

Д.Н. Худокормов, В.М. Королев,
О.А. Белый, С.Н. Леках, Н.Е. Кулага,
Г.В. Губин, В.Ф. Бернадо, И.Ф. Двор-
ниченко

ПРОЦЕСС ПЛАВКИ СЕРОГО ЧУГУНА В ВАГРАНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ШИХТЕ МЕТАЛИЗОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

В настоящее время чугунолитейные цехи машиностроительных заводов и металлургические предприятия "Центролит" испытывают острый недостаток качественного стального лома, который составляет в среднем 20% металлозавалки при выплавке серого чугуна и 40-50% для получения ковкого чугуна. Годовая потребность в стальном ломе для всех цехов серого и ковкого чугуна в стране превышает 3 млн. тонн.

В последние годы в СССР и за рубежом проводятся исследования по применению в литейном производстве принципиально нового шихтового материала - металлизированных железорудных окатышей.

Металлизированные окатыши содержат до 90% железа ($Fe^{мет}$), отличаются высокой чистотой с точки зрения содержания вредных примесей, имеют постоянный и известный химический состав, недороги в производстве, что определяет их преимущества перед другими шихтовыми материалами для ваграночных печей.

Имеющиеся в литературе немногочисленные сведения /1-4/ показывают реальную техническую возможность осуществления процесса выплаки чугуна в вагранке с использованием в качестве шихты предварительно восстановленной железной руды.

В литейной лаборатории Белорусского политехнического института на экспериментальной вагранке диаметром 350 мм были проведены исследования особенностей процесса ваграночной плавки с использованием в шихте металлизированных окатышей с различным содержанием восстановленного железа.

Предварительно на исходной шихте, состоящей из чушкового литейного чугуна марки ЛКЗ, стального лома и возврата собственного производства, был отработан следующий режим плавки: расход дутья - 160 м³/мин, давление дутья - 280-500 мм вод.ст., вес металлозавалки - 30 кг, расход кокса - 20%. В за-

висимости от типа применяемой футеровки и характера шихтовых материалов расход флюса составлял 20-40% от веса кокса.

Металлизированные окатыши (табл. 1), изготовленные Криворожским институтом "Механообрчермет", вводились в шихту взамен стального лома.

Таблица 1

Номер партии	Химический состав, %				Степень металлизации, %
	Fe _{общ}	Fe _{мет}	S	C	
1	82,0	71,5	0,02	0,1	86,5
2	82,0	65,5	0,028	0,1	80,0
3	78,0	48	0,02	0,1	60,0
4	76,4	39	0,017	0,1	51,0

Плавка в вагранке осуществлялась по трем вариантам; на исходной шихте (чушковый чугун - 40%; возврат собственного производства 40%; стальной лом - 20%; ферромарганец - 0,2%) с заменой в исходной шихте 50% стального лома металлизированными окатышами, а также с заменой 100% стального лома окатышами различной степени металлизации.

В каждой серии опытов перед загрузкой окатышей с различной степенью металлизации в вагранку проводилась цавка на исходной шихте (8 металлозавалок), затем после пересыпки двойной порции кокса в шихту вводились окатыши.

Шихта рассчитывалась на получение чугуна следующего химического состава (%): C - 2,9-3,0; Si - 2,1-2,2; Mn - 0,3-0,4; S - 0,05; P - 0,08-0,09.

Потребное количество окатышей определялось из расчета содержания в них Fe_{мет}. Количество кокса и флюса увеличивалось соответственно весу металлозавалки.

Окатыши загружались в вагранку вместе с топливной калочей, что уменьшало их сегрегацию в шихте и исключало спекание окатышей в конгломерат.

В ходе опытов изучались следующие параметры плавки; топливной и дутьевой режимы; распределение температур и состав газовой фазы по высоте шахты вагранки; температура, количество металла и шлака; литейные и механические свойства выплавляемого чугуна.

Исследования показали, что введение в шихту металлизированных окатышей приводит к некоторому повышению давления

луга в результате снижения проницаемости шихты.

Замена стального лома металлизированными окатышками, содержащими 71,5% $\text{Fe}^{\text{мет}}$, не оказало заметного влияния на общий выход жидкого металла, однако производительность вагранки снизилась на 5 - 7%. Количество шлака увеличилось примерно в 1,5 раза по сравнению с плавкой на исходной шихте. Температура металла на желобе оставалась практически неизменной и составляла 1360-1380 $^{\circ}\text{C}$.

Большое значение для кинетики процессов окисления и восстановления в шахте вагранки имеет отношение $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$. При

плавке на шихте, содержащей металлизированные окатышки с 71,5% металлического железа, данное соотношение увеличивалось с 1,7 до 3,5, что должно благоприятно сказаться на термодинамике и кинетике реакций довосстановления железорудных окатышей в шахте вагранки. В экспериментальной вагранке ввиду быстрого схода шихты эти процессы не получают существенно развития. В то же время, по данным работы /5/, в вагранке производительностью 9 т/час плавка металлизированных окатышей привела к увеличению выхода годного до 100,4-102,7%.

