

		Fe _{об} щ	Fe _{мет}	FeO	S	P	C	CaO	MgO
Окалина + БПК	97,5	92,5	90,2	3,0	0,07	0,017	1,8	1,1	0,3
Окалина + КМ	70,7	87,5	61,9	33,0	0,14	0,025	3,8	0,3	0,3
Окалина + КП	71,1	88,0	62,6	32,8	0,11	0,026	3,6	0,4	0,3
Шлам + БПК	97,5	73,1	71,3	2,3	0,21	0,121	1,8	17,4	0,4
Шлам + КМ	68,9	70,2	48,4	28,1	0,28	0,130	3,8	16,6	0,3
Шлам + КП	69,2	69,7	48,2	27,7	0,25	0,131	3,6	16,7	0,3

Список литературы

1. Ярошенко Ю.Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии : учеб. пособие / Ю.Г. Ярошенко, Я.М. Гордон, И.Ю. Ходоровская ; под ред. Ю.Г. Ярошенко. – Екатеринбург : ООО «УИПЦ», 2012. – 670 с.

УДК 669.018.046.5.21

А.Г. Безшкуренко, В.С. Манидин, Ю.И. Сокур, Л.Ю. Колодяжная

Национальная Металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЯ И МАРГАНЦА НА РАСКИСЛЕНИЕ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Раскисление стали кремнием и марганцем хорошо изучено как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Установлено, что при добавлении в сталь марганца и кремния оба элемента вступают в реакцию с кислородом с образованием силикатов марганца. Если правильно подобрано отношение концентраций марганца и кремния в сплаве, то при раскислении образуются жидкие продукты раскисления. Особенности взаимодействия марганца и кремния с кислородом в жидком металле изучены достаточно хорошо, и это позволяет рассматривать систему Fe-Mn-Si-O как модельный объект для разработки теоретических положений термодинамики комплексного раскисления.

В сталях, раскисленных марганцем и кремнием, равновесие оксидных фаз с металлом определяется совместным действием Si и Mn (при отсутствии или незначительном количестве алюминия).

Практика раскисления стали кремнием и марганцем основана на использовании прибора Селох и получение содержания кислорода в заданном диапазоне. Верхний предел этого диапазона определяется началом появления подкорковых пузырей и внутренних пустот в заготовке. Нижний предел определяется условиями зарастания разливочных стаканов.

В стали с относительно низкими содержаниями кремния и марганца содержание кислорода может быть высоким. При затвердевании в кристаллизаторе МНЛЗ выделяется монооксид углерода, образуя подкорковый пузырь на поверхности заготовки. Максимально допустимое содержание кислорода зависит от содержания углерода в стали. Чем выше содержание углерода, тем максимально допустимое содержание кислорода в стали должно быть ниже. При производстве стали с низкими содержаниями кремния и марганца возможно, потребуется даже ввод небольшого количества алюминия, чтобы снизить содержание кислорода до требуемого уровня.

При разливке стали без защиты струи содержание алюминия должно быть ограничено. В противном случае происходит очень быстрое зарастание стакана оксидом алюминия, образующимся при взаимодействии алюминия, содержащегося в стали, с кислородом воздуха, остатками шлака или футеровкой ковша.

Иногда бывает невозможно снизить содержание кислорода до требуемого уровня введением алюминия, так как при этом содержание последнего может превысить допустимое значение по условиям зарастания разливочного стакана. В этом случае для раскисления стали следует использовать силикокальций. Другим решением может быть ввод части алюминия непосредственно в кристаллизатор МНЛЗ. В последнем случае образование оксида алюминия будет происходить уже в формирующейся заготовке. Масса присадки силикокальция в ковше или алюминия в кристаллизатор может быть точно рассчитана на основании данных по измерению окисленности стали.

Алюминий является основным, наиболее широко применяемым раскислителем при производстве стали. Обычно его подачу рассчитывают так, чтобы в жидкой стали присутствовало определенное остаточное его количество. Алюминий не только технологичен, но и служит действенным модификатором структуры, обеспечивающим получение более плотной стали с мелким зерном и хорошими показателями пластичности и вязкости. Однако продуктом раскисления стали алюминием является глинозем, который вызывает резкое ухудшение её жидкотекучести и затягивание каналов разливочных стаканов. Обработка стали, раскисленной алюминием, кальций-

содержащей порошковой проволокой позволяет устранить эти нежелательные эффекты.

УДК 669.13:669

Б.Ф. Белов, А.И. Троцан, И.Л. Бродецкий

Институт проблем материаловедения НАН Украины, г. Киев

АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ УГЛЕТЕРМИЧЕСКОГО ФЕРРОТИТАНА

Эффективность рудно-термического процесса получения ферросплавов и лигатур определяется скоростью и полнотой химических взаимодействий восстановителя с оксидными фазами, исследование которых связано с методическими сложностями при реализации твердо-жидкофазных высокотемпературных химических реакций. Структурно-химические закономерности взаимосвязи оксидных и металлических фаз дуплекс-систем (оксид / металл) являются теоретической основой оптимизации состава шихтовых материалов и сплавов для обработки металлургических расплавов.

Цель настоящей работы – классификация и структуризация оксидных компонентов шихтовых материалов (титанатов железа) при производстве сплавов углетермического ферротитана.

Системным классификатором титанатов железа является полигональная диаграмма состояния (ПДС) системы FeO-TiO₂, построенная графоаналитическим методом [1] во всем интервале концентраций твердых и жидких исходных компонентов и представленная на рис.1. Она включает 11 промежуточных фаз: FeO→2FeOTiO₂→6FeOTiO₂(Э₁)→4FeOTiO₂→3FeOTiO₂→2FeOTiO₂(ППФ)→3FeO2TiO₂(Э₂)→FeOTiO₂→FeO2TiO₂→FeO3TiO₂→FeO4TiO₂→FeO6TiO₂→TiO₂, тогда как на классической диаграмме (вставка рис.1) присутствуют лишь три соединения: 2FeOTiO₂, FeOTiO₂, FeO2TiO₂ и четыре эвтектики, находящиеся также на ПДС FeO-TiO₂. Структуризация оксидных фаз в соответствии с теорией строения металлургических расплавов определяется ионно-молекулярными комплексами, контролирующими механизм образования жидких и твердых промежуточных оксидных и металлических фаз рудно-термического процесса [2].