

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРЯМОГО ЛЕГИРОВАНИЯ РАСПЛАВОВ

Распространение технологий прямого легирования, особенно в Японии, связано со снижением ресурсо- и энергоемкости металлургического производства. С целью изучения возможности распространения технологий прямого легирования на металлургических предприятиях была оценена температура начала восстановления оксидов легирующих элементов компонентами расплава. Ее оценка проводилась по следующему выражению:

$$T = \frac{\Delta H(Me)_{298}^0 - \Delta H(B)_{298}^0}{\Delta S(Me)_{298}^0 - \Delta S(B)_{298}^0}, \text{ К.} \quad (3)$$

где $\Delta H(B)_{298}^0$ и $\Delta H(Me)_{298}^0$ – стандартная энтальпия реакций окисления восстановителя и металла соответственно, Дж / моль;

$\Delta S(B)_{298}^0$ и $\Delta S(Me)_{298}^0$ – стандартная энтропия реакций окисления восстановителя и металла, Дж / К моль.

Оценка температуры начала восстановления оксидов Cr, V, Nb, Ti, Zr, Mn в объеме расплава растворенными в металле C, Al, Fe, Mn и Si проводилась в соответствии с выражением температурной зависимости константы равновесия соответствующей им (представлены в таблице 1). Результаты термодинамических расчетов по определению температуры начала восстановления представлены в таблице 2. В соответствии с данными представленными в ней наименьшую температуру начала восстановления имеют процессы углеродотермического восстановления марганца и хрома. Они могут осуществляться еще на стадии внепечной обработки чугуна. Рациональным способом легирования расплавов ниобием является его жидкофазное восстановление углеродом. Данная операция может быть эффективно осуществлена на стадии выплавки и внепечной обработки стали. Процессы восстановления оксидов ванадия, титана и циркония требует значительных затрат тепла, что отражается в высоких значениях температур начала восстановления. Таким образом, их можно осуществлять на стадии внепечной обработки стали в агрегате «ковш - печь».

Таблица 1

Уравнения образования оксидов легирующих компонентов и выражения температурной зависимости константы равновесия [1, 2]*

№	Уравнение химической реакции	Температурная зависимость константы равновесия
1.	$[C] + [O] \leftrightarrow \{CO\}$	$\lg K = \frac{1160}{T} + 2,00$
2.	$[Mn] + [O] \leftrightarrow (MnO)$	$\lg K = \frac{10900}{T} - 4,06$
3.	$[Si] + 2 [O] \leftrightarrow (SiO_2)$	$\lg K = \frac{-29150}{T} + 11,01$
4.	$2 [Al] + 3 [O] \leftrightarrow (Al_2O_3)$	$\lg K = \frac{-71200}{T} + 27,98$
5.	$[Fe] + [O] \leftrightarrow (FeO)$	$\lg K = \frac{6320}{T} - 2,73$
6.	$3 [Cr] + 4 [O] \leftrightarrow (Cr_3O_4)$	$\lg K = \frac{13380}{T} - 5,99$
7.	$2 [V] + 3 [O] \leftrightarrow (V_2O_3)$	$\lg K = \frac{42800}{T} - 17,10$
8.	$[Nb] + 2 [O] \leftrightarrow (NbO_2)$	$\lg K = \frac{28780}{T} - 11,83$
9.	$[Ti] + 2 [O] \leftrightarrow (TiO_2)$	$\lg K = \frac{30700}{T} - 10,33$
10.	$[Zr] + 2 [O] \leftrightarrow (ZrO_2)$	$\lg K = \frac{44173}{T} - 13,90$

* - [] – элемент растворен в железоуглеродистом расплаве; () – вещество находится в жидком состоянии; { } – вещество находится в газообразном состоянии

Таблица 2

Температура начала восстановления оксидов легирующих веществ различными восстановителями

№	Соединение	Температура начала восстановления, °C				
		[Al]	[Si]	[C]	[Mn]	[Fe]
1.	(Cr ₃ O ₄)	2284	2368	1450	2135	2718
2.	(V ₂ O ₃)	2256	2286	1907	2173	2265
3.	(NbO ₂)	2238	2263	1724	2028	2195
4.	(TiO ₂)	2387	2531	2123	2885	2935
5.	(ZrO ₂)	2482	2670	2432	3108	3116
6.	(MnO)	2289	2384	1334	-	3170

Список использованной литературы

1. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть I. Термодинамические и кинетические закономерности. Кюнпель Г. Перевод с немецкого Г.Н. Еланского. – М.: Издательство «Металлургия», 1973 – 312с.
2. Охотский В.Б. Модели металлургических систем. – Днепропетровск: “Системные технологии”, 2006. – 287с.

УДК 621.771.016

Я.Д. Василев, Д.Н. Самокиш, С.В. Журавлева

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ЛИНИИ ПОЛОСЫ С ВАЛКОМ ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ ПОЛОС С НАТЯЖЕНИЕМ

При холодной прокатке тонких и особо тонких полос деформация радиального упругого сжатия валков приобретает значения, соизмеримые с абсолютным обжатием полосы, в результате чего происходит существенное искажение контактной линии металла с инструментом и её описание уравнением окружности становится некорректным. Установлено, что с уменьшением толщины полосы и с увеличением контактных нормальных напряжений контактная линия металла с инструментом при холодной прокатке тонких полос вместо дуги, описанной уравнением окружности, приобретает форму более сложной кривой [1-3]. Контактная линия металла с инструментом оказывает большое влияние на длину очага деформации [3] и на характер изменения обжатия по длине очага, а через них на все параметры процесса холодной прокатки тонких и особо тонких полос [2, 3, 5]. Поэтому получение данных о линии контакта полосы с валком при холодной прокатке с натяжением и установление закономерности её формирования являются актуальной задачей.

Целью работы являлось расширение представлений о контактной линии полосы с валком при холодной прокатке полос с натяжением. Для детального рас-