

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОМАРГАНЦЕВОЙ СТАЛИ 110Г13Л ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРЕСТОВИН

Уразбаев Т.Т., ассистент, Турсунов Т.М., старший преподаватель, Мамаев Ш.И., и.о.доцент, Авдеева А. Н., кандидат технических наук, доцент, Абдурахимов М.М., Валиева Д.Ш., ассистент кафедры «Материаловедение и машиностроение» Ташкентский Государственный Транспортный Университет Узбекистан, г. Ташкент

АННОТАЦИЯ: В данной статье посвящена исследованию процессов совместного раскисления и модифицирования высокомарганцевистой стали 110Г13Л в (Al+Ti) и (ФС45А15+Ti), при выполнении серии лабораторных экспериментов в печи сопротивления (печь Таммана).

В итоге изменения модификатора при плавки стали 110Г13Л для железнодорожных крестовин, ударная вязкость, в суммарном содержания (FeO) и (MnO)=5,18%, равна 230 Дж/см³ (при 20 °С).

Ключевые слова: сталь 110Г13Л, модификатор Al+Ti, модификатор ФС45А15+Ti, ферросиликоалюминий, раскисление, степень усвоения, активность кислорода, крестовина.

В работе рассмотрена возможность экспресс-оценки $\sum (FeO + MnO)$ путем измерения активности кислорода в жидкой стали. Монооксид марганца MnO, находящийся в стали, по данным большого количества исследований, значительно ухудшает ее трещиностойкость, износостойкость, пластичность, хладостойкость и другие свойства.

Высокомарганцевые стали, содержащие 8,5-15 % марганца, благодаря высокой износостойкости при воздействии ударных нагрузок, уже многие годы остаются незаменимым конструкционным материалом для изготовления сменных деталей машин и оборудования в машиностроительной, горнорудной, металлургической, железнодорожной и других отраслях промышленности. Из этих сталей изготавливают футеровки

вихревых и шаровых мельниц, трамвайные и железнодорожные крестовины и стрелочные переводы, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов и другие детали.

В качестве альтернативы рассматривался, в том числе, ферросиликоалюминий (ФСА). Однако широкое применение ФСА сдерживалось недостаточной его изученностью, в частности, отсутствием надежных сведений о фазовом строении, об оптимальном расходе, о степени усвоения алюминия и об образующихся при этом НВ. Отсутствуют также данные об эффективности его применения в комплексе с титаном.[1]

Исследование эффективности замены модификатора (Al+Ti) на (ФС45А15+Ti) при обработке стали 110Г13Л содержание кислорода определено с помощью фракционного газ анализатора.

Для изучения процессов совместного раскисления и модифицирования высокомарганцовистой стали 110Г13Л в (Al+Ti) и (ФС45А15+Ti) было выполнена серия лабораторных экспериментов. Плавка проводилась в печи сопротивления Таммана.

Масса шихты в среднем составляла 310г. Металл расплавляли в алуновом тигле, материал которого выбирают в зависимости от исследуемого металла, температуры опыта и раскислителя. Чушковый алюминия (Al+Ti) на ферросиликоалюминий (ФС45А15+Ti) подавали через кварцевую трубочку сверху в расплав в виде мелкодробленых кусочков. Нагрев и расплавление шихты (-60 мин) проводили в среде Ar. После расплавления металла в печи создавали среду чистого аргона и отбирали предварительную пробу. Засасывание пробы из расплава осуществлялось кварцевой трубочкой с внутренним диаметром 7 мм. Масса первой пробы составляла около 20 г. Пробу охлаждали в течение - 30 с в среде аргона, далее – на воздухе. После отбора пробы при расплавлении шихты присаживали алюминий и титан (Al+Ti), при заданном содержании осуществляли выдержку 10-15 мин для стабилизации температуры после присадки. После выдержки отбирали вторую пробу. Вторую плавку

проводили аналогично, в отличие от отбора первой пробы при расплавлении шихты присаживали ферросиликоалюминий и титан (ФС45А15+Ti).

Результаты опытных плавки и их обсуждения

Определение содержания кислорода в образцах высокомарганцевой стали 110Г13Л проводили методом восстановительного плавления в токе инертного газа на анализаторе ТС-600 фирмы LECO .