Анализ химического состава чугуна показал, что при переходе на металлизированные окатышки с относительно высоким содержанием железа взамен стального лома наблюдается повышенный угар кремния, марганца и пригар углерода и серы. Если при плавке на исходной шихте угар кремния и марганца составлял соответственно 28 и 30%, то при введении в шихту металлизированных окатышей угар этих элементов достигал 48 и 45%. При этом наиболее резкое падение содержания кремния и марганца наблюдалось в начальном периоде плавки с окатышками. Аналогичное явление было также установлено в работе /5/, где использовались окатышки с содержанием металлического железа до 92%. Данное обстоятельство связано с наличием в окатышах повышенного содержания окислов железа, а также с тем, что окатышки благодаря своему размеру и форме могут опускаться в шахте вагранки значительно быстрее металлической шихты.

Добавка в шихту окатышей, содержащих 65,5% $\text{Fe}^{\text{мет}}$, привела к дальнейшему снижению производительности вагранки и увеличению количества шлака в 1,8 раза. При этом температура металла на желобе снизилась на 20-30 $^{\circ}\text{C}$.

В результате замены окатышками 50% стального лома состав газовой фазы в шахте вагранки оставался неизменным. При полной замене стального лома окатышками с содержанием 65,5%

Fe_{мет} отношение $\frac{CO}{CO_2}$ по сравнению с плавкой на исходной шихте увеличилось в 3 раза.

Существенные изменения претерпевал также химический состав чугуна. Если чугун, выплавленный на исходной шихте, имел 2,0% Si и 0,53% Mn, то после замены стального лома окатышами концентрация этих элементов не превышала соответственно 1,5 и 0,35%.

Еще более отрицательные результаты были получены при использовании в шихте окатышей с низкой степенью металлизации. Введение в шихту окатышей, содержащих 39–45% Fe_{мет}, вызвало резкое увеличение количества шлака и уменьшение выхода жидкого металла. Несмотря на применение в качестве флюса плавикового шпата, шлак имел высокую вязкость, содержал большое количество окислов железа. Повышенная вязкость шлака и низкая температура жидкого металла затрудняли выпуск последнего из вагранки.

Исследования литейных и механических свойств серого чугуна, выплавленного с использованием в шихте металлизированных окатышей, показали, что увеличение количества окатышей и снижение их металлизации приводит к ухудшению жидкотекучести и повышению склонности чугуна к отбелу.

Наиболее высокой жидкотекучестью и малой склонностью к отбелу обладал после исходного чугуна, выплавленный с добавкой в шихту окатышей, содержащих 71,5% Fe_{мет}.

Таким образом, выполненные исследования доказывают принципиальную возможность замены стального лома в ваграночной шихте металлизированным железорудным сырьем. При этом содержание Fe_{мет} в окатышах, которое не вызывает заметного нарушения хода ваграночной плавки, должно быть не менее 70%.

Учитывая бурное развитие производства металлизированного железорудного сырья и его невысокую стоимость, следует рассматривать окатыши как перспективный шихтовой материал для литейного производства.

Л и т е р а т у р а

1. "Mining Congr. I" 1972, №8. 2. Известия ВУЗов СССР, серия "Черная металлургия", №1, 1972. 3. "Ingenierna eind", 1968, 36, 398, 53–59. 4. Canbe H., Ganke W., SI/RN direct reduction process for the Production of Sponge Iron and Ironmaking Symposium of the

Академик Словацкой АН Иозеф Чабелка,
доцент-инженер Станислав Пиларик,
канд.техн.наук, инженер Мариан Мургаш,
инженер Гаролд Месиар (кафедра физичес-
кой металлургии, сварки и литья машино-
строительного факультета СВШТ в Братисла-
ве ЧССР)

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНОГО И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЕЙ В МЕТАЛЛУРГИИ

Нашей кафедрой в последнее время проводятся работы по изучению влияния магнитного поля на кристаллизацию металлических расплавов. Конкретно исследуется воздействие на структуру сплавов пары магнитных полей. В этом случае используется принцип движения проводника в магнитном поле. Между полюсами электромагнита находится форма с расплавом. Течение тока через расплав образует магнитное поле, создающее силовое взаимодействие с полем между полюсными наконечниками магнита.

Схема экспериментальной установки изображена на рис. 1.

Требуемый эффект достигается при помощи кристаллизатора между полюсами электромагнита. Основная разница в способе кристаллизации видна из рис. 2. На рисунке изображен слиток, переплавленный электрошлаковым способом и затвердевший без воздействия пары магнитных полей. Влияние магнитного поля на структуру слитка видно из рис. 2, б. В таблице 1 приведены результаты испытаний образцов из материала ЧСН 12010, вырезанных из различных частей слитка, подвергающегося воздействию пары магнитных полей. Как видно, значения ударной вязкости являются гомогенными во всем слитке. При исследовании ударной вязкости данного материала, переплавленного в одинаковых условиях, но без наложения магнитного поля, в разных местах слитка она оказалась различной и изменялась от 0,27 до 0,98 Нм/мм². Этот материал в прокатном состоянии должен иметь ударную вязкость не ниже 1,20 Нм/мм².