

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАРАСТАНИЯ ПОГРУЖНЫХ СТАКАНОВ СЛЯБОВЫХ МНЛЗ

Кириченко В.С., Ухин В.Е.

Донецкий национальный технический университет

Наиболее ответственным устройством огнеупорного канала МНЛЗ является узел стакан-дозатор – погружной стакан. Основными причинами выхода погружных стаканов из эксплуатации является зарастание внутренней полости различного рода отложениями. Отложения на стенках канала сталеразливочного тракта (стакан-дозатор и погружной стакан, включая сталевыпускные отверстия) вынуждают уменьшать скорость непрерывной разливки вплоть до ее полного прекращения. Формирование отложений во внутренней полости погружного стакана уменьшает площадь проходного сечения, что приводит к падению скорости разливки и в дальнейшем к замене погружного стакана или остановке МНЛЗ. Это снижает производительность МНЛЗ и увеличивает удельные расходы вследствие более частой замены дорогостоящих погружных стаканов [1].

Из практики различных металлургических заводов известно, что, как правило, зарастание внутренней полости погружного стакана происходит преимущественно вследствие накопления неметаллических включений (частиц) в ходе технологических переливов на участке от сталеразливочного ковша до кристаллизатора МНЛЗ[4-6]. Между тем, существуют различные источники и причины попадания неметаллических частиц в канал погружного стакана, развитие которых обуславливает явление зарастания в большей или меньшей степени.

Для оценки химического состава отложений были проведены исследования 6-и образцов, с внутренней поверхности погружных стаканов, режимы эксплуатации которых в целом не имели серьезных отклонений и нарушений технологического регламента разливки. Для проведения исследований образцы измельчались, а затем металлическая часть отделялась с помощью магнита. Данные о количестве вкраплений стали в отобранных образцах отложений приведены в табл.1

Таблица 1 – Содержание различных оксидов в отложениях, отобранных из внутренней полости погружных стаканов, в процентах от немагнитной части

Проб а	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	S	Fe, % от общей массы отложений
1	73,0	10,3	4,6	10,6	-	0,6	0,7	1,0	89,8
2	35,4	0,2	0,2	13,0	35,4	0,6	0,2	0,19	69,9
3	62,0	0,2	1,2	24,6	4,6	0,6	0,2	0,08	64,5
4	75,2	2,6	4,4	5,5	6,9	-	2,2	0,19	86,7
5	73,3	3,9	3,3	5,6	7,9	-	4,4	0,10	77,7
6	70,4	10,8	3,1	4,0	2,1	-	2,6	0,05	70,2

Обобщая результаты исследований, следует отметить, что в общей массе отложений доля металлической (отделенной с помощью магнита) части составляет 64,5-89,8% (в разных образцах). Следовательно, даже принимая во внимание высокую удельную плотность капель стали ($7,7 \cdot 10^3$ кг/м³), можно предположить, что они занимают более трети общего объема отложений и

соответственно оказывают весьма существенное влияние на динамику зарастания погружного стакана.

Рассматривая основные возможные механизмы осаждения капель стали на поверхности неметаллической части отложений, можно предложить следующий механизм:

- в начальный период разливки (после установки погружного стакана) на его внутренней поверхности начинают осаждаться частицы глинозема, которые создают шероховатую поверхность;

- шероховатая поверхность погружного стакана создает наиболее благоприятные условия для «запутывания» капель стали между отложениями глинозема, частицы которого будут продолжать свой рост, огибая твердые капли стали.

Дальнейшие исследования структуры и химического состава отложений были выполнены на растровом электронном микроскопе РЭМ106U, предназначенном для получения изображения поверхности объекта с высоким (несколько нанометров) пространственным разрешением, а также информации о составе, строении и некоторых других свойствах приповерхностных слоёв исследуемого материала.

Характерной особенностью неметаллической части отложений является высокая пористость материала, которую следует объяснять механизмом постепенного налипания неметаллических частиц в процессе разливки. Представляется достаточно очевидным, что движение неметаллических включений в погружном стакане происходит стохастически в условиях турбулентного движения струи стали в погружном стакане. Структура отложений имеет мелкую ячеистую структуру (преимущественно конгломераты частиц глинозема размером 1-30 мкм) с вкраплением металлических частиц. Исследование фрагмента отложений вокруг металлического вкрапления неправильной геометрической формы позволяет предположить, что происхождение этой части отложений не является результатом налипания продуктов раскисления.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что отложения, которые наблюдаются внутри погружных стаканов МНЛЗ, представляют сложную механическую смесь частиц и капель стали, а также конгломератов неметаллических частиц (преимущественно оксидов).

Из этого следует, что для уменьшения скорости зарастания стаканов необходимо обеспечить как минимальное снижение температуры стали, так и существенное подавление вторичного окисления и сокращение удельной поверхности контакта металла со стаканом. Это позволит вести стабильную непрерывную разливку стали.

Литература:

1. B. Harcsik, P.Tardy, G. Karoly Examination of nozzle clogging in continuous casting. *Revue de Métallurgie*. 2012. P. 177–186.