

Warszawa, 07.08.2024

Prof. dr hab. inż. Marcin Perzyk  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Warszawska  
Narbutta 85, 02-524 Warszawa  
Tel.: 509093935  
E-mail: marcin.perzyk@pw.edu.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ  
mgr inż. **Krzysztofa Wańczyka**

p.t. „Metodyka optymalnego sterowania w systemach automatycznego zestawiania  
wsadu do pieców odlewniczych”

## **1. Omówienie i ocena tematyki rozprawy**

Recenzowana praca doktorska poświęcona jest ważnemu zagadnieniu technologicznemu w przemyśle odlewniczym, jakim jest przygotowanie i prowadzenie wytopów. Z uwagi na szereg uwarunkowań technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych prawidłowo zaplanowany i przeprowadzony wytop ma decydujące znaczenie w zapewnieniu jakości stopu i odlewów oraz utrzymaniu kosztów ich wytwarzania na możliwie najniższym poziomie. Kluczową rolę odgrywa tu zestawienie wsadu do pieca odlewniczego, polegające na określeniu rodzaju i ilości wszystkich potrzebnych składników, z uwzględnieniem z jednej strony ich właściwości i ceny oraz aktualnego stanu magazynowego z drugiej. W wielu odlewniach tego typu działanie jest wykonywane z wykorzystaniem prostych pomocy analityczno – obliczeniowych, jednakże z uwagi na szybko postępującą automatyzację, a nawet autonomizację procesów produkcyjnych niezbędne wydaje się opracowanie metod i narzędzi automatycznego wyznaczania optymalnych zestawów składników wytopu, z uwzględnieniem wszystkich istotnych czynników. Pozwala to nie tylko na wielowymiarową optymalizację tych działań, ale także na włączenie ich do zintegrowanych, inteligentnych systemów produkcyjnych.

Z uwagi na znaczenie wspomnianych działań, podjęcie się i zrealizowanie przed Doktoranta opracowania metodyki optymalnego sterowania w systemach automatycznego

zestawiania wsadu do pieców odlewniczych, w zakresie istotnie szerszym w porównaniu do rozwiązań istniejących, uważam za bardzo ważne. Warto także zaznaczyć, że recenzowana rozprawa doktorska stanowi istotny element szerszego programu prac badawczych dotyczących zagadnień związanych z optymalnym przygotowaniem wytopów, prowadzonych od wielu lat pod kierunkiem Promotora pracy, dr hab. inż. Eugeniusza Ziółkowskiego na Wydziale Odlewnictwa AGH.

## **2. Najważniejsze zalety i osiągnięcia rozprawy**

Praca doktorska pana mgr inż. Krzysztofa Wańczyka stanowi, zdaniem recenzenta, znaczące osiągnięcie naukowe i techniczne. Najważniejsze jej cechy, stanowiące podstawę tego stwierdzenia, wymieniono i omówiono poniżej.

- Kompleksowość i dogłębność potraktowania złożonego problemu naukowo - technicznego. W szczególności należy tu podkreślić takie elementy rozprawy jak bardzo dobre rozeznanie literaturowe i przemysłowe aktualnego stanu zagadnienia, dogłębna znajomość zarówno podstaw procesu technologicznego wytopu, jego uwarunkowań technicznych i organizacyjnych, jak również podstaw modelowania matematycznego procesów oraz relacyjnych baz danych w przemyśle odlewniczym. Na szczególne uznanie zasługuje stworzenie dwóch kluczowych elementów: uniwersalnego, złożonego modelu matematycznego optymalizacji namiaru wsadu oraz modelu relacyjnej bazy danych dla modelu namiarowania.
- Poprawne i efektywne rozwiązanie modeli namiarowania wsadu doprowadziło do stworzenia bardzo wartościowego narzędzia wspomagającego w szerokim zakresie optymalne przygotowanie procesu wytopu. Dzięki pracy mgr inż. Krzysztofa Wańczyka projektujący, rozbudowujący lub modernizujący odlewnie mają możliwość włączenia etapu przygotowania wytopu do zintegrowanego procesu produkcyjnego, także o wysokim stopniu automatyzacji, a nawet autonomizacji. Opracowane przez niego rozszerzone modele optymalizacyjne uwzględniają nie brane dotychczas pod uwagę parametry technologiczne i ekonomiczne, występujące zarówno w funkcji celu, jak i w układzie ograniczeń.

