

При совершенствовании ПУТ-технологии в условиях ПАО «ММК им. Ильича» необходимо, прежде всего, обеспечить снижение уровня выхода шлака и мелочи 5-0 мм в железорудной шихте до базового уровня с тем, чтобы сохранить возможность повышения производительности печей.

Таким образом, построенный и введенный в эксплуатацию пылеугольный комплекс мощностью по пылеугольному топливу 1 млн т/год на ПАО «ММК им. Ильича» дал возможность освоить технологию доменной плавки с вдуванием ПУТ в количестве 150-170 кг/т чугуна, что позволило полностью вывести из состава дутья ПГ, снизить расход кокса на 109-155 кг/т чугуна (21,0-29,9 %), повысить производительность доменных печей. Успешному освоению ПУТ-технологии способствовали такие компенсирующие мероприятия как, повышение содержания кислорода в дутье на 1,57-2,28 %, вывод из состава дутья природного газа, улучшение качества кокса и агломерата, высокое качество ПУТ и др.

УДК 669.054:669.74

**С.А. Купцов, М.Ю. Проценко, И.С. Скиданов**

ДонГТУ, Алчевск

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАСЫЩЕНИЯ МЕТАЛЛА МАРГАНЦЕМ МЕТОДОМ ДУГОВОГО ГЛУБИННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ**

Внепечная обработка железоуглеродистых расплавов с использованием традиционных агрегатов ковш-печь целесообразна лишь для ковшей объемом более 10 т, поэтому возникает необходимость в поиске альтернативных технологий и оборудования, позволяющих осуществлять эффективную доводку небольших объемов металлического расплава. Одним из перспективных способов обработки расплавов в ковшах небольшой емкости может быть, относительно новый, метод дугового глубинного восстановления (ДГВ) элементов для рафинирования и раскисления-легирования металла [1, 2]. Сущность разработанной технология ДГВ заключается в восстановлении необходимых элементов из рудной смеси входящей в состав специальных блоков в зоне погруженной в расплав электрической дуги. Основным элементом технологии является дуговой блок состоящий из комбинированного электрода вокруг которого набивается рудно-восстановительная смесь.

Авторами настоящей работы разработана технология раскисления-легирования железоуглеродистых расплавов марганцем, восстанавливаемым из оксидов, входящих в состав различных марганецсодержащих материалов.

При использовании в качестве основного сырья шлака от производства силико-марганца комбинированный электрод представлял собой стальную трубку внутри набитую электродной смесью из 70-71% графита, 17-18% пека каменноугольного и 11-12% магнезита, а рудная часть состояла из 50-51% шлака, 26-27% негашеной извести, 6,5-7% отходов металлургического кокса и 15-16% каменноугольного пека. Из опробованных восстановителей наибольшая эффективность достигнута при использовании в кокса или боя графитовых электродов. Количество необходимых для восстановления углеродсодержащих материалов рассчитывается по стехиометрии реакций восстановления марганца и кремния, с учетом 50-60 % углерода пека, остающегося в блоке после коксования;

Установлено, что максимальная мощность в зоне горения дуги (11-12 кВт), необходимая для восстановительных процессов, обеспечивается добавкой в состав электродной смеси магнезита в количестве 11-13% при этом процесс горения (расходования) комбинированного электрода имеет ступенчатый характер. В процессе сжигания комбинированного электрода высота откалывающегося кусочка электродной смеси уменьшается при увеличении мощности подводимой на дугу и при ее величине 11-12 кВт (0,079-0,085 кВт/мм<sup>2</sup>) составляет 1,5-2 мм.

По результатам экспериментальных плавов проведенных в лабораторных и промышленных условиях установлено, что:

– степень извлечения марганца в пределах 70-90 % и кремния 20-35 %, а также синхронное расходование всех элементов дугового блока получены при его диаметре 52-58 мм (ср. 55 мм), линейной скорости расходования 0,40-0,45 мм/с (max при 0,43 мм/с), основности рудно-восстановительной смеси 1,4, температуре расплава перед обработкой свыше 1500 °С, удельной мощности подводимой в зону реакции в пределах 5,0-6,0 Вт/мм<sup>2</sup> площади поперечного сечения рудно-восстановительного блока

– снижение суммарных затрат на обработку металла в сравнении с обработкой ферросплавами составляет 30-40 %.

На основании проведенных исследований определены основные технологические параметры новой технологии раскисления-легирования чугуна и стали в ковшах (плавильных агрегатах) небольшой единичной емкости. В ходе дальнейших исследований будут разработаны рекомендации по конструктивным особенностям блоков и технологическим параметрам обработки для агрегатов емкостью 0,06-10 т.

## Список литературы

1. Куберский С.В. Электродуговое извлечение полезных примесей металлургических отходов и вторичных материалов в железоуглеродистые расплавы / С.В. Куберский // Металлургическая и горнорудная промышленность. – №7. – 2010. – С. 168-169.
2. Низяев К.Г. Десульфурация чугуна и стали магнием, восстановленным в зоне погруженной в металл электрической дуги / К.Г. Низяев, Б.М. Бойченко // Бюллетень НТИ. Черная металлургия. – 2007. – №11. – С. 34-39.

УДК 669.786:658.567.1.002.8

**Лелеко Д.В., Трегубенко Г.Н.**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБАМИДСОДЕРЖАЩИХ ЛИГАТУР ПРИ ВЫПЛАВКЕ ЭЛЕКТРОСТАЛЕЙ С КАРБОНИТРИДНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ**

Анализ современных методов производства азотсодержащих сталей свидетельствует, что в настоящее время не существует универсального азотоносителя [1]. Так, разработанные в последние десятилетия методы прямого легирования стали азотом из газовой фазы в плазменно-дуговых печах или в конвертерах с донным подводом дутья получили промышленное развитие лишь для высокохромистых коррозионностойких и жаропрочных сталей и сплавов и экономически непригодны для сталей массового производства. Главными причинами является необходимость в дорогостоящем специальном оборудовании, его относительно низкая производительность, низкая стойкость футеровки и др.

Наиболее распространенным способом легирования стали азотом является применение азотированных ферросплавов, которые вводятся в плавильный агрегат перед выпуском или в ковш в процессе выпуска жидкого металла. К преимуществам такого способа следует отнести его простоту, отсутствие необходимости в специальном сталеплавильном оборудовании и достаточную надежность попадания в заданные марочным составом пределы содержания азота.

На основании большого числа исследований, проведенных на кафедре электрометаллургии под руководством профессора Хитрика С.И., акад. Гасика М.И. и проф. Рабиновича А.В. по разработке азотированных ферросплавов в НМетАУ был разработан способ жидкофазного окускования АЛ, [2,3] состоящий в том, что при на-