

УДК 669.18.046.5

к.т.н. Романчук А. Н.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОТСЕЧКИ КОНЕЧНОГО КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА

Рассмотрено влияние отсечки шлака при выпуске стали из кислородного конвертера на ее качество и технологические показатели кислородно-конвертерного процесса в целом. Приведены конструкции различных систем отсечки шлака, показано развитие приоритетных направлений в этом вопросе. Исследован опыт эксплуатации систем отсечки шлака в конвертерном отделении ККЦ ПАО «АМК».

Ключевые слова: конвертер, разливочный ковш, отсечка шлака, манипуляторы, отсечные элементы, стопор.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Качество стали напрямую зависит от количества вредных примесей в составе расплава, на удаление которых и направлен кислородно-конвертерный процесс. К ним относится и шлак – неотъемлемый, но очень вредный продукт процесса производства. Для улучшения качества выпускаемой продукции необходимо минимизировать процент шлака в составе металла. Это возможно осуществить с помощью специальных систем отсечки шлака.

Проблема отсечки конечного технологического шлака при выпуске стали из плавильных агрегатов имеет особую актуальность в условиях широкого внедрения способов обработки металла на установках «ковш-печь». Успех решения указанной проблемы зависит от технических возможностей механического оборудования, обеспечивающего бесшлаковый выпуск стали в разливочный ковш.

В настоящее время приоритетным направлением в развитии сталеплавильного производства является разработка новых технологий и оборудования, которые смогли бы обеспечить более высокое качество и более низкую себестоимость выпускаемой металлопродукции. Свойства выплавленного металла во многом зависят от применяемой технологии на заключительных этапах процесса производства стали, к которым относятся внеагрегатная обработка и разливка стали. Как показала практика, эффективность операций по рафинированию стали на уста-

новках «ковш-печь» в значительной мере определяется количеством конечного технологического шлака, попадающего в ковш во время выпуска металла из плавильного агрегата. Особо остро проблема высокоокисленного шлака проявляется в условиях кислородно-конвертерного производства стали.

Отсечка 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. По самым общим данным отсечка конвертерного шлака обеспечивает:

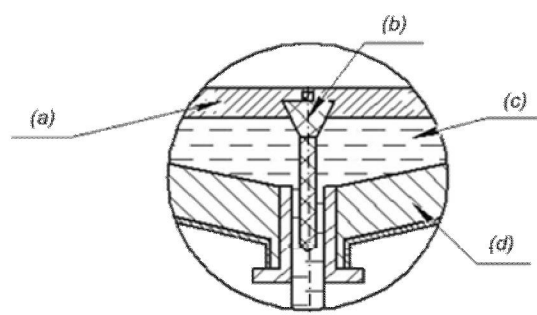
- уменьшение расхода раскислителей (алюминий, ферросилиций и пр.);
- сокращение потребления шлакообразующих присадок (извести и плавленого шпата или же синтетических порошков);
- упрощает и повышает эффективность десульфурации стали в ковше;
- исключает необходимость удаления конвертерного шлака из ковша и исключает потребность в машине для скачивания шлака;
- облегчает наведение в ковше синтетического шлака уже при выпуске его из конвертера;
- снижает потери тепла при обработке на установке «ковш-печь»;
- уменьшает удельный расход огнеупоров на тонну стали за счет снижения их эрозийного износа в зоне шлакового пояса.

Постановка задачи. Задачей данной работы является анализ различных систем отсечки конечного конвертерного шлака, влияния эффективности их работы на качество стали и показатели технологического процесса.

Изложение материала и его результаты. В настоящее время отсечка шлака с помощью отсечных элементов, вводимых в ванну конвертера, является наиболее распространенным способом, что вызвано его простотой и надежностью по сравнению с другими. Достоинства этого способа: все элементы находятся вне зоны воздействия высоких температур, а самым температурно-нагруженным элементом является штанга, вводимая в полость конвертера, на время не более 30 с; отсутствие необходимости использования дорогих систем раннего обнаружения шлака в струе выпускаемой стали; удобное расположение устройства на рабочей площадке [1].