Анализ результатов эксперимента. Содержание кислорода определяли в образцах высокомарганцевой стали 110Г13Л, отобранных до раскисления (проба 1) и после раскисления (проба 2).

Общее содержание кислорода в высокомарганцевой стали 110Г13Л до раскисления (проба 1) составляет 0,00332-0,00336 %, но после раскисления (проба 2) оно снижается до 0,00125 - 0,00188 %. При этом обработка высокомарганцевистой стали 110Г13Л раскислителя опытной технологии обеспечивает на треть меньшее содержание кислорода (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание кислорода в высокомарганцевой стали 110Г13Л при обработке комплексами (Al+Ti) и (ФСА+Ti).

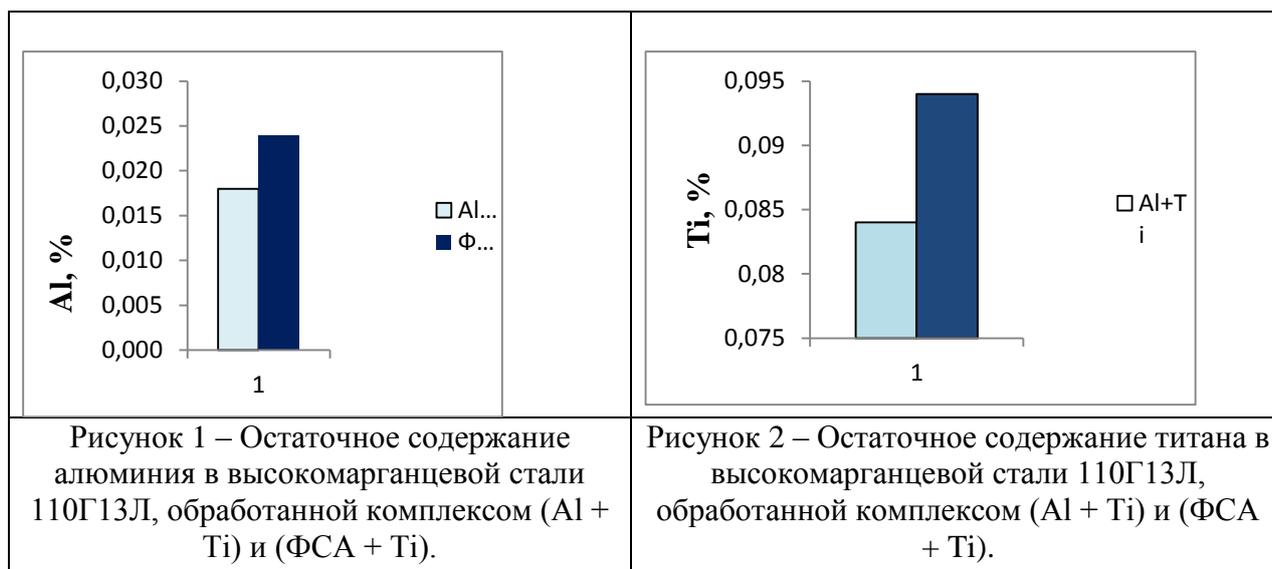
№ плавки	Вариант обработки стали	Место отбора пробы	Содержание кислорода $\Sigma [O]$, % масс
1	Обработка в комплексом (0,7 кг/т Al + 1,6 кг/т Ti)	До обработки	0,00322
		После обработки	0,00188
2	Обработка в комплексом (3,5 кг/т ФСА + 1,6 кг/т Ti)	До обработки	0,00336
		После обработки	0,00125

Измерение активности кислорода показывает (таблица 1), что при одинаковой активности кислорода в высокомарганцевой стали 110Г13Л обработка расплава комплексом (ФСА+Ti) обеспечивает более глубокое раскисление, чем в случае обработки её комплексом (Al+Ti).

Остаточное содержание Al и Ti. Исследовали также остаточное содержание и степень усвоения алюминия и титана при (Al+Ti) и (ФСА+Ti) вариантах раскисления высокомарганцевой стали 110Г13Л. При обработке высокомарганцевой стали 110Г13Л по комплексом (Al+Ti) концентрация

остаточного алюминия 0,018 %, а степень усвоения - 18,66 %. При обработке высокомарганцевой стали 110Г13Л по комплексом (ФСА+Ti) содержание остаточного алюминия 0,024 %, степень усвоения –44,58 %.

