

Е.А. Чичкарев¹, В.А. Алексеева¹, К.М. Мишу¹, А.В. Цюцюра², К.Е. Чичкарев²

¹ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь;

²ПАО «ММК им. Ильича», г. Мариуполь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСКИСЛЕНИЯ И ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ НИЗКОКРЕМНИСТЫХ МАРОК СТАЛИ

В последнее десятилетие значительную долю в сортаменте производства современных металлургических предприятий занимают низкоуглеродистые стали, обладающие высокой пластичностью и хорошей свариваемостью.

При выплавке подобных марок стали активность растворенного в стали кислорода при измерениях в сталеплавильном агрегате превышает равновесную (для 160-т конвертера при выплавке стали марки 08пс a_{O_2} на повалке достигает 1000...1200 ppm), а размах варьирования активности кислорода в конвертере перед выпуском возрастает с уменьшением массовой доли углерода в металле. Для конвертерных плавов с массовой долей углерода перед выпуском в диапазоне в 0,05-0,07% [C] фактический интервал варьирования составил 150-300 ppm.

Увеличение степени усвоения алюминия возможно за счет присадки углеродсодержащих материалов. Установлено, что при одном и том же удельном расходе ферромарганца и сопоставимых пределах изменения окисленности металла перед выпуском (400-1100 ppm) добавка науглероживателя уменьшает удельный расход алюминия примерно 0,15 кг/т (в пересчете на чистый алюминий). Для предварительного раскисления низкоуглеродистой стали, раскисленной алюминием, используют также сплавы кремния, которые присаживаются из расчёта достижения массовой доли кремния до 0,01 %, и окончательное раскисление алюминием в ходе внепечной обработки, но при введении больших масс алюминия, особенно локально, возникают условия для восстановления кремния из сформировавшихся на предыдущей стадии обработки стали включений кремнезема и покровного шлака.

Возможными причинами отсортировки по дефектам, относимым к НВ, являются пониженное отношение [Mn]:[S] и/или повышенное содержание в металле НВ из-за высокой окисленности полупродукта при выпуске из конвертера. Рост уровня отсортировки листового проката по дефектам «рваная кромка» (мартеновская сталь) или «надрыв» (конвертерная сталь) по мере снижения отношения [Mn]:[S] отмечен и в условиях ПАО ММК им. Ильича.

Показано, что при выплавке низкокремнистых марок стали с внепечной обработкой, но без использования агрегата печь-ковш рациональные пределы изменения массовой доли оксида магния в ковшевом шлаке не менее 6% масс.

УДК 669.18

Е.А. Чичкарев¹, Н.Н. Сидун¹, Н.В. Назаренко², О.Б. Исаев³, Ву Каймин³

¹ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

²ГВУЗ «Мариупольский государственный университет», г. Мариуполь

³Уханьский университет науки и технологии, г. Ухань, КНР

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАФИНИРОВАНИЯ СТАЛИ ОТ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ПРИ ПРОДУВКЕ РАСПЛАВА ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ И ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ

В данной работе представлены теоретические и практические результаты, описывающие рациональные условия удаления из жидкой стали оксидных неметаллических включений.

Количественные оценки кинетики коагуляции и удаления неметаллических включений (НВ) показали, что основным ее механизмом является коагуляция в турбулентном потоке. По мнению японских исследователей, оптимальную эффективность флотации НВ обеспечивают пузырьки диам. 0,5–2 мм. В соответствии с результатами их расчетов, эффективность флотации зависит от размеров НВ (мелкие НВ удаляются с трудом) и размеров пузырьков газа (мелкие пузырьки газа обеспечивают более высокую скорость удаления НВ).

Для оценки доли НВ, удаляемых на различных стадиях металлургического передела, и анализа изменения распределения по размерам НВ, остающихся в металле, разработана математическая модель процессов рафинирования в сталеразливочном ковше и промежуточном ковше МНЛЗ (ПК).

Результаты расчета кинетики флотации НВ различного диаметра в условиях продувки (без учета коагуляции) в сталеразливочном ковше показали, что в сталеразливочном ковше за счет механизма флотации эффективно удаляются лишь достаточно крупные включения, поэтому для достижения полного удаления неметаллических включений необходимо обеспечить по меньшей мере двустадийный режим перемешивания: