

Prof. dr hab. inż. Józef S. Suchy

Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie

Wydział Odlewnictwa

## RECENZJA

pracy doktorskiej pana mgr inż. Dariusza Szeligi zatytułowanej *Wpływ gradientu temperatury na kształtowanie frontu krystalizacji monokrystalicznych odlewów z nadstopów niklu stosowanych w silnikach lotniczych.*

Przedstawiona do zaopiniowania praca wpisuje się w jeden z głównych kierunków badawczych, realizowanych przez rzeszowski ośrodek naukowy w obszarze technologii i inżynierii materiałowej, stanowiąc kontynuację wieloletnich badań, zakończonych wdrożeniami i pracami doktorskimi.

Przegląd literatury pokazuje zbiór najważniejszych informacji o metodach realizacji krystalizacji kierunkowej, bazujących głównie na metodzie Bridgmana. Najistotniejszą część, z punktu widzenia pracy, stanowi rozdział 2.3. Niektóre zagadnienia są opisane chyba zbyt szeroko, ale można to traktować jako chęć zgromadzenia jak największego zasobu informacji, które mogą być przydatne w następnych badaniach. Np. na stronie 26 i innych podaje się konkretne wartości parametrów, potrzebne do obliczeń w badaniach własnych. Oczywistym jest, że moje zainteresowanie wzbudził rozdział poświęcony zagadnieniu transportu masy podczas procesu krystalizacji. Ta wiedza może być w przyszłości pełniej wykorzystana do analizy badanego procesu. Warto by m. in. uwzględnić fakt oddziaływania procesów dyfuzyjnych, opisanych na stronie 28, w warstwie o określonej grubości, wynikającej z lepkości cieczy, zależnej od pola temperatury. Na pozytywne podkreślenie zasługuje przedstawienie podsumowania stanu zagadnienia na stronie 49 i dalszych. Wynika z niego między innymi to, że praca podejmuje niektóre zagadnienia dotychczas słabo albo wcale niezbadane, jak np. wpływ złożonej geometrii odlewu (półka) na nieustalone pole temperatury.

Postawiona teza, choć zapisana nieco rozwlekłe, dobrze ujmuje problem badawczy, za wyjątkiem ostatnich słów, mówiących o tym, że celem jest uzyskanie odlewów bez wad. Oczywistym jest, że dążymy do zminimalizowania obecności wad w odlewach, jednak całkowite ich wyeliminowanie jest założeniem utopijnym (forsowanym przez klientów odlewni).

Obszerną część pracy stanowi zestawienie i prezentacja wyników badań. Jest to zrobione bardzo starannie i w sposób umożliwiający czytelnikowi dostrzeżenie relacji pomiędzy poszczególnymi wynikami. Autor bardzo precyzyjnie przedstawił cel badań, własne oryginalne rozwiązania, np. dotyczące pomiaru temperatury w badanym układzie czy też cięcia odlewów do badań metalograficznych.

Jestem przekonany, że każdy czytelnik tej pracy będzie pod ogromnym wrażeniem zakresu i staranności przeprowadzonych badań. Uzyskane wyniki mogą jeszcze przetwarzane dla wnikliwszego przeanalizowania procesu, do czego zachęcam Autora pracy. Przykładem może być przyjęcie, jak to pokazano na rys.43 (str.72) i innych, stałej wartości temperatury likwidus i solidus. Można by uwzględnić tutaj wpływ segregacji i zmianę zwłaszcza temperatury likwidus. Potwierdzić to można analizując pochodną wykresu temperatury w funkcji czasu.

Na uwagę zasługuje bardzo dobra zgodność wyników symulacji komputerowej z rezultatami eksperymentów na realnych obiektach. Jest to głównie zasługa bardzo starannego doboru parametrów termofizycznych do obliczeń (str. 65 i następne).

