

3. Влияние предкристаллизационной термической обработки опытных фритт на фазовый состав продуктов их кристаллизации. Установлено, что надлежащая температура предварительной термической обработки фритты, определяемая по ее термограмме, приводит к резкому замедлению скорости превращения анатаз–рутил, что приводит к существенному повышению белизны покрытий на основе термообработанных эмалей и к доминации анатаза над рутилом (рис. 3).

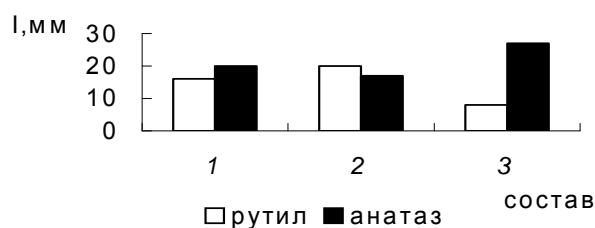


Рис. 3. Изменение интенсивности дифракционных максимумов рутила и анатаза:
1 – исходный образец; 2 – образец, содержащий WO_3 ;
3 – предварительно термообработанный образец, содержащий WO_3

Как видно из рис. 3, белизна опытного покрытия увеличилась по сравнению с образцом, не прошедшим термообработку, при том же количестве добавок, а также она увеличилась по сравнению с эталонным опытным покрытием.

Предположено, что термическая обработка фритты приводит к зарождению и развитию центров кристаллизации анатаза, которая при последующем обжиге покрытий трансформируется в более совершенные и крупные кристаллы анатаза, что смещает температуру их перехода в рутил в область повышенных температур.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ СТАЛИ ШЛАКОМ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ

А. А. Чичко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель В. Ф. Соболев

Одной из задач современного сталеплавильного производства является снижение себестоимости выплавляемой стали. Важную роль при этом играет оптимизация плавки с целью уменьшения расходуемых шлакообразующих, коррозии футеровки и потерь тепла со шлаком. Потери тепла в ходе окислительного рафинирования стали обусловлены нагревом и разложением вводимых шлакообразующих, износ футеровки – вымыванием из нее окиси магния. Мерой снижения материальных и энергетических затрат может являться оптимизация состава сталеплавильного шлака.

Целью данной работы является моделирование шлакового режима плавки с целью установления пределов удаления фосфора при обновлении шлака добавкой извести с фиксированной массой, оптимизации концентрации окиси магния в сталеплавильном шлаке, сравнительной характеристики затрат тепла при использовании различных шлакообразующих добавок.

При моделировании шлакового режима использовались термодинамические расчеты растворимости окиси магния, коэффициента перераспределения фосфора между металлом и шлаком, а также нагрева и разложения известняка. Для расчета растворимости окиси магния и распределения фосфора использовался аппарат тео-

рии регулярных ионных растворов, при этом с использованием теории Кожеурова наряду с влиянием температуры учитывалось взаимное влияние компонентов шлака на их активности. При этом предварительно была произведена проверка адекватности используемых моделей: для коэффициента распределения фосфора – по экспериментальным данным Белорусского металлургического завода, для растворимости окиси магния – по литературным данным [1]. В качестве источника термодинамических данных был использован справочник [2]. В ходе проведения экспериментальных исследований осуществлялся отбор образцов шлака и металла с интервалом 3–4 мин через рабочее окно 100-тонной дуговой печи РУП БМЗ. При этом для получения адекватной картины каждая проба шлака включала 4–5 одновременно отобранных образцов. Далее с помощью плазменной спектроскопии проводились анализы отобранных проб шлака на содержание SiO_2 , CaO , FeO , MgO и металла на содержание C и P .

