

заготовки. Зливки встановлюють горизонтально в прямокутний кристалізатор на піддон. При цьому дві протилежних стінки кристалізатора складають водоохолоджувані мідні паралелограми, зазор між якими дорівнює ширині зливка, а дві інших стінки - торці плоских злиwkів, які з'єднуються. Камеру вакуумують. Електронними гарматами здійснюють нагрів і послідовне розплавлення торців злиwkів, які з'єднуються, в напрямку від піддону до верху злиwkів [1].

Одночасно іншими електронними гарматами здійснюють розплавлення заготовки над проміжною ємністю, накопичення розплавленого металу в проміжній ємності. Після утворення, за рахунок плавлення торців злиwkів, які з'єднуються, ванни рідкого металу в просторі, обмеженому піддоном, стінками кристалізатора і торцями злиwkів, заливають розплав з проміжної ємності. При цьому продовжують розплавляти торці злиwkів, які з'єднуються на рівні поверхні рідкої ванни для забезпечення якісного з'єднання злиwkів, і зливати рідкий метал з проміжної ємності. Після досягнення поверхнею рідкої ванни верхньої грані злиwkів злив металу з проміжної ємності припиняють, а потужність обігріву кристалізатора плавно зменшують до нуля. Після охолодження зливка до необхідної температури камеру розвакуують і проводять вивантаження готового зливка.

Список літератури

1. Рафинирование титана в электронно-лучевых печах с промежуточной емкостью / Н.П. Тригуб, А.Я. Дереча, А.Н. Калинюк и др. // Пробл. спец. электрометаллургии. — 1998. — № 2. — С. 16—20.

УДК 669.046.516(043)

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНОКУЛЯТОРОВ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ

Вопреки существенным преимуществам процесса непрерывной разливки стали, показатели качества полученного металла лимитируются неизбежными природными процессами и явлениями, полное подавление которых является сложной, а порой и невозможной без отрицательного вмешательства в

технологический процесс задачей. Среди этих факторов наиболее существенными являются процессы перераспределения примесей между фазами кристаллизующегося слитка и процессы структурообразования. Внешнее влияние на эти процессы может приводить к ухудшению качества металла, уменьшению производительности процесса и повышению его энергоёмкости, а также нарушению условий формирования корки заготовки.

Авторами выполнено математическое моделирование теплофизических и физико-химических сторон процесса взаимодействия частичек порошкового инокулятора с металлическим расплавом в предкристаллизационный период. В качестве инокулятора использовали железный порошок с химическим и гранулометрическим составом согласно ГОСТ 9849-86 "Порошок железный".

Определено, что при вдувании в струе аргона наибольшую степень усвоения расплавом имеют порошки с высокой массовой долей крупных (не менее 200-500 мкм) фракций. Гарантированная степень усвоения крупнодисперсных порошков марок ПЖР3.450.26, ПЖР3.315.26 и ПЖВ3.450.26 металлическим расплавом при рабочей интенсивности вдувания газа-носителя не менее 22 л/мин или его расходе 25,3 л/т стали достигает около 70% (рис. 1) и может быть увеличена отсеиванием мелких фракций (менее 140 мкм) с низкой кинетической энергией. Остальной порошок всплывает вместе с пузырьками в промежуточном ковше и кристаллизаторе МНЛЗ.

При помощи специально разработанного алгоритма выполнено математическое моделирование кинетики плавления порошка смешанного гранулометрического состава в кристаллизаторе МНЛЗ. Установлено, что наибольшее количество ($30-1100 \text{ см}^{-3}$) остаточных центров кристаллизации в расплаве наблюдается при использовании крупнодисперсных порошков. Из этого можно сделать вывод о сравнительно большей эффективности инспирации объёмной кристаллизации при использовании крупнодисперсного железного порошка марок ПЖР3.315.26, ПЖР3.450.26 и ПЖВ3.450.26. Для проверки соответствия выполненного расчёта реальным условиям непрерывной разливки в программе MATLAB 7.0 осуществлено решение стационарной задачи теплопроводности для заготовки сечением 300×400 мм.

При использовании методов физического моделирования, исследована гидродинамика циркуляционных потоков металлической суспензии в кристаллизаторе МНЛЗ при вдувании газопорошковой струи. Экспериментально доказано, что вдувание газопорошковой струи в погружной стакан приводит к

торможению потока металла и уменьшению глубины проникновения "горячей" струи жидкой стали в жидкую фазу заготовки, что улучшает условия формирования корки в кристаллизаторе МНЛЗ. Методами математической статистики определены эмпирические зависимости торможения струи от параметров продувки:

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования. (4)

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования. (5)

где $W_{факт}$, $W_{ном}$ – фактическая среднерасходная скорость при продувке и номинальная скорость истечения без продувки, соответственно;

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

безразмерный импульс газовой струи, характеризующий отношение импульса газовой струи к гравитационным силам, действующим на жидкость;

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

линейный симплекс, который характеризует отношение уровня жидкости в напорной ёмкости к высоте сопла над устьем погружного стакана; $i_{еп}$ – секундный импульс газопорошковой струи, Н; h_p , h_c – уровень жидкости в промковше и стопора над уровнем стакана дозатора, соответственно, м; ρ_m – плотность жидкого металла, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².