Podsumowaniem badań jest dość obszerna analiza wyników, choć w trakcie ich opisu, Autor również komentuje uzyskane rezultaty. Wynika z nich wiele spostrzeżeń na temat najistotniejszego zagadnienia, będącego celem pracy, a więc zależności uzyskanej struktury odlewu od parametrów technologicznych. Są tu także wnioski praktyczne o dużym znaczeniu, jak na przykład sugestia skrócenia czasu wygrzewania form. Już ten wniosek pokazuje jak pożyteczne jest przeprowadzenie tak kompleksowych badań.

Również warto podkreślić bardzo staranne opracowanie graficzne wyników badań. Niektóre ilustracje, jak np. na stronie 101, mogą być wykorzystywane w dydaktyce, do prezentacji tak złożonych procesów jak zilustrowane zmiany kształtu i położenia izoterm w odlewach łopatek.

Pracę uzupełnia wykaz literatury, obejmujący 142 pozycje, dotyczące zarówno zagadnień teoretycznych analizowanych w pracy, jak i dorobku ośrodka naukowego, w którym ją wykonano. Praca jest więc poprawnie zbudowana i pozwala zapoznać się z zadaniem badawczym, które Doktorant zrealizował pod kierunkiem promotora.

Pozytywna ocena przedstawionych wyników badań i sposobu ich prezentacji nie zwalnia jednak recenzenta od potrzeby zwrócenia uwagi na pewne niedociągnięcia czy też wątpliwości, które mogą przyczynić się do lepszego ich zaprezentowania w przyszłości. Tak duże zestawienie wyników badań jest poważnym wyzwaniem i podobnie jak nie ma odlewów bez wad tak też trudno jest o opracowanie edytorskie pozbawione uchybień. Warto więc przejrzeć tekst przed użyciem go w publikacjach, gdyż zawiera niezbyt trafne zapisy, np.:

- na str. 17 , wiersz 9 od dołu: chodzi raczej o trzy podobszary a nie trzy objętości;

- na str. 21, w.8 od góry: Nie zawsze rozwiązania analityczne i numeryczne są bardzo złożone; zależy to m.in. od geometrii analizowanego układu;
- na str. 24, w równaniach takich jak (16) warto by podać jednostki;
- na str. 25, brak opisu pola powierzchni A;
- na str. 30 jest zdanie „Powstałe przypadkowe zniekształcenie na froncie krystalizacji cechuje wartość temperatury mniejszą od likwidus”, którego sens jest głęboko ukryty;
- w spisie literatury pojawia się PWN jako Polskie Wydawnictwo Naukowe; jeśli pamiętam było to Państwowe Wydawnictwo Naukowe oficjalnie nazywające się Wydawnictwo Naukowe PWN.

Temu podobne uwagi znaleźć można w całym tekście pracy, ale jestem przekonany, że Autor skutecznie wyeliminuje tego typu usterki podczas publikacji swoich wyników, do czego go zachęcam.

Pan mgr inż. Dariusz Szeliga pod kierunkiem promotora prof. dra hab. inż. Krzysztofa Kubiaka zrealizował bardzo interesującą pracę, która dzięki starannie przygotowanym i opisanym eksperymentom dostarcza bogatego materiału poznawczego na temat możliwości sterowania procesem krystalizacji odlewów łopatek turbin. Warto też podkreślić to, że wykonanie takich badań możliwe było w ośrodku naukowym dysponującym odpowiednim wyposażeniem laboratoryjnym i doświadczeniem w realizacji podobnych eksperymentów.

Jest to problematyka ulokowana w dyscyplinie inżynieria materiałowa ale ważna również dla metalurgii i budowy maszyn. Ma ona także aspekt praktyczny i może ułatwić doskonalenie technologii, będącej przedmiotem badań, w praktyce przemysłowej.

Praca pana mgr Dariusza Szeligi spełnia wymogi formalne stawiane pracom doktorskim i może być dopuszczona do publicznej obrony. W przypadku pozytywnego przebiegu obrony, wnioskować będę o wyróżnienie pracy.