В основе коррозии футеровки лежит процесс растворения и вымывания одного из основных компонентов – оксида магния. Скорость протекания данного процесса описывается уравнением:

$$V = kS(C_{\text{нас}} - C),$$

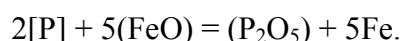
где V – скорость растворения, кг/с; S – площадь раздела фаз, м^2 ; $C_{\text{нас}}$ и C – концентрации оксида магния в соответственно насыщенном и текущем составе шлака, %.

Распространенной практикой снижения агрессивного воздействия шлака на футеровку является повышение основности шлака и его насыщение по окиси магния путём введения добавок доломита. При этом достигается предел растворимости по окиси магния, разность $(C_{\text{нас}} - C)$ уменьшается и растворение футеровки блокируется. Однако при введении доломита важно не допустить превышения концентрации окиси магния над пределом ее растворимости, что в противном случае вызовет выделение кристаллической фазы из шлака, то есть сделает его гетерогенным и ухудшит его рафинирующую способность вследствие затруднения протекания в нем массопереноса.

Разработанный алгоритм расчета растворимости окиси магния в сталеплавильных шлаках позволяет оценить массу добавки доломита, необходимой для достижения предела насыщения и снижения агрессивного воздействия на футеровку сталеплавильного агрегата. При этом учитывается влияние компонентов шлака и температуры.

Фосфор является вредной примесью, отрицательно влияющей на механические свойства стали, в частности, вызывающей повышение хрупкости. В большинстве распространенных марок сталей допустимое содержание фосфора ограничивается пределами 0,015–0,07 %. Поэтому при получении высококачественной стали распространенной практикой является окисление фосфора и перевод его в шлак по ходу плавки, то есть дефосфорация металла. Шлак при этом выступает в роли экстрагента, извлекающего фосфор из металла и прочно его удерживающего в виде оксида.

В основе удаления фосфора лежит химическая реакция, которую в упрощённом виде можно представить так:



Как видно из уравнения реакции, протеканию процесса удаления фосфора из металла способствует понижение активности его оксида в шлаке. Поэтому для успешного протекания дефосфоризации необходимо как дальнейшее связывание оксида фосфора в шлаке в форме различных соединений, так и обновление шлака. Наиболее прочные соединения формируются при введении в шлак извести, однако ее

избыточные количества также нежелательны. В рамках разработанной модели возможен расчет коэффициента распределения фосфора между металлом и шлаком в зависимости от его состава и температуры. Точность моделирования была проверена путем экспериментального определения коэффициента распределения фосфора. Коэффициент парной корреляции массивов экспериментальных и расчетных данных составил 0,75. Результаты сравнения экспериментальных и расчетных данных представлены на рис. 1.

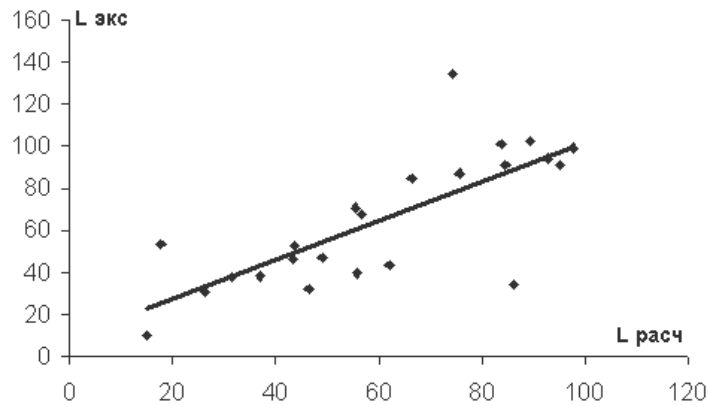


Рис. 1. Корреляция экспериментальных и расчетных значений коэффициента распределения фосфора L

При известном значении коэффициента распределения L можно рассчитать количество фосфора, удаляемое при введении в шлак извести известной массы. На рис. 2 приведен пример моделирования снижения общего содержания фосфора в модельной системе при введении порций извести в шлак массой 10 кг, находящийся на металле массой 100 кг и общим содержанием фосфора 0,1 кг.

