

Известно, что на степень усвоения марганца и кремния существенное влияние оказывает окисленность раскисляемой стали, определяющим параметром которой является содержание углерода в стали на выпуске плавки.

Установлено, что наилучшие результаты по степени усвоения марганца из ферросплавов получены при применении шлакообразующих материалов, содержащих окислы кальция и магния (доломитизированная известь в сравнении с сырым доломитом и сталеплавильной известью) и составляет при содержании углерода на выпуске 0,04 %, соответственно 78 % и 76 %.

Наилучшие результаты по степени усвоения кремния из ферросплавов получены также при применении шлакообразующих материалов, содержащих окислы кальция и магния (доломитизированная известь в сравнении с сырым доломитом и сталеплавильной известью) и составляет при содержании углерода на выпуске 0,05 %, соответственно 60 %, 62 % и 58 %.

В результате проведенных исследований установлено, что существенное влияние на степень усвоения марганца и кремния из ферросплавов оказывает химический состав применяемых шлакообразующих материалов, в частности совместное содержание окислов кальция и магния. При применении шлакообразующих материалов, содержащих окислы кальция и магния (доломитизированная известь в сравнении с сырым доломитом и сталеплавильной известью) и составляет при содержании углерода на выпуске 0,04 %, соответственно 78 % и 76 %. А степень усвоения кремния при содержании углерода на выпуске 0,05 % — соответственно 60 %, 62 % и 58 %. Для применения данных закономерностей в промышленных условиях получены графические зависимости с аналитическим их описанием.

Предполагается проведение дальнейших исследований по определению наибольшей эффективности применяемых шлакообразующих материалов в ДСП для повышения ресурсо- и энергосбережения технологического процесса выплавки и раскисления стали.

Список литературы

1. Рядов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах / А. В. Рядов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров. — М. : Теплотехник, 2007. — 192 с.
2. Нархольд, Т. Электрометаллургическая печь серии ULTIMATE — сталеплавильный агрегат нового поколения / Т. Нархольд, Б. Виллемин // Электрометаллургия. — 2005. — № 4. — С. 8–12.
3. Куликов, И. С. Раскисление металлов / И. С. Куликов. — М. : Metallurgia, 1975. — 504 с.
4. Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов : учеб. пособ. для вузов / Г. А. Григорян, А. Я. Стомахин, А. Г. Понаморенко [и др.]. — М. : Metallurgia, 1989. — 288 с.

УДК 669.187.2

Кухарев А. Л.

к.т.н., доц.

СИПИМ ЛГУ им. В. Даля, г. Стаханов, ЛНР

МНОГОЭЛЕКТРОДНЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ НАПРЯЖЕНИЯ

В сверхмощных электросталеплавильных комплексах при перемешивании расплава целесообразно использовать магнитогидродинамические эффекты, из которых наиболее эффективными являются электровихревые течения, которые возникают за счет взаимодействия протекающего тока с собственным магнитным полем.

В дуговых печах с многоэлектродным токоподводом актуальной задачей является выбор рационального расположения электродов и параметров электромагнитных воздействий для интенсификации магнитогидродинамических эффектов.

В Японии (Tokyo Steel Plant) работает шестиэлектродная дуговая печь мощностью 256 МВА [1]. Эта печь имеет два сводовых и четыре подовых электрода и получает энергопитание от полупроводниковых выпрямителей.

В наших публикациях для сверхмощных электрометаллургических комплексов предлагается и исследуется шестиэлектродная печь с тремя сводовыми и тремя подовыми электродами (рис. 1) [2–4].

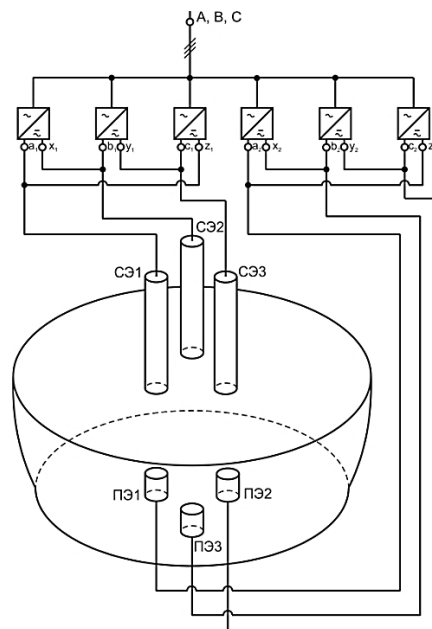


Рисунок 1 — Шестиэлектродная дуговая печь с двухконтурным энергопитанием

В предлагаемой печи три подовых и три сводовых электрода располагаются в ванне по вершинам равносторонних треугольников, причем угол между осями смежных сводовых и подовых электродов составляет 60 градусов.

