-wymiarową drewnianych modeli odlewniczych*” spełnia wymagania dotyczące prac doktorskich:

- przedstawione w rozprawie tezy Doktorant udowodnił i poparł uzyskanymi wynikami badań, które zrealizował zgodnie z przedstawionym zakresem pracy,
- opracował i skonstruował własne stanowisko badawcze umożliwiające realizację metodyki badawczej, jest to dowód na umiejętność samodzielnego planowania i realizacji prac badawczych,
- wyniki badań przedstawił w formie graficznej oraz zależności matematycznych, które pozwalają na ich zastosowanie w praktyce przemysłowej,
- zrealizowana praca wnosi nową wiedzę do praktyki modelarskiej i jest oryginalnym naukowym wkładem w rozwoju branży odlewniczej.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Waksmundzkiego jest oryginalnym opracowaniem Doktoranta, w którym dowiódł umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań badawczych poprzez analizę literatury, planowanie eksperymentu i budowę stanowiska. Doktorant wykazał również predyspozycje do opracowania, interpretacji i analizy wyników badań, a także wskazuje na ich możliwości aplikacyjne w praktyce przemysłowej.

Mając na uwadze powyższe stwierdzenia uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Waksmundzkiego dotycząca *„Badania wpływu wybranych czynników atmosferycznych i technologicznych na stabilizację kształtowo-wymiarową drewnianych modeli odlewniczych”* spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym. W związku z tym wnioskuję Radzie Wydziału Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie o dopuszczenie do publicznej obrony mgr inż. Marcina Waksmundzkiego.



Andrzej Trytek