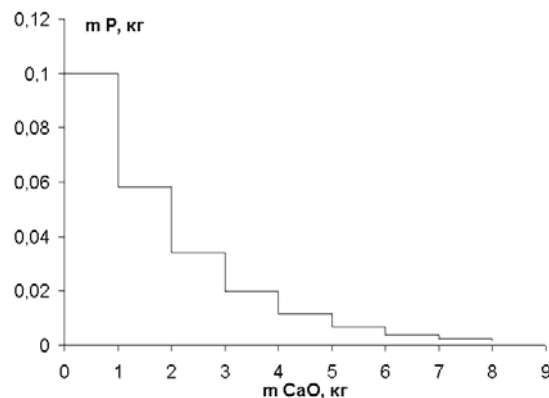


Рис. 2. Остаточный уровень содержания фосфора в системе при введении порций извести массой по 2 кг

Зачастую улучшение одного из показателей может приводить к общему удорожанию процесса, поэтому при любых рекомендациях по совершенствованию шлакового режима требуется расчёт сопутствующих энергетических и экономических затрат. Разработанная модель позволяет учесть тепловые потери на нагрев и разложение вводимых шлакообразующих добавок, что наряду с исходными данными по

стоимости используемых материалов и электроэнергии помогает выбрать наименее затратный способ осуществления процесса.

Литература

1. Кожеуров, В. А. Термодинамика металлургических шлаков / В. А. Кожеуров. – Свердловск : ГНТИЛ, 1955.
2. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя. – Ленинград : Химия, 1974.

**ОЦЕНКА РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АЛМАЗОНОСНОГО
ПОКРЫТИЯ РАСПИЛОВОЧНОГО ДИСКА,
ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ШАРЖИРОВАНИЯ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОБРАБОТКИ**

А. А. Новиков, А. А. Минчук

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель М. Г. Киселев

Цель работы заключалась в определении оптимальных режимов технологического процесса формирования алмазосодержащего покрытия на распиловочном диске методом шаржирования его боковых поверхностей, обеспечивающих наивысший уровень его эксплуатационных показателей.

Для обработки твердых и сверхтвердых материалов, включая монокристаллы алмаза, широко применяются инструменты, на поверхностях которых тем или иным способом сформировано алмазосодержащее покрытие. В частности, это распиловочные (отрезные) диски, повсеместно используемые в алмазодобывающем производстве.

Эксплуатационные показатели этих инструментов (режущая способность, стойкость, качество обработанной поверхности) определяются характеристиками алмазосодержащего покрытия, которые, в свою очередь, зависят от способа его формирования. На сегодня применяются два основных способа: механическое шаржирование зерен алмазных микропорошков в поверхностный слой инструмента и их закрепление на его поверхности за счет гальванически осажденного металла, как правило, никеля. Для указанного выше алмазообрабатывающего инструмента предпочтение отдается способу механического шаржирования, который при простоте его реализации обеспечивает удовлетворительный уровень показателей алмазного слоя и, в первую очередь, в отношении качества обработанной поверхности и выхода годного.

Поэтому актуальной остается задача совершенствования технологии шаржирования поверхностей с целью повышения эксплуатационных показателей инструментов. В этом плане особого внимания заслуживают вопросы определения оптимальных режимов процесса шаржирования, при которых обеспечиваются наилучшие условия формирования алмазосодержащего покрытия на боковых поверхностях распиловочного диска. Отсутствие таких систематизированных сведений определило необходимость проведения данных исследований.

Для оценки основных эксплуатационных показателей распиловочных дисков полученных шаржированием его боковых поверхностей с применением различных режимов обработки, были последовательно проведены следующие эксперименты.

Проводилось шаржирование заготовок распиловочных дисков при различных режимах обработки. По результатам этих серий экспериментов определялись оптимальные режимы шаржирования распиловочных дисков, которым соответствует