

ДОСЛІДЖЕННЯ АНІЗОТРОПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ МЕТОДОМ CAFE

Віктор Грищак¹, Вадим Король²

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ¹hryshchak.v.z@nmu.one,
²korol.v.m@nmu.one

Розробка нових металевих сплавів із покращеними фізико-механічними характеристиками є актуальною задачею для сучасної металургійної промисловості, зокрема, з огляду на обмеження сировинних ресурсів та інтенсифікацією процесу підготовки та випуску нового продукту.

З метою вивчення та дослідження властивостей нових сплавів можуть бути використані, зокрема, методи чисельного моделювання. Одним із методів дослідження процесу кристалізації розплавів металевих сплавів є метод Cellular-Automation Finite Elements (CAFE).

Формування зернистої структури (форма, орієнтація, розміщення кристалів) є визначальним для забезпечення відповідності властивостей матеріалу експлуатаційним вимогам у зв'язку зі значним впливом мікроструктури на властивості. Автоматизація розрахунків із використанням THERCAST® дозволяє отримати прогнозні характеристики мікроструктури за зазначеними критеріями.

Математичне формулювання скінчено-елементного алгоритму викладено у працях [1–3], відповідно до яких розрахунок прогнозованої мікроструктури є функціонально залежним від термодинамічних процесів, які протікають у металевому сплаві під час його кристалізації. Утворення твердих розчинів та кристалізація є змінним у часі процесом, відповідно, неоднорідність середовища призводить до різноманітних форм та орієнтації зерен на рівні мікроструктури. У кінцевому вигляді виріб, який виготовляється за технологією лиття, механічні характеристик набуватимуть певної нерівномірності при комбінованому навантаженні. Забезпечення рівномірності виробу узгоджується із властивостями матеріалу, відповідно анізотропні характеристики мають бути такими, які забезпечують виконання умов міцності виробу.

Так, колективом проведено дослідження сплаву 30XH2MFA на предмет встановлення режимів охолодження виливки. Моделювання процесів охолодження та прогнозування структури виконано у середовищі THERCAST® (рис. 1).

При виконанні розрахунків критерієм оцінки визначено однорідність та симетрію кристалізації розплаву. За змінним параметр взято швидкість охолодження виливки відповідно до термокінетичних діаграм фазових перетворень, розрахунок яких виконано у JMat.

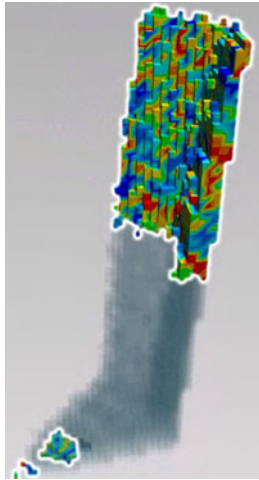


Рис. 1. Прогнозування орієнтування зерен при кристалізації сплаву 30ХН2МФА

У результаті отримано режими нагрівання та охолодження сплаву зі встановленими точками фазових переходів. Верифікація результатів чисельного моделювання проведена на фізичних металографічних зразках шляхом дослідження характеристик міцності при дії на них розтягуючих навантажень за трьома вісями.

1. Carozzani T. Développement d'un modèle 3D Automate Cellulaire-Éléments Finis (CAFE) parallèle pour la prédiction de structures de grains lors de la solidification d'alliages métalliques // Thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, 2012.
2. Carozzani T., Digonnet H., Gandin C.A.. 3D CAFE modeling of grain structures: Application to primary dendritic and secondary eutectic solidification // Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. – 2012. – **20**. – 015010.
3. Dantzig J. A., Rappaz M. Solidification. – EPFL Press, 2009. – 740 p.

STUDY OF ANISOTROPIC PROPERTIES OF METAL ALLOYS BY MEANS OF CAFE METHOD

The development of new metal alloys with improved physical and mechanical properties is a relevant task for the modern metallurgical industry, which faces limitations in raw material resources and the intensification of the process of preparation and production of new products. To study the properties of new alloys, numerical modeling methods are used, particularly the Cellular-Automation Finite Elements (CAFE) method, which allows for predicting the microstructure of the material and its operational properties.