

теплоизолирующей засыпки, неплотности стыка защитной трубы и удлиненного коллектора стальной трубы, перекосы защитной трубы при ее установке, неоптимальный расход аргона подаваемого в полость защитной трубы.

УДК 621.74

Е. В. Синегин, Б. М. Бойченко, В. Г. Герасименко, Л. С. Молчанов
Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ОБОСНОВАНИЕ ЧИСЕЛ ПОДОБИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИКРОХОЛОДИЛЬНИКОВ С ЖИДКИМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ РАСПЛАВАМИ В ПРЕДКРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Постановка проблемы. Моделирование процессов, сопровождающих разливку и кристаллизацию стали, значительно упрощается и удешевляется, если вместо жидкой стали использовать легкоплавкие металлы, поскольку процессы формирования макроструктуры всех металлов и сплавов имеют одинаковую природу и могут быть описаны одними параметрами [1-3].

По результатам работ [3,4-7] выбраны основные факторы и параметры, определяющие процесс кристаллизации стали: коэффициент теплоотдачи α , перепад температур ΔT , теплопроводность λ , плотность ρ , теплота кристаллизации L , линейный размер l , удельная теплоёмкость c , скорость w , кинематическая вязкость ν и коэффициент диффузии примеси D . Нахождение показателей степеней величин в полученных безразмерных комплексах осуществлялось по методике [8] решением системы линейных уравнений в программе Mathcad 2000 Professional.

Выполнив несложные преобразования, получаем критерии Био, критерий фазового перехода, число Шмидта, число Пекле. Роль функционального критерия играет безразмерный симплекс $R = \delta/r$, показывающий отношение толщины δ макроструктурной зоны заготовки к её радиусу r .

Ввод в кристаллизующийся расплав инокулятора из материала матрицы сопровождается «намерзанием» на него тонкого слоя металла, который после нагрева до температуры кристаллизации плавится вместе с самим инокулятором, снимая переохладение расплава. Тогда при диаметре частицы менее критического ($d < d_{кр}$) он будет полностью расплавляться, снижая перегрев

расплава. Нахождение искомого критического диаметра осуществляется из дифференциального уравнения, полученного в работе [9] при начальном условии $\tau = \tau_{затв}$ ($T_{затв}$ – время полного затвердевания заготовки). Для описания остаточного диаметра частички вводим линейный симплекс $\Delta = d/d_{кр}$.

Выводы. Проведен расчёт чисел подобия для моделирования процесса формирования макроструктуры непрерывнолитой заготовки при суспензионной разливке. Обосновано использование для этой цели комплексов Био, Шмидта, Пекле, критерия фазового перехода, а также линейных симплексов R и Δ .

Список литературы

1. Борисов В.Т., Виноградов В.В., Тяжельникова И.Л., Уразаев Р.А. Математическое описание кристаллизации слитка с учётом фазовых превращений // Непрерывное литьё стали: Тематический отраслевой сборник №3. – М.: Metallurgia, 1976. – С. 6-25.
2. Чалмерс Б. Физическое металловедение. Пер. с англ. В.А. Алексеева, В.К. Григоровича / Под ред. А.К. Натансона. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по чёрной и цветной металлургии, 1963. – 456 с.
3. Флемингс М. Процессы затвердевания. Пер. с англ. В.Н. Виноградова и др. – М.: Мир, 1977. – 424 с.
4. Акименко А.Д., Скворцов А.А., Сидоров С.П. Исследование затвердевания стальных слитков на физических моделях // Непрерывное литьё стали: Тематический отраслевой сборник №3. – М.: Metallurgia, 1976. – С. 30-35.
5. Кутателадзе С.С., Боришанский В.М. Справочник по теплопередаче.– Ленинград-М.: Государственное энергетическое издательство, 1958. – 416 с.
6. Оно А. Затвердевание металлов. Пер. с англ. Э.В. Захарченко / Под ред. В.А. Ефимова. – М.: Metallurgia, 1980. – 152 с.
7. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали. – М.: Metallurgia, 1976.– 552 с.
8. Румянцев В.Д. Теория тепло- и массообмена: Учебное пособие. – Днепропетровск: Пороги, 2006. – 532 с.
9. Мочалов А.А., Гайша А.А., Шаповал Н.А. Математическая модель физических процессов кристаллизации слитков и сварных швов при наличии микрохолодильников // Сб. науч. трудов НУК. – Николаев: НУК, 2008. – №6. – С. 76-80.