Способ основан на применении специальных отсечных элементов поплавоквого типа (рис. 1), которые изготавливаются из огнеупорного материала и помещаются в ванну конвертера с помощью специальных устройств, блокирующих входное отверстие канала при подходе к нему слоя шлака на заключительной стадии выпуска металла.

Для ввода отсечных элементов поплавоквого типа в полость плавильного агрегата на заключительной стадии выпуска стали из него используют манипуляторы.



(a) – шлак, (b) – отсечной элемент,
(c) – металл, (d) – конвертер

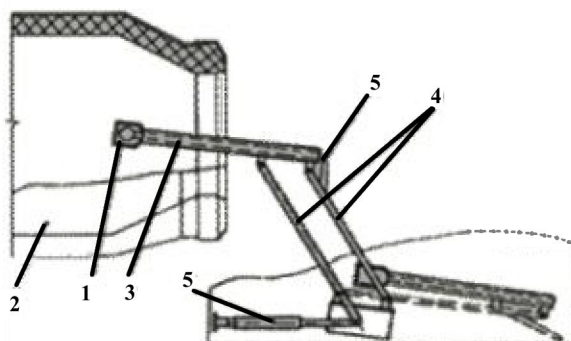
Рисунок 1 Способ отсечки шлака с использованием элементов поплавоквого типа

Манипуляционные системы, предназначенные для ввода отсечных элементов в ванну кислородного конвертера, должны удовлетворять следующим требованиям:

- компактности конструкции в нерабочем положении и возможности ее размещения в отведенном месте на рабочей площадке у конвертера;
- достаточной точности позиционирования отсечного элемента относительно оси выпускного канала сталеплавильного агрегата пред сбросом;
- высокой надежности работы в условиях интенсивного теплового воздействия и высокой запыленности;
- возможности автоматического обеспечения заданной траектории движения отсечного элемента при вводе в конвертер без значительного усложнения системы управления приводами [2].

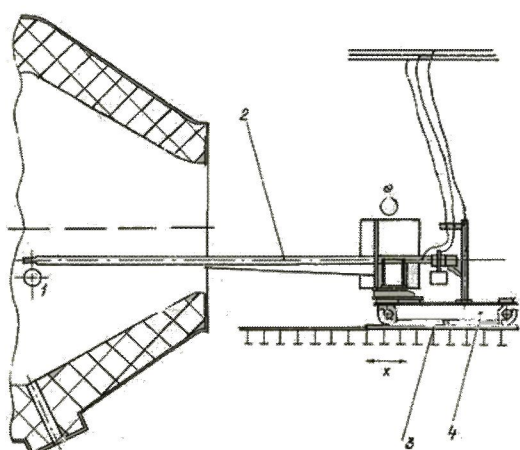
Манипуляторы, используемые на современных металлургических предприятиях, бывают двух типов:

- подвесной, представляющий собой рычажную систему в виде параллелограмма, приводимую в действие пневматическими цилиндрами и закрепленную на кронштейнах над рабочей площадкой (рис. 2);
- напольные манипуляторы, которые могут быть передвижными или стационарными, представляющие собой самоходную тележку с механизмом подъема и поворота штанги, несущей отсечной элемент (рис. 3)



