

Выводы. Выполненные комплексные исследования показали, что даже при центробежной отливке валков имеет место нестабильная технология их производства, проявляющаяся в отклонениях по структуре и твердости, по длине и периметру их рабочего слоя, а также неоднородности карбидной фазы с формированием упорядоченной дислокационной структуры, которые являются определяющими в развитии сетки разгара и повреждаемости рабочего слоя. Уменьшить склонность к развитию этих дефектов возможно дополнительным микролегированием сплава ванадием и титаном для измельчения зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скобло Т.С. Методика моделирования структуры металлов с помощью перестановки пикселей изображения / Т.С.Скобло, О.Ю.Клочко, Е.Л.Белкин // Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с/г машинобудуванні: Вісник ХНТУСГ. – Харків. – 2011. – Вип. 115. – С.10-21.
2. Скобло Т.С. Применение компьютерного анализа металлографических изображений при исследовании структуры высокохромистого чугуна / Т.С.Скобло, О.Ю.Клочко, Е.Л.Белкин // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – № 6 (78). – С.35-42.
3. Скобло Т.С. Обоснование применения понятий уравнений гидродинамики Навье-Стокса для анализа металлографических изображений / Т.С.Скобло, Е.Л.Белкин, И.Ю.Клочко // Materialy VII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji [Europejska http://www.rusnauka.com/12_E_№XXI_2011/Tecnic/8_85541.doc.htm].

Поступила в редколлегию 23.03.2015.

УДК 669.182.001.57

ОГУРЦОВ А.П., д.т.н., професор
ДУШКЕВИЧ Д.І.*, пров. інженер
КОВАЛЬ А.П., аспірантка

Дніпродзержинський державний технічний університет
ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

ВІДПРАЦЮВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІКРОЛЕГУВАННЯ СТАЛІ ФЕРОБОРОМ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ

Вступ. При введенні в кристалізатор розкислювачів або легуючих добавок у вигляді порошкового дроту необхідно пам'ятати, що відбувається зниження температури металу, яке може погіршити якість металу. Це особливо проявляється при відливці заготовок малих перерізів. Для зменшення охолодження металу потрібно мати оптимальну масу сталюї оболонки дроту з метою швидкого її плавлення.

Серцевина дроту складається із кальцію або кальцію і алюмінію, захисна оболонка товщиною 0,2 мм – із низьковуглецевої сталі. В якості наповнювача в дріт вводять такі сполуки кальцію, як силікокальцій, силікокальцій-барій, бор, титан, цирконій і присадки, що забезпечують контрольоване утворення сульфідів (селен, телур).

При введенні такого дроту в метал в ковші забезпечується вирішення різних задач: досягається високий ступінь розкислення, очищення сталі від неметалевих включень; зменшується шкідливий вплив на якість металу оксидних і сульфідних неметалевих включень, знижується вміст азоту в сталі [1].

Постановка задачі. На ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» проводилися дослідження виплавки сталі в конвертерному цеху і розливу на МБЛЗ з використанням мікролегування сталі феробором. Мета проведення цих досліджень – відпрацювання технології мікролегування сталі феробором на технологічній дільниці КЦ – УПК; визначення питомої витрати феробору на технологію мікролегування сталі.

Результати роботи. Відомо, що бор дуже активний і реакційно здатний елемент, він легко окислюється і зв'язується в нітриди навіть із дуже малими залишковими концентраціями кисню і азоту в металі. Для запобігання окиснення і нітрування бору проводять попередню обробку металу сильними розкиснюючими і деазотуючими елементами (Al, Ti, Si). З цієї причини на практиці отримати вміст бору в металі у вузьких концентраційних межах за допомогою феробору досить складно [2].

У листопаді 2012 року здійснена поставка дослідної партії 20% феробору в кількості 860 кг.

Феробор поставлено в 2-х металевих бочках з розмірами шматків до 10 кг. Результатами вхідного контролю визначено фактичний вміст бору в фероборі, який склав 19,8%.

Для технологічності введення, а також контролю витрат феробору його розфасовку по 30 кг проводили відрами і потім масу на плавку вводили вручну.

При температурі 1600⁰С хімічна спорідненість елементів до кисню знижується в наступному порядку: Be, Ca, Zr, Mg, Al, Ti, C, Si, V, B, Mn, Cr, Fe, W, Mo, Co, Ni, Cu, As. Так як хімічна спорідненість бору до кисню знаходиться між кремнієм і марганцем, присадку 20% феробору краще здійснювати після попереднього розкиснення металу і введення 50% основних видів феросплавів [2].

Враховуючи середньостатистичний угар кремнію від 20 до 50%, а також високу окиснюваність бору, для забезпечення отримання вмісту бору в готовій сталі не менше 0,0015% прийнято, що необхідна кількість 20% феробору на плавку повинна складати 30кг/пл. Мікролегування сталі феробором проводили із розрахунку отримання в готовій сталі вмісту бору не менше 0,0015%.

У листопаді 2012 року на УПК МБЛЗ КЦ було проведено 26 дослідних плавок сталі марки SAE1008.

