

*аспирант Кузнецов Д.Ю.,
аспирант Васильев Д.Б.,
к.т.н, доц. Лащев В. Я.
(ДонГТУ, Алчевск, Украина),
Пащенко А.В.*

*(ЦЛК ОАО «АМК», начальник группы непрерывной разливки
и внепечной обработки стали, Алчевск, Украина)*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ, ВЫПЛАВЛЕННОЙ В ДВУХВАННОМ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

Наведені результати дослідження результатів позапічної обробки сталі, що виплавлена у двованному сталеплавильному агрегаті, зі застосуванням карбиду кальцію в умовах ВАТ «Алчевський металургійний комбінат».

В ходе масштабной реконструкции производства в мартеновском цехе ОАО «АМК» создан комплекс, направленный на обеспечение машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) сталью высокого качества.

Выплавленный в двухванном сталеплавильном агрегате (ДСА) и слитый в ковш мартеновского цеха металл направляется на участок перелива, где через два шиберных затвора его переливают в ковш с основной футеровкой цеха непрерывной разливки стали с целью отделения печного шлака. Затем сталь поступает на установку «ковш-печь» (УКП), где производится ее нагрев и обработка, позволяющая получить продукт с нужными технологическими параметрами, обеспечивающими бесперебойную разливку стали на МНЛЗ методом «плавка на плавку» и получение заготовок высокого качества. При этом технология внепечной обработки должна обеспечивать также минимальные затраты материалов и времени на выполнение операций.

В описанной технологической цепи во время проведения перелива одновременно выполняются такие операции внепечной обработки, как наведение высокоосновного шлака, десульфурация, раскисление, продувка инертным газом, утепление зеркала металла в ковше после перелива.

Данная статья посвящена исследованию эффективности внепечной обработки стали, выплавляемой в ДСА, с применением карбида кальция в условиях сталеплавильного производства ОАО «АМК».

По ранее принятой технологии с учетом того, что металл, полученный в ДСА, имеет большую окисленность – от 800 до 1300 ppm – затраты на раскисление металла были значительными. Во время перелива на удаление избытка кислорода из металла в ковш вводили до 400 кг чушкового алюминия, стоимость которого составляет около 10 тыс. грн/т.

Второй недостаток в существовавшей технологии заключался в том, что она не обеспечивала максимально возможное снижение содержания неметаллических включений (НВ) перед разливкой для обеспечения удовлетворительной жидкотекучести при непрерывной разливке стали и, следовательно, высокого качества стали. Так как в процессе внепечной обработки полного удаления НВ не происходит, то целесообразно максимально снижать окисленность металла всевозможными способами перед легированием для того, чтобы уменьшить количество образующихся при раскислении НВ. Было предложено использовать для снижения расхода алюминия, угара раскислителей и количества НВ карбид кальция (CaC_2). При его разложении образуется CaO , который повышает основность шлака, увеличивает скорость и степень десульфурации стали на этапах ее внепечной обработки [1].

Карбид кальция поставляется в цех в жестяных бочках развесом по 23 кг каждая. После установки сталеразливочного ковша на стенд перелива и засыпки канала шиберного затвора в ковш, в зависимости от марки стали, вводили от 5 до 9 бочек с CaC_2 , то есть 115–207 кг на плавку массой 300 т.

После начала перелива в ковш вводили чушковый алюминий в количестве 130–210 кг (в зависимости от марки) стали и твердую шлакообразующую смесь (ТШС) в количестве 2,6–2,8 т. Опробование CaC_2 при внепечной обработке на У КП положительных результатов не дало, так как в этом случае устраняется фактор мощного перемешивания металла за счет кинетической энергии струи при выпуске стали через шиберные затворы на участке перелива. Энергии же перемешивания металла при продувке аргоном оказалось явно не достаточно, поскольку бочки с CaC_2 сразу ошлаковывались и не успевали расплавиться за время обработки стали на У КП.

При использовании CaC_2 содержание CaO в шлаке увеличивается на 3–6 %, а его основность (В) возрастает на 1–1,5 единицы и достигает значений 5–6. Шлаки, образующиеся в ковше при применении CaC_2 , становятся очень вязкими. Поэтому необходимо было увеличивать в шлаке количество Al_2O_3 , определяемого из условия:

$$\frac{B}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,25 \div 0,35.$$

Содержание Al_2O_3 в шлаке должно быть:

$$Al_2O_3 = \frac{B}{0,25 \div 0,35} = \frac{5,5}{0,3} \approx 18\% .$$

В связи с тем, что часть чушкового алюминия была заменена на CaC_2 , содержание Al_2O_3 составляло в шлаке 6–10 %. Поэтому дополнительно в ковш вводили отходы производства вторичного алюминия – так называемый алюмофлюс.

В таблице приведены технологические параметры плавов с применением карбида кальция и без его применения, позволяющие произвести расчет экономической эффективности.