1 – шар-пробка, 2 – конвертер, 3 – полая штанга, 4 – рычаги, 5 – гидроцилиндр

Рисунок 2 Манипулятор подвесного типа



1 – шар-пробка, 2 – штанга, 3 – железнодорожные пути, 4 – самоходная тележка

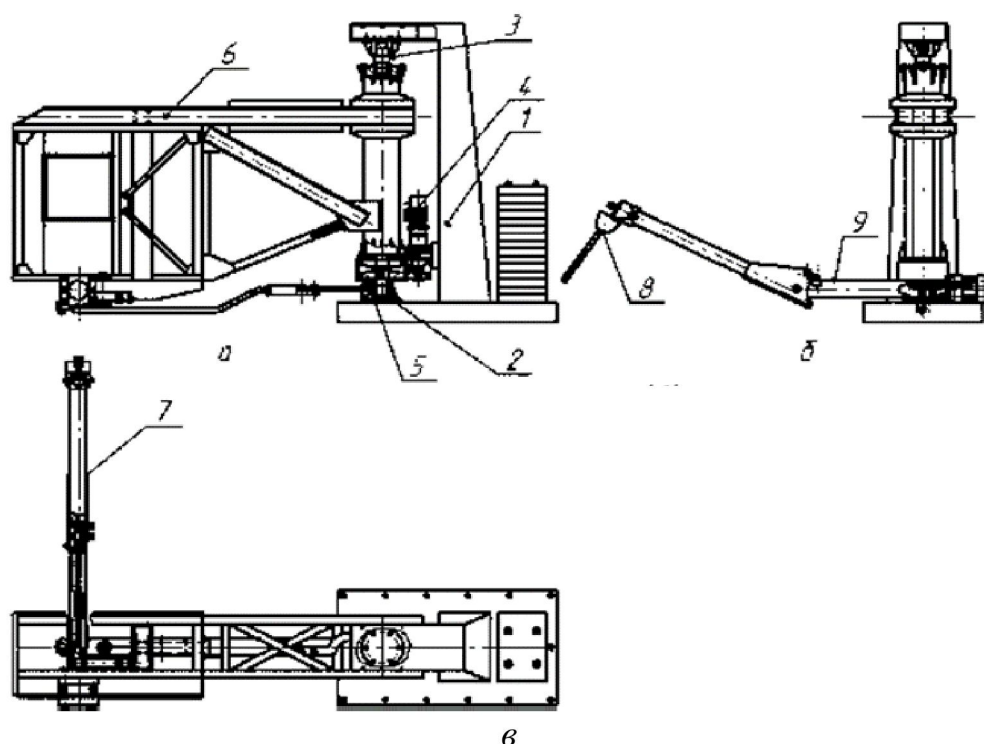
Рисунок 3 Манипулятор напольного типа

На основании результатов анализа существующих конструкций манипуляторов сделан вывод о том, что их многообразие обусловлено спецификой расположения основного и вспомогательного оборудования в плавильных отделениях конвертерных цехов

металлургических предприятий. На рабочей площади возле кислородного конвертера необходимо рационально разместить несколько машин, каждая из которых предназначена для выполнения строго одной специальной технологической или ремонтной операции.

При разработке усовершенствованной конструкции манипуляционной системы ставилась задача создания универсальной машины, которая могла бы быть задействована для реализации нескольких (как минимум двух) операций, связанных с обеспечением сброса отсечного элемента в ванну кислородного конвертера, а также с установкой защитного экрана, используемого во время ремонта горловины выпускного канала и элементов огнеупорной футеровки плавильного агрегата [3].

Предложенная конструкция универсальной манипуляционной системы показана на рисунке 4.



а – вид спереди; б – вид сбоку; в – вид сверху;

1 – колонна; 2 – нижняя неподвижная опора; 3 – верхняя неподвижная опора;

4 – механизм поворота; 5 – зубчатое колесо; 6 – стрела; 7 – полая штанга;

8 – отсечной элемент; 9 – кронштейн

Рисунок 4 Универсальная манипуляционная система

В результате проведенных испытаний отсечка шлака на выпуске металла из конвертера с использованием универсальной манипуляционной системы позволила повысить качество стали, а также увеличить производительность кислородного конвертера

Однако со стороны конструкции системы выявились недостатки, главный из которых – невозможность быстрой замены ее элементов, что приводило к остановке конвертера.

В декабре 2013 года проводились испытания в конвертерном отделении ККЦ ПАО «АМК» тампонов «Cone Plast» для отсечки шлака при выпуске металла.

На конвертере было проведено 568 опытных плавов с применением тампонов «Cone Plast». Для сравнения были использованы данные сравнительных плавов с применением каолиновой ваты для отсечки шлака при выпуске металла из конвертера.

