

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОТСЕЧКИ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

С.П. Еронько, А.Ю. Цупрун, Д.В. Новиков
ДНТУ

Приведені результати фізичного моделювання процесу відсікання шлака під час випуску сталі із кисневого конвертера, розроблені пропозиції що до вибору оптимальних кінематичних схем пристроїв для реалізації цього процесу.

Отсечка печного шлака во время выпуска стали из кислородного конвертера в разливочный ковш имеет важное практическое значение, поскольку обеспечивает повышение срока службы футеровки ковшей, снижение степени рефосфорации, уменьшение угара ферросплавов и раскислителей, а также увеличение выхода годной стали.

Предотвращение попадания большого количества шлакового расплава в сталерозливочный ковш в условиях кислородно-конвертерного производства может быть обеспечено за счёт установки на корпус конвертера скользящего затвора, перекрывающего выпускной канал плавильного агрегата в момент появления частиц шлака в потоке выпускаемого металла, или за счёт применения специальных отсечных устройств, выполненных из огнеупорной массы в виде поплавков и помещаемых с помощью манапуляторов в ванну конвертера, где они благодаря правильно подобранной плотности материала, находятся на границе раздела металлической и шлаковой фаз и при подходе слоя шлака к выпускному отверстию перекрывают его. Результаты выполненного анализа данных, приведенных в зарубежной технической литературе за последние десять лет, свидетельствуют о том, что второй способ предотвращения попадания в ковш шлака при выпуске стали из конвертера более распространен чем первый.

На кафедре механического оборудования заводов черной металлургии ДонНТУ ведутся работы по совершенствованию технологии бесшлакового выпуска стали из кислородных конвертеров и конструкций отсечных устройств. Для получения информации, необходимой для выбора оптимального технического решения изучаемой проблемы, авторами настоящего сообщения выполнено физическое моделирование процесса отсечки шлака применительно к

производственным условиям ККЦ ОАО "ЕМЗ". Исследования проводились на модели 160-тонного конвертера, выполненной в масштабе 1:10. В качестве моделирующих сред использовались вода и керосин. В ходе лабораторного эксперимента решались 3 основные задачи: исследовались особенности поведения жидкой ванны в момент повалки конвертера с целью определения количества шлака, попадающего в разливочный ковш на разных стадиях процесса выпуска металла; изучалось влияние формы и размеров плавающих стопоров на степень отсечки шлака для разработки предложений по повышению эффективности их применения; проверялась работоспособность различных кинематических схем устройств для ввода отсечных стопоров в полость конвертера на заключительной стадии процесса выпуска жидкой стали.

Контрольные замеры объёмной доли керосина, попадающего в модель сталеразливочного ковша при переводе модели конвертера из вертикального положения в горизонтальное и обратно в вертикальное, позволяют сделать заключение о том, что количество выливающегося шлакового расплава распределяется следующим образом: 15-18% - в начале выпуска; 62-65% - в конце выпуска и 20% - во время возврата конвертера в рабочее положение. При моделировании опробовали 4 варианта отсечных устройств, отличающихся формой и геометрическими параметрами. Модели отсечных плавающих стопоров, изготовленных из пенопласта и древесины, имели форму шара; усеченных конусов, соединенных между собой основаниями; тетраэдра; полусферы, нанизанной на направляющий стержень.

В результате визуального контроля за положением моделей отсечных устройств различной формы, плавающих над выпускным отверстием на границе раздела воды и керосина при истечении моделирующей расплав жидкости, а также измерения объёмов керосина, остающегося после схода воды в модели конвертера установлено, что наибольшая степень отсечки шлака может быть достигнута в случае использования стопора, снабженного стержнем. Такой отсечной элемент значительно лучше в сравнении с остальными центрировался относительно выпускного канала модели конвертера. Причём вероятность его срабатывания составляла около 90%, в то время как у других элементов она не превышает 50-60%.

Эффективность применения плавающих стопоров для отсечки технологического шлака во многом зависит от надёжности работы манипулятора, обеспечивающего введение пробок в полость конвертера. Для исследования были отобраны три конструкции устройств, отличающихся кинематической схемой рычажных систем,

соответствующих различным условиям размещения и эксплуатации манипуляторов.

Первая система включала параллелограммный механизм, приводимый в действие гидроцилиндром. При её работе отсечная пробка вносится в полость конвертера и располагается над выпускным отверстием с помощью полой штанги, совершающей плоскопараллельное движение. Достоинством данной конструкции манипулятора является то, что в нерабочем положении он занимает мало места, поскольку имеет возможность складываться.

В состав второй механической системы входила самоходная тележка с механизмами подъёма и поворота штанги, несущей отсечной элемент. Конструкция такого манипулятора проста и надежна, однако занимает много места на рабочей площадке.

Третья система выполнена в виде консольно закреплённой с возможностью поворота в горизонтальной плоскости телескопической балки, снабжённой гидроприводом. Основным достоинством данной конструкции манипулятора является наличие системы поворота в вертикальной плоскости стопорного элемента, позволяющей применять пробку-стопор с центрирующим стержнем, благодаря чему устраняется возможность ухода элемента из зоны выпускного отверстия конвертера под действием потоков жидкого металла.

С целью выбора оптимального технического решения с использованием упрощённых механических моделей указанных устройств изучалось их функционирование в различных прогнозируемых ситуациях, обусловленных изменениями объёма и вязкости конвертерного шлака, постоянно наблюдаемых в процессе выплавки стали с применением интенсивного кислородного дутья. Имитация повышения вязкости жидкого конвертерного шлака проводилась путём добавления в керосин определенного количества мазута.

На основании результатов анализа с использованием ряда критериев был выбран напольный вариант конструкции манипулятора, устанавливаемого на самоходную тележку и имеющего несколько степеней свободы, что имеет важное значение для точного позиционирования отсечного элемента относительно выпускного отверстия кислородного конвертера.

Данные физического моделирования процесса отсечки технологического шлака при выпуске металла из плавильного агрегата положены в основу разработанных технических предложений по повышению эффективности конвертерного производства стали на металлургических предприятиях Украины.