

Доній О.М., Кулініч А.А., Санько Д.В.

(НТУУ “КПІ”, Київ, Україна)

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГОМОГЕННОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ

СПЛАВУ Al-7%Mg

E-mail: dosha@iff.kpi.ua

На сьогоднішній день у ливарному виробництві лабораторний експеримент є практично єдиним ефективним засобом опрацювання оптимальних технологічних режимів для підвищення службових характеристик металевих виливків. Проте використання обчислювального експерименту на ЕОМ дозволяє значно зменшити терміни розробок, зменшити матеріальні витрати, надає можливість дослідити технологічні режими і різноманітні варіанти керуючого впливу на структуру металу, які складно реалізувати в лабораторних умовах.

Імітаційна модель кристалізації, яка розроблена на інженерно-фізичному факультеті НТУУ “КПІ”, дозволяє проводити наукові дослідження безпосередньо на ЕОМ, а також розробляти нові технологічні прийоми, перевіряючи при цьому різні гіпотези і положення стосовно процесу кристалізації. При цьому в результаті експерименту отримується наступна інформація: візуальний розвиток процесу кристалізації; розташування області переохолодження в розплаві; кількість центрів кристалізації та визначати швидкість їх появи; твердої фази та швидкість її росту в процесі структуроутворення; температура в центральній точці системи; вплив модифікаторів та стінок виливниці; розподіл другого компонента сплаву по перетину системи; наявність нерівноважної евтектики; середній розмір зерна твердого металу.

В даній роботі з використанням імітаційної моделі кристалізації бінарного сплаву з евтектикою проведено дослідження процесу гомогенної кристалізації сплаву Al-7%Mg.

Діаграма стану сплаву Al-7%Mg є складною, але якщо обмежитись лише її частиною, то сплав можна розглядати як бінарний із звичайною діаграмою обмеженої розчинності з евтектикою.

Перед експериментом проводилась настройка моделі шляхом підбору її параметрів таким чином, щоб змодельовані крива охолодження та макроструктур співпадали із отриманими в реальному експерименті.

При проведенні комп'ютерного експерименту швидкість охолодження змінювали в межах від 1 до 6 град·с⁻¹ для прямокутної системи з геометричними параметрами 0,035×0,035 м². За таких умов встановлено, що центри кристалізації з'являються переважно біля стінок форми і при невеликих швидкостях охолодження (1...3 град·с⁻¹) кристалізація має квазіоб'ємний характер. Збільшення швидкості охолодження призводить до утворення зародків твердої фази практично у всьому об'ємі і кристалізація набуває об'ємного характеру. Залежність кількості утворених центрів кристалізації від часу має монотонний характер.

Змодельовані структури сплаву в твердому стані відрізняються розміром зерна. При малих швидкостях охолодження в центрі спостерігаються переважно крупні зерна, а на периферії більш дрібні. При більших швидкостях охолодження різниця в розмірі зерен в центрі та на периферії стає ледь помітною. Залежність кількості утворених центрів кристалізації від швидкості охолодження є зростаючою лінійною.

В роботі дослідили вплив геометричних розмірів системи на структуру сплаву. При малих розмірах системи (0,01×0,01 м²) спостерігається дрібна структура. Збільшення розміру призводить до появи крупних зерен в центрі, потім в структурі з'являються довгі орієнтовані до центру зерна, разом із дрібними зернами на границях системи.

В результаті проведених експериментів показано, що кількість утворених центрів твердої фази в залежності від розмірів системи має обернено пропорційний характер. Такий її вигляд можна пояснити збільшенням величини градієнта температур при збільшенні розмірів системи.