

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ПОРОШКОВОГО ІНОКУЛЯТОРУ В РІДКІЙ ФАЗІ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ

Безперервне розливання сталі є фінішною операцією, у результаті якої отримують товарний продукт – заготовку, розміри та властивості якої відповідають готовій продукції. Тому, на сучасному етапі розвитку вітчизняної металургії велику увагу приділяють методам захисту сталі від вторинного окислення та технологіям обробки сталі у передкристалізаційний період (електромагнітне перемішування, «м'яке» обтиснення, обробка інокуляторами та ін.).

З цього погляду перспективною технологією є вдування у рідку сталь інокулятора (залізного порошку, легуючих або модифікуючих добавок) у струмені інертного газу через порожнистий стопор проміжного ковша, що чинить комплексний ефект на технологію розливання, сприяючи захисту струменя від вторинного окислення та видаленню газів і неметалевих включень у шлакову фазу проміжного ковша та подрібнення макроструктури заготовки при об'ємній кристалізації, що ініційована інокуляторами. Також потрапляння бульбашок аргону у кристалізатор зменшується поглиблення перегрітого струменя металу у рідку фазу заготовки та зменшення заростання заглибного стакану при розливанні нержавіючої сталі [1].

Зручним інструментом для вивчення гідродинамічних аспектів взаємодії газопорошкового струменя з рідиною є фізичне моделювання на водяних моделях. Для цього авторами роботи використана прозора модель МБЛЗ масштабом 1:2, для якої у якості характерних критеріїв були обрані число Фруда та Архімеда, а також безрозмірні імпульс струменя та об'ємна витрата газу [2].

В ході статистичного аналізу експериментальних даних було виявлено, що безрозмірний імпульс має дві автомодельні по відношенню до числа Фруда області. Перша автомодельна область $I = \frac{i}{\rho_p \cdot g \cdot h_p} < 10^{-4}$ (i – імпульс газового струменя, ρ_p –

густина рідини, g – прискорення вільного падіння, h_p – рівень рідини у промковші) відповідає випадку високого рівня рідини у промковші за низької інтенсивності продувки. У цьому випадку інерційні сили потоку рідини, що витікає з промковшу, перева-

жають над імпульсом газового струменя. Число Фруда у цьому випадку залежить лише від висоти стопора, при збільшенні якої цей вплив посилюється. Друга автономна область $I = \frac{i}{\rho_p \cdot g \cdot h_p} > 5 \cdot 10^{-2}$, навпаки, спостерігається при високій інтенсивності продувки за низького напору рідини, тобто, коли імпульс газового струменя переважає над інерційними силами потоку рідини, яка витікає з напірної ємності. У цьому разі положення стопору настільки низьке, що струмінь газу практично повністю блокує витікання рідини.

Характер розподілу порошку у рідкій фазі заготовки не змінюється за різних режимів продувки і має однаковий циркуляційний контур, який у верхніх шарах рідини співпадає з циркуляційним контуром рідини. У нижніх шарах рідини, де швидкості потоків уповільнюються, порошок із густиною, що вище за густину води, починає осаджуватися. Водночас щільність седиментації у поперечному перетині заготовки дещо нерівномірна. Максимум її спостерігається в осьовій частині заготовки, периферійні ділянки перетину заготовки меншою мірою насичуються порошком.

Експериментально встановлено зменшення на 20-30% глибини проникнення потоку рідини, що витікає з промковшу у кристалізатор, при інжекції газо-порошкового струменя у заглибний стакан промковшу.

Перелік посилань

1. Лейтес А.В. Защита стали в процессе непрерывной разливки / А.В. Лейтес. – М. : Metallurgiya, 1984. – 200 с.
2. Расчёт параметров физического моделирования процессов распределения инокуляторов в кристаллизаторе МНЛЗ / Е.В. Синегин, Б.М. Бойченко, В.Г. Герасименко [и др.]. – Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'. – 2012. – №7. – С. 127-130.