Для энергопитания печи предложено использовать преобразователи, которые обеспечивают питание как постоянным, так и переменным напряжением различной частоты. Рекомендуемый диапазон частот выходного напряжения 0,01–10 Гц.

Причем предложенная двухконтурная схема энергопитания за счет возможного независимого управления амплитудой, фазой и частотой по каждому электроду позволяет расширить способы управления тепловыми потоками в процессе плавки, что особенно важно при необходимости интенсивного симметрирования теплового поля в печах, например, при таких технологических нарушениях как поломка электродов, обвалы шихты, обрывы дуг и др. [2].

Как показали наши исследования [2–4], предложенные технические решения (в сравнении с традиционными трехэлектродными печами) обеспечивают формирование дополнительных источников электромагнитных сил в центрах застойных зон и дополнительных вертикальных и горизонтальных вихревых контуров циркуляции расплава для усиления конвективных течений, формирование пульсаций электромагнитных сил с частотой, близкой к частотам вращения вихревых структур для увеличения степени турбулизации расплава, изменение электромагнитных воздействий в процессе плавки для управления конвективными течениями с возможностью периодического перестроения потоков циркуляции расплава, улучшение равномерности распределения джоулева нагрева в токопроводящих системах и в расплаве за счет рационального расположения электродов, подавления скин-эффекта и эффекта близости.

На основании технико-экономических расчетов, проведенных для электрометаллургических комплексов емкостью 180 т и мощностью 150 МВА показано, что при внедрении предложенных технических решений за счет улучшения условий перемешивания и увеличения вводимой активной мощности ожидается снижение времени плавки на 4–6 минут, со-

кращение затрат на потребленную реактивную электроэнергию — на 15–25 %, повышение производительности — на 10–12 %, при этом срок окупаемости капитальных вложений не превышает 4 лет.

Список литературы

1. Адати, Т. Сверхмощная 420-тонная электродуговая печь компании Tokyo Steel, Япония / Т. Адати, Р. Селлан // *Металлургическое производство и технология*. — 2012. — № 2. — С. 8–17.
2. Пат. 124027 Украина. МПК Н 05 В 7/144. Система электрооживления багатоелектродной дуговой печи / заявники та патентовласники Кухарев О. Л., Ковальчук А. О. — № u201711369 ; заявл. 20.11.2017 ; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5. — 6 с.
3. The Peculiarities of Convective Heat Transfer in Melt of a Multiple-Electrode Arc Furnace / A. Kukharev, V. Bilousov, E. Bilousov, V. Bondarenko // *Metals*. — 2019. — № 9. — С. 1174.
4. Кухарев, А. Л. Выбор рациональных энергетических параметров многоэлектродных электропечных установок / А. Л. Кухарев // *Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки*. — Донецк : ДонНУ, 2020. — № 1. — С. 59–71.

УДК 669.046.516

Куберский С. В.

к.т.н., проф.,

Федотов О. В.

ст. преп.,

Завгородний С. Р.

магистрант

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ РАСПЛАВА В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

На физической модели промежуточного ковша МНЛЗ, оборудованного электромагнитным перемешивателем, исследовано влияние интенсивности электромагнитных воздействий на скорость потоков, образующихся при переливе расплава из активной в миксерную зону.

Ключевые слова: *промежуточный ковш, электромагнитное перемешивание, физическая модель, рафинирование стали.*

Для поддержания конкурентоспособности выпускаемой продукции качеству выплавляемой стали необходимо уделять повышенное внимание.

Предлагаемая технология обработки металла в промежуточном ковше (ПК), оборудованном электромагнитным перемешивателем (ЭМП), подразумевает собой дополнительную обработку расплава с целью улучшения качества непрерывнолитого слитка. Предполагается решение ряда задач, связанных с гомогенизацией расплава по химическому составу и температуре, возможностью подогрева расплава, рафинированием его от неметаллических включений. Модернизация промежуточного ковша с целью переноса части технологических операций, производимых на оборудовании участков внепечной обработки стали, является весьма актуальной задачей на сегодняшний день.

Для исследования электромагнитных воздействий на сталь в промежуточном ковше МНЛЗ была изготовлена двухкамерная холодная физическая модель ПК с активной (АЗ) и миксерной (МЗ) зонами в масштабе 1:10 (рис. 1), за основу которого был взят реальный ПК филиала №12 ЗАО «Внешторгсервис» массой 60 т и размерами 7000Ч1200Ч800 мм.