Присадка феробору здійснювалася після отримання гомогенного шлаку з урахуванням наступних особливостей: подача феробору проводилася в район продувальної плями; феробор присаджувався після введення основних видів феросплавів не пізніше, ніж за 10 хвилин до кінця обробки металу на УПК.

При виробництві дослідних плавок витрати основних видів феросплавів для легування і фероалюмінію (алюмінієм) на розкиснення сталі відповідали вимогам ТД. Усереднені дані 26 дослідних плавок сталі марки SAE1008 наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Усереднені дані дослідних плавок сталі марки SAE1008

	Масова доля В, %			Окисненість металу А[O ₂], ppm		Витрати FeB, кг/плавку	Вага сталі, т	Угар В, %
	прихід на УПК	введення з УПК	в готовій УПК	прихід на УПК	введення з УПК			
Середнє	0,0003	0,0028	0,0026	69,7	20,3	29,6	147,1	40,7
Мінімум	0,0002	0,0021	0,0019	28,0	7,0	20,0	133,1	28,7
Максимум	0,0004	0,0040	0,0039	101,0	43,0	30,0	161,9	51,8

Аналіз табл.1 свідчить, що в середньому угар феробору на УПК складає 40,7% і коливається в діапазоні від 28,7% до 51,8%. Стабільний угар бору пояснюється тим, що феробор вводився в кінці доводки в розкиснений метал із середнім вмістом кисню А [O₂] = 20,3 ppm.

Середні витрати феробору склали 29,6 кг/плавку.

Середній вміст бору в готовій сталі склав 0,0026%. Необхідно зазначити, що на плавці № 255419 введено 20кг FeB (на інших 25 плавках витрати FeB склали 30 кг/плавку) і отримано вміст бору в готовій сталі 0,0019% при достатньо низькому угарі бору, який склав 36,5%. Результати даної плавки, а також можливі неточності при зважуванні феробору і можлива несвоєчасна його подача свідчать, що при угарі бору $\geq 50\%$ є ймовірність неотримання в готовій сталі необхідного вмісту бору (не менше 0,0015%) у випадку введення FeB в кількості 20 кг/плавку.

Таким чином, при доводці металу на УПК витрати феробору для мікролегування сталі повинні складати 30 кг/плавку (0,21 кг/т) для отримання необхідного мінімального вмісту бору в готовій сталі.

1. В конвертерному цеху на УПК ОБРС на 26 дослідних плавках сталі марки SAE1008 випробувана технологія мікролегування металу 20% феробором.

2. Феробор постачається на підприємство в бочках з масою шматків до 10 кг і фактичним вмістом бору 19,8% (дані вхідного контролю).

3. Для технологічності введення, а також контролю витрат феробору його розфасовку по 30 кг проводили металевими відрами і потім вагу на плавку вводили вручну.

4. Мікролегування сталі феробором проводили із розрахунку отримання в готовій сталі вмісту бору не менше 0,0015%. Присадка феробору здійснювалась після отримання гомогенного шлаку з урахуванням наступних особливостей:

- подача феробору проводилася в район продувальної плями;
- для максимального засвоєння бору феробор присаджували після введення основних видів феросплавів не пізніше, ніж за 10 хвилин до кінця обробки металу на УПК. Феробор вводився в кінці доводки плавки в розкиснений метал із середнім вмістом кисню $A [O_2] = 20,3 \text{ ppm}$.

5. На дослідних плавках отримано наступні результати:

- середня витрата феробору склала 29,6 кг/плавку (на одній плавці введено 20 кг, на 25 плавках введено 30 кг);
- середній угар феробору на УПК складає 40,7% і коливається в діапазоні від 28,7% до 51,8 %;
- середній вміст бору в готовій сталі склав 0,0026% і коливається в діапазоні від 0,0019% до 0,0039%.

Висновки. Для отримання кращих результатів при використанні феробору бажано дотримуватися наступних рекомендацій:

1 – службі постачання краще постачати на підприємство 20% феробор з розфасовкою в мішках по 15 кг з метою контролю його витрат;

2 – в конвертерному цеху у відповідності до виробництва безперервнолитої заготовки, мікролегованої бором, при оформленні заявки враховувати питомі витрати феробору 0,21 кг/т рідкої сталі;

3 – витрати 20% феробору на мікролегування повинні складати 30 кг/плавку, а також ці витрати можуть змінюватися в залежності від фактичного вмісту бору в фероборі;

4 – для забезпечення вмісту бору в сталі не менше 0,0015% присадка феробору повинна здійснюватися в район продувальної плями після введення основних видів феросплавів не пізніше, ніж за 10 хвилин до закінчення обробки металу на УПК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Огурцов А.П. Непрерывное литье стали / А.П.Огурцов, А.В.Гресс. – Днепропетровск: Системные технологии, 2002. – 675с.
2. Внепечная обработка стали порошковой проволокой / [Каблуковский А.Ф., Зинченко С.Д., Никулин А.Н. и др.]. – М.: Металлургиздат, 2006. – 288с.

Надійшла до редколегії 02.06.2015.