- Wiarygodność stworzonej przez Doktoranta metodyki oraz opartych na niej narzędzi służących do namiarowania wsadów w układach automatycznych została potwierdzona przez szereg przeprowadzonych przez niego eksperymentów numerycznych, zaprojektowanych w przemyślny sposób, prawidłowo przeprowadzonych i prowadzących do wartościowych wyników. Warto podkreślić, że eksperymenty te dotyczyły dwóch rodzajów procesów wytopu, prawdopodobnie najbardziej rozpowszechnionych w przemyśle odlewniczym (żeliwa szarego i stopów aluminium), a zarazem znacząco różniących się od siebie. Potwierdzają one uniwersalność opracowanych przez Doktoranta metod obliczeniowych oraz ilustrują ich możliwości oraz sposób postępowania przy stosowaniu w praktyce.
- Jasny i logiczny układ tekstu rozprawy, będący rezultatem poprawnego, wnikliwego i całościowego sposobu rozumowania Autora, prowadzącego do sprecyzowania planu głównych i szczegółowych działań wykonywanych w jej ramach. Tekst ten zawiera bardzo niewielką ilość usterek edytorskich i językowych.

### **3. Krytyczna ocena rozprawy**

Lektura pracy ujawnia, zdaniem recenzenta, bardzo niewiele jej mankamentów, mających przy tym niewątpliwie dyskusyjny charakter. Poniżej przedstawiono dwie kwestie, które zdaniem recenzenta wymagałyby ustosunkowania się Autora.

1. W rozdziale 2 przedstawiono analizę potrzeb przemysłu odlewniczego oraz aktualną sytuację w zakresie stosowanych metod obliczania niamiaru wsadu. Na tej podstawie w rozdziale 3 sformułowano cele i zakres prac Autora. Przedmiot i zakres każdej pracy naukowej musi jednak wynikać nie tylko z zapotrzebowania na takie czy inne rozwiązania, ale też z tego, czy i w jakim stopniu rozwiązania takie były już proponowane, a więc zakres prac powinien być zdefiniowany po analizie stanu zagadnienia na podstawie literatury. Mogłaby bowiem zaistnieć sytuacja, że potrzebne rozwiązania zostały już opracowane, a ich brak stosowani ma zupełnie inne przyczyny.

2. W opublikowanych wcześniej pracach dotyczących niamiarowania wsadu spotyka się uwzględnienie niepewności niektórych zmiennych wejściowych do modelu, dzięki wykorzystaniu teorii zbiorów rozmytych, o czym zresztą Doktorant wspomina w swojej

pracy. W aktualnie przedstawionej rozprawie podejście to nie zostało zastosowane, jednak zabrakło uzasadnienia takiej decyzji. Dobrze byłoby znać opinię Autora w tej kwestii, a mianowicie czy w jego przypadku było to niecelowe lub niewłaściwe, czy zbyt utrudniałoby uzyskanie efektywnych rozwiązań itp.

Należy zdecydowanie podkreślić, że wymienione powyżej uwagi krytyczne w żadnej mierze nie deprecjonują wymienionych wcześniej zasadniczych osiągnięć rozprawy. Recenzent ma nadzieję, że mogą one stanowić inspirację i pomoc dla dalszej działalności zawodowej i naukowej Doktoranta.

#### **4. Podsumowanie recenzji i wnioski końcowe**

Opiniowana rozprawa stanowi niewątpliwie cenne rozwiązanie ważnego problemu przemysłowego i naukowego, w którym zastosowano nowoczesne metody badawcze i przeprowadzono analizy na bardzo wysokim poziomie merytorycznym. Dzięki uzyskanym w niej wynikom wiemy, że odlewnie mogą dysponować efektywnymi narzędziami do optymalnego zestawiania wsadu, niezależnie od rodzaju prowadzonego wytopu, posiadanych urządzeń i stopnia automatyzacji procesu. Zdaniem recenzenta opiniowana rozprawa reprezentuje wysoki poziom intelektualny Autora połączony z praktycyzmem badacza i inżyniera. W kontekście innych znanych mi prac ze zbliżonych obszarów badawczych, jej poziom uważam za zdecydowanie wysoki.

Biorąc powyższe pod uwagę, jak również fakt, iż doktorant wykazał należyłą wiedzę teoretyczną z zakresu reprezentowanej przez siebie dyscypliny naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia prac badawczych uważam, że rozprawa doktorska pana mgr inż. Krzysztofa Wańczyka spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami. Wnioskuje zatem o przyjęcie rozprawy oraz dopuszczenie jej do publicznej obrony, a także o jej wyróżnienie.