

УДК 669.14.018.8

S. Voichenko¹, Е. В. Синегин², Б. М. Бойченко², Л. С. Молчанов², Д. Ю. Хуторной²

1 – Jansen AG. Steel Tubes, Switzerland

2 – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

РЕЖИМЫ ПРОДУВКИ ФЛОКЕНОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СТАЛЕЙ АРГОНОМ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ МНЛЗ

Ранее нами установлено [1], что источниками поступления водорода в жидкую сталь в промковше является не только влага в капиллярах, порах рабочего слоя футеровки на первых 4-5 плавках непрерывной серии, но и массопотоки водяных паров из частиц шлакообразующих материалов, неметаллических включений, шлаковой фазы, увлекаемых потоками стали вниз, поскольку над расплавами находится обычная воздушная атмосфера даже при наличии крышки ковша.

С учётом сказанного, в промышленности нами апробированы варианты технологии непрерывной разливки флокеночувствительной стали с подачей через дно промковша аргона при переменном его расходе и, отдельно, ступенчатой наводкой на зеркале металла высокоосновного шлака.

Задачу снижения содержания водорода в флокеночувствительной стали в промковше ниже 2 ppm, что обеспечивает её стойкость против образования флокенов, при продувке нейтральным газом решали следующим образом. В основу заложены найденные схема расположения продувочных блоков и их специальная конструкция [2].

Интенсивность подачи аргона I_{Ar} в промковше через донные пористые устройства должна выдерживаться максимальной на первой плавке непрерывной серии и уменьшаться по мере снижения приходной части материального баланса водорода в стали вследствие дообжига футеровки, составляющих шлака жидким металлом, и появления над ним аргонной прослойки, защищающей расплав от контакта с атмосферой.

После статистической обработки данных промышленного производства флокеночувствительных сталей в сталеплавильных цехах заводов «А» и «В», где оценены приходные и расходные статьи баланса водорода от плавки к плавке в серии, разработаны следующие рекомендации для определения интенсивности продувки аргоном в пузырьковом режиме сквозь пористые блоки I_{Ar} на первых плавках серии:

$$I_{Ar} = (7,1 \div 7,8) \sqrt{\frac{E}{\rho \cdot n \cdot a \times b \cdot V \cdot \tau}}, \text{ дм}^3/(\text{т} \cdot \text{мин}), \quad (1)$$

где $7,1 \div 7,8$ – удельный расход инертного газа при разливке первой плавки; E – ёмкость сталеразливочного ковша, т; ρ – плотность стали, т/м³; n – число рабочих ручьёв МНЛЗ; $a \times b$ – площадь сечения заготовок, м²; V – рабочая скорость вытягивания заготовок, м/мин; τ – длительность разливки от начала серии, мин.

А при разливке последующих плавков и до конца серии I_{Ar} сохраняется в пределах $3,2 \div 3,5$ дм³/(т·мин).

Прямая пропорциональность расхода аргона корню квадратному из соотношения массы плавки к массе фактически разлитого в серии металла вытекает из закона Сивертса, согласно которому содержание водорода в стали пропорционально корню квадратному из парциального давления водорода в газовой фазе, контактирующей с металлом. При продувке стали аргоном качество стали повышается, помимо рафинирования от водорода, также за счёт удаления пузырьками газа неметаллических включений, и предотвращается зарастание ними стаканов-дозаторов.

Во вспомогательном варианте задача решается за счёт того, что при непрерывной разливке с первой по пятую плавку в серии в промковш дополнительно вводят материал, который содержит обожжённые оксиды кальция и магния, из расчёта необходимой массы (CaO+MgO) по уравнению

$$G_{(CaO+MgO)} = \frac{35 \div 39}{\sqrt{N}}, \text{ кг/т}, \quad (2)$$

где $G_{(CaO+MgO)}$ – необходимая масса (CaO+MgO), кг на 1 т разливаемой стали; N – номер плавки в серии.

Уравнение (2) получено путём анализа типичной динамики поступления в сталь водорода в промковше в ходе промышленных серий разливки «плавка на плавку». Обратная пропорциональность необходимой массы оксидов кальция и магния корню квадратному из номера плавки в серии определена физико-химической закономерностью, согласно которой активность поглощённого шлаком водорода

$a_{(OH^-)} = k \sqrt{a_{(CaO+MgO)}}$, а водородопоглотительная способность основного шлака в

20-40 раз выше той же массы металла.

Снижение необходимой величины $G_{(CaO+MgO)}$, поглощающей водород, от первой плавки в серии до пятой обусловлено снижающимся поступлением водорода в сталь из таких же источников, что описаны в технологии предыдущего варианта. Излишний шлак, вобравший в себя водород, удаляли из промковша через канал в его торце в конце разливки каждой из пяти плавов.

Во вспомогательном варианте на всех плавках серии сталь в промковше продувается через пористые блоки согласно разработанной конструкции и схеме их расположения [2] с интенсивностью $3,2 \div 3,5 \text{ дм}^3/(\text{т} \cdot \text{мин})$.

Список литературы

1. *Бойченко С.Б.* Механизм и кинетика процессов, определяющих содержание водорода в стали в промежуточном ковше МНЛЗ / С.Б. Бойченко, Ю.С. Пройдак, Б.М. Бойченко // Процессы литья. – 2013. – №3. – С. 12-17.
2. *Boichenko S.* Симулирование продувки нейтральным газом непрерывнолитых сталей в промежуточном ковше / S. Boichenko, Ю.С. Пройдак, Б.М. Бойченко // IV Международная научно-практическая конференция «Металлургия 2015», 26-28 мая 2015 г., Запорожье. – С. 264-267.

УДК 669.184

Ю. В. Байдуж, Є. М. Сігарьов, С. І. Доброгорський

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ШЛАКОВИЙ РЕЖИМ КОНВЕРТЕРНОЇ ПЛАВКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПОЛІМІНЕРАЛЬНОГО ФЛЮСУ

Відносно кислі шлаки (основністю до 1,2) першого періоду продувки конвертерної ванни мають невелику в'язкість, здатні проникати вглиб вогнетривів футерівки вздовж міжзеренних меж та переводити MgO футерівки у мервиніт ($3CaO-MgO-SiO_2$). Захист футерівки у цей період може бути заснований на швидкому підвищенні вмісту оксиду магнію у шлаку шляхом присадки доломітизованого вапна, сирого доломіту, магнезиту, використанні спеціальних магнезіальних флюсів тощо.