Таблица 1 – Технологические параметры плавов с применением и без применения карбида кальция (по данным за декабрь 2006 г)

Наименование	Единица измерения	Плавки с применением CaC_2			Плавки без применения CaC_2		
		Расход	Цена, грн/т	Сумма, грн	Расход	Цена, грн/т	Сумма, грн
Объем производства	т	74045	248	–	162679	543	–
Расходы на переливе							
CaC_2	кг/т	0,469	5900	2,767	–	–	–
Алюминий чушковый	кг/т	0,6	9932,6	5,96	1,0	9992,6	9,932
Итого	–	–	–	8,727	–	–	9,932
Расходы на УКП							
Al проволока	кг/т	0,744	14821,07	11,027	0,873	14821,07	12,939
Al гранулы	кг/т	0,25	11765,02	2,941	0,30	11765,02	3,53
Al чушковый	кг/т	0,29	9932,6	2,88	0,229	9932,6	2,275
Известь	кг/т	3,03	180,63	0,547	3,604	180,63	0,651
Итого	–	–	–	18,056	–	–	19,714
Всего	–	–	–	26,783	–	–	29,646

Исходя из приведенных в таблице данных снижение затрат за счет применения карбида кальция и замены им алюминия составляет (с учетом экономии материала при обработке стали на УКП):

$$\Delta C = 29,646 - 26,783 = 2,863 \text{ грн/т.}$$

Снижение затрат при обработке стали на У КП связаны с тем, что при использовании CaC_2 образуется шлак повышенной основности. Это способствует снижению длительности обработки на У КП: 79,56 минут на плавках с применением CaC_2 и 98,18 минут – на обычных плавках. Увеличение производительности У КП составляет:

$$\frac{98,18 - 79,56}{98,18} \cdot 100 = 18,97\% .$$

Снижение себестоимости стали составляет:

$$\frac{18,97 \cdot 118,09}{100 + 18,97} \cdot 0,1 = 1,883 \text{ грн/т},$$

где 118,09 – условно-постоянные расходы по цеху непрерывной разливки стали, грн/т;

0,1 – доля влияния на снижение длительности обработки стали на У КП за счет улучшения подготовки шлака с применением карбида кальция.

Общее снижение затрат составляет:

$$\Delta \text{Э} = 2,863 + 1,883 = 4,746 \text{ грн/т}.$$

Следует отметить, что раскисляющая способность карбида кальция определяется кинетикой протекания реакции разложения карбида кальция при контакте с жидким металлом на составляющие. Процесс обработки стали CaC_2 включают в себя нагрев бочек с карбидом кальция, их расплавление, протекание реакции разложения CaC_2 на составляющие и реакции раскисления металла кальцием и углеродом.

Обработке карбидом кальция подвергаются стали низкокремнистых марок (1008, 1010, 1L20, 1W23, HSLA-0655), спокойные углеродистые (Зсп, А283D, St 37-2, ВVA) и низколегированные (09Г2, 17ТГ, 3275УР и другие). Стали, содержащие 0,02–0,06 % углерода (например, 1006, 06ВТЕР и другие) обработке на переливе карбидом кальция не подвергаются.

Таким образом, разработанная и внедренная в мартеновском цехе ОАО «АМК» технология обработки карбидом кальция при переливе позволяет снизить:

- расход алюминия;
- расходы при обработке стали на У КП;
- содержание в стали неметаллических включений;
- продолжительность обработки стали на У КП.

Общее снижение себестоимости заготовок составляет 4,746 грн/т.

Ранее, при проведении исследований, было установлено, что между расходом извести и алюминийсодержащих материалов на переливе и УКП и содержанием водорода в стали существует прямо пропорциональная зависимость, описываемая уравнениями:

$$[H] = 3,6153 + 0,0009 \times (CaO);$$
$$[H] = 4,005 + 0,0012 \times [Al_{общ}] \quad [2].$$

Кроме того, при высоком расходе алюминия для раскисления стали и шлака активизируются процессы алюмотермического восстановления кремния из кремнезема шлака и перехода кремния в сталь [3]. При производстве низкокремнистых марок сталей по этой причине содержание кремния в маркировочной пробе часто превышает допустимые пределы.

Исходя из этого, можно предположить, что снижение расхода алюминия и извести при применении карбида кальция также позволит уменьшить содержание водорода (для всех марок сталей) и прирост содержания кремния (для низкокремнистых марок) в металле при ее обработке на УКП. Это несомненно увеличивает технологический и экономический эффект применяемой технологии.

Приведены результаты исследования данных по внепечной обработке стали, выплавленной в двухванном сталеплавильном агрегате, с применением карбида кальция в условиях сталеплавильного производства ОАО «АМК».

The results of research of a steel treatment by LF-process information, smelted in a tandem furnace, with the use of calcium carbide in the conditions of OJSC «Alchevsk iron and steel works» steel-smelting production are resulted.

Библиографический список.

1. Применение карбида кальция при выплавке низкоуглеродистой стали. А.А. Свяжин, Э. Кружке, завод «ЭКО–Шталь», «Арселор–Групп». Московский институт стали и сплавов (технологический университет). – 2006 г. – 120 с.
2. Васильев Д.Б., Кузнецов Д.Ю., Куберский С.В., Серегин М.Г., Пащенко А.В. Исследование влияния содержания водорода в металле на технологические параметры непрерывной разливки // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. Вып. 23. – Алчевск: ДонГТУ, 2007. – С. 263 – 268.

3. Кузнецов Д.Ю., Куберский С.В., Васильев Д.Б., Переяслов Д.В., Сергухин А.С., Пащенко А.В. Исследование поведения кремния при производстве малоуглеродистой стали // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. Вып. 23. – Алчевск: ДонГТУ, 2007. – С. 269 – 274.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Петрушовым С.Н.