На рисунке 1 приведены сравнительные содержания остаточного алюминия в высокомарганцевой стали 110Г13Л обработанной комплексом (Al+Ti) и (ФСА+Ti).



Анализ содержания титана в обработанной комплексом (Al + Ti) и (ФСА + Ti), плавках показал (рисунок 2), что в случае применения ФСА остаточное содержание титана составило 0,094 % по сравнению с 0,084 % при присадке титана совместно с алюминием, угар титана 39,9 % и 46,3 % соответственно. Это свидетельствует о том, что при таком же расходе титановой губки степень усвоения титана возрастает с 53,7 % до 60,1 % в случае его введения совместно с ФСА.

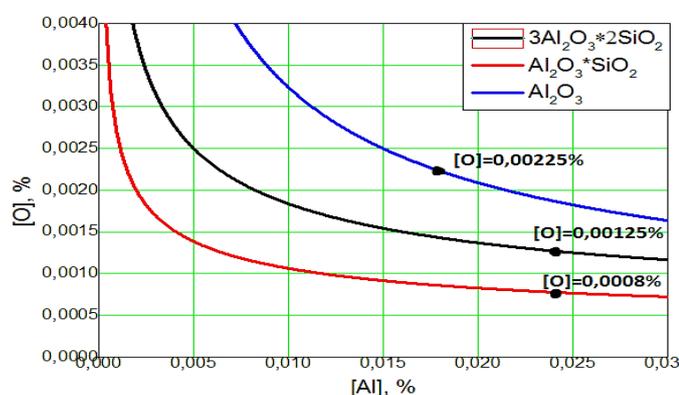


Рисунок 3– Зависимости растворимости кислорода в расплаве состава стали 110Г13Л при температуре 1873 К от концентрации кремния и алюминия: ● – экспериментальные данные;

Таблица 2 – Содержание кислорода в стали 110Г13Л экспериментальной и расчетной

Вариант обработки стали	$\Sigma [O]_{\text{эксп}}$, % масс	$\Sigma [O]_{\text{расч}}$, % масс		$\Delta \Sigma [O]$, %
Обработка в комплексом (0,7 кг/т Al + 1,6 кг/т Ti)	0,00188	0,00225		0,00037
Обработка в комплексом (3,5 кг/т ФСА + 1,6 кг/т Ti)	0,00125	$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	0,00125	0
		$Al_2O_3 \cdot SiO_2$	0,0008	0,00045

Оценка разницы расчетных и экспериментальных результатов по $\Delta [O]$ показала, что $\Delta [O]$ при обработка в комплексом (0,7 кг/т Al + 1,6 кг/т Ti) составило 3,7 ppm, а при обработке в комплексом (3,5 кг/т ФСА + 1,6 кг/т Ti) составило 4,5 ppm.

Определим активность кислорода. При содержании кислорода 0,00336% до обработки комплексом (ФСА+Ti) , $a_{[O]} = 0,000585\%$, получим $\Sigma(FeO+MnO)=5,18\%$.

Выводы

Для железнодорожных крестовин, ударная вязкость должна превышать 200 Дж/см³, для нашего случая, когда суммарное содержание (FeO) и (MnO)=5,18% при 20 °С, ударная вязкость равна 230 Дж/см³.

Реализация разработанных технологических рекомендаций опробования на заводе ЛМЗ ожидается получать качественные отливки без дефектов, с высоким и стабильным уровнем механических свойств и повысить эффективность ковшовой обработки и получить за счет снижения расхода раскислителя и модификатора экономический эффект.

Список использованных источников

1. С.В. Житнов, Н.Г. Давыдов, //Высокомарганцевые стали// Металлургия–М.1995
2. Григорович К.В., Гарбер А.К.. Анализ процессов комплексного раскисления расплавов углеродистых сталей. Металлы, 2011, №5.
3. Турсунов, Нодиржон Каюмжонович, Талгат Тилеубаевич Уразбаев, and Тохир Муратжонович Турсунов. "Методика расчета комплексного раскисления стали марки 20гл с алюминием и кальцием." *Universum: технические науки* 2-2 (95) (2022): 20-25.