

REDUKCJA CZASU OBLICZEŃ W MODELOWANIU KSZTAŁTOWANIA SIĘ MIKROSTRUKTURY PODCZAS KRYSTALIZACJI METODĄ CAFD

Andriy Burbelko¹, Jacek Początek²

AGH University of Science and Technology, Reymonta 23 Str., 30-059 Krakow, Poland

¹abur@agh.edu.pl

²poczatek@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: Modelowanie Krystalizacji, Automat Komórkowy, Redukcja Czasu Obliczeń

Streszczenie

W modelach krystalizacji typu CAFD [1] (od ang. Cellular Automaton + Finite Difference) zarówno kształt rosnących ziaren, jak i ich końcowa struktura nie są zakładane z góry, lecz są wynikiem modelowania. W trakcie modelowania należy uwzględnić szereg zjawisk fizycznych takich jak: przenoszenie ciepła, dyfuzja składników w ciekłej i stałej fazie, kinetyka zarodkowania, rozrost ziaren i zanikanie fazy ciekłej i in.

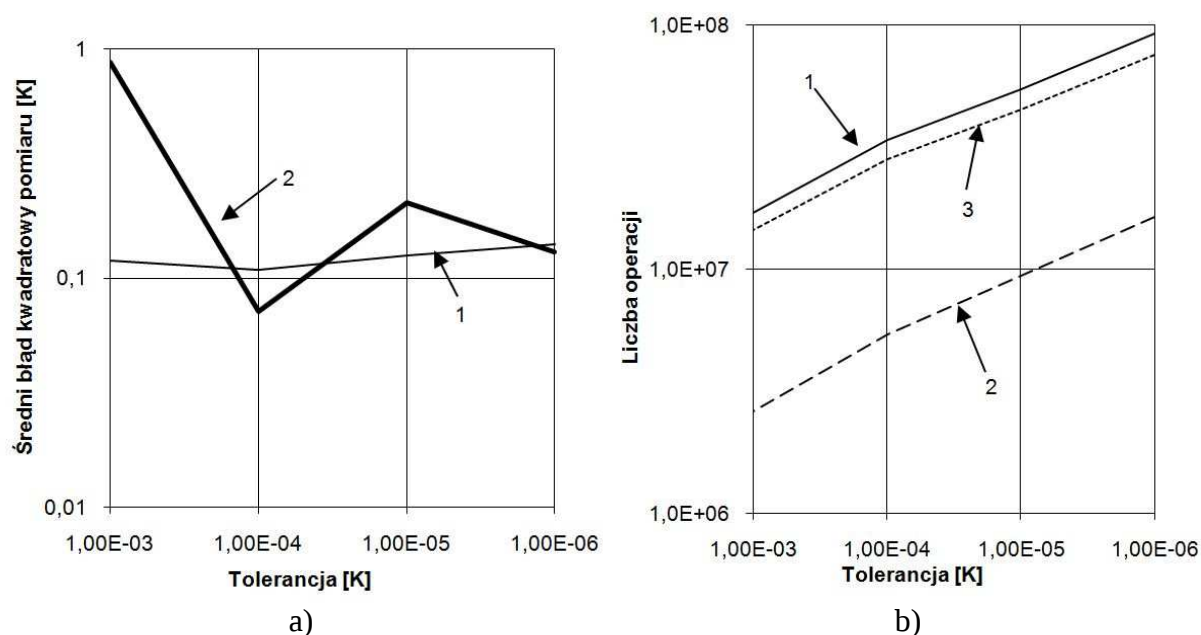
Metody numeryczne uwzględniające wszystkie wyżej wymienione zjawiska są bardzo czasochłonne. "Wąskim gardłem" modelu jest wyznaczenie pola temperatury, ponieważ stosowane metody numeryczne dla metali i stopów wymagają zastosowania kroku czasowego o kilka rzędów wielkości mniejszego niżeli dla modelowania pola dyfuzji [2].

Z tego powodu została podjęta próba przyspieszenia rozwiązania numerycznego Gaussa-Seidela (GS) dla schematu niejawnego obliczenia pola temperatury za pomocą zróżnicowanej ilości kolejnych przybliżeń stosowanych w iteracyjnym rozwiązaniu układu równań różnicowych modelu.

Wyniki modelowania numerycznego otrzymane z wykorzystaniem zarówno znanego sposobu GS, jak i zróżnicowanej ilości iteracji porównano z rozwiązaniem analitycznym zadania Schwarza [3]. Jak widać z rys. 1, zmniejszenie tolerancji obliczeń znacznie wydłuża czas potrzebny dla uzyskania rozwiązania i ma niewielki wpływ na średniokwadratowe odchylenie wyników obu rozwiązań od rozwiązania wzorcowego.

Zaproponowany schemat pozwala znacznie zredukować ilość wykonywanych operacji i powoduje skrócenie czasu modelowania.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można uważać, że proponowany schemat ze względu na oszczędność czasu jak i poprawności wyników może znaleźć zastosowanie przy wyznaczaniu pola temperatury z wykorzystaniem schematu niejawnego w modelowaniu krystalizacji z wykorzystaniem metody CAFD.



Rys. 1. Wpływ tolerancji iteracyjnego rozwiązania numerycznego na średniokwadratowy błąd wyznaczania pola temperatury (a) oraz na liczbę wykonywanych operacji (b): 1) rozwiązanie z wykorzystaniem metody Gaussa-Seidela; 2) proponowana metoda zróżnicowanej redukcji ilości kolejnych przybliżeń; 3) ilość zaoszczędzonych operacji w przypadku stosowania proponowanego schematu rozwiązania

Literatura

1. Brown S.G.R., *Simulation of diffusional composite growth using the cellular automaton finite difference (CAFD) method*, J. Mater. SCI., **33** (1998) pp. 4769-4773.
2. Gurgul D., Burbelko A.A., Fraś E., Guzik E., *Multiphysics and multiscale modelling of ductile cast iron solidification*, Archives of Foundry Engineering, **10** (2010) pp. 35-40.
3. Schwarz C., *Die Rechnerische Behandlung der Abkühlung- und Erstarrungsvorgänge bei Flüssigem Metall*, Arch. Für Eisenhüttenwesen, **3** (1931) pp. 139-148.

Badania przeprowadzono w ramach projektu badawczego AGH nr 10.10.170.297