В результате исследований было установлено, что применение тампонов «Cone Plast» для отсечки шлака при выпуске металла дало положительные результаты:

- количество увлекаемого металлом шлака составляет 5-7 кг/т стали, что ниже, чем при использовании каолиновой ваты;
- увеличение сквозного усвоения Mn, Si и Al при раскислении и легировании стали;
- снижение расхода Al проволоки.

В качестве недостатков было отмечено следующее:

- неполное соответствие диаметра тампона «Cone Plast» диаметру сливной летки конвертера по причине ее размывания в ходе процесса;
- несоответствие эксплуатационных параметров манипулятора установки тампонов «Cone Plast» конструкции участка кислородных конвертеров.

В настоящее время в отделении ККЦ ПАО «АМК» проведены исследования и введена в эксплуатацию система шлакового стопора «VAL-CON» для отсечки шлака при выпуске металла из конвертера.

Система работает следующим образом. С целью предупреждения вытекания шла-

ка из конвертера в ковш в конце плавки в выпускное отверстие вводится чугунное сопло, через которое вдувается удерживающий газ. Уплотняющая функция обеспечивается пневматическим способом, благодаря чему исключается влияние неравномерного износа выпускного отверстия и неоднородной консистенции шлака. Так как обеспечена возможность управления моментом уплотнения, возможно также и управление количеством вытекающего вместе с плавкой шлака.

Как правило, за счет использования системы для отсечки шлака «VAL-CON» с автоматическим детектированием шлака количество шлака, увлекаемого металлом, снижается до 3-5 кг/т стали.

Механическое повреждение сопла и огнеупорной кладки выпускного отверстия исключается за счет того, что ширина конуса сопла меньше, чем диаметр выпускного отверстия, так что между обеими поверхностями остается кольцевой зазор. При работе системы шлакового стопора через этот зазор подсасывается воздух, который дополнительно поддерживает уплотняющий эффект.

Непрерывное охлаждение газом обеспечивает максимальную готовность и долгий срок службы шлакового стопора. Сопло должно заменяться периодически, приблизительно через каждые 1000 плавов в среднем. В штатных условиях замена сопла занимает примерно 25 минут.

Применение системы для отсечки шлака «VAL-CON» дает большие преимущества по сравнению с использованием тампонов «Cone Plast»:

- сокращение выноса шлака в разливочный ковш;
- сокращение затрат на раскислители;
- снижение расхода ферросплавов;
- сокращение расхода огнеупорного материала;
- уменьшение рефосфорации;
- уменьшение количества включений в стали;

- уменьшение риска снижения качества плавки;
- минимальные эксплуатационные расходы.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Рассмотрена проблема отсечки конечного технологического шлака при выпуске стали из конвертера, имеющая особую актуальность в условиях широкого внедрения способов обработки металла на установках «ковш - печь». Дана оценка различным системам отсечки шлака при выпуске стали из агрегата. Рассмотрен способ отсечки шлака с использованием элементов поплавокотого типа. Обоснованы преимущества конструкции универсального манипулятора. В отличие от других конструкций манипуляторов,

указанный манипулятор позволяет реализовать несколько операций при отсечке шлака.

Исследован опыт эксплуатации систем отсечки шлака в конвертерном отделении ККЦ ПАО «АМК».

Сравнительный анализ показал, что применение тампонов «Cone Plast» позволило снизить количество увлекаемого металлом шлака до 5-7 кг/т стали, тогда как с использованием системы для отсечки шлака «VALCON» с автоматическим его детектированием количество шлака, увлекаемого металлом, снизилось до 3-5 кг/т стали.

Дальнейшая разработка и создание отечественных образцов устройств для реализации технологической операции по отсечке конвертерного шлака имеет в настоящее время важное значение.

Библиографический список

1. Бедарев, С. А. Обоснование параметров и усовершенствование системы отсечки конвертерного шлака элементами поплавокотого типа при выпуске стали [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук.: 05.05.08 / Бедарев С. А. — Донецк : ДонГТУ, 2011.
2. Еронько, С. П. Разработка эффективных схем отсечки шлака при сливе металла из конвертера [Текст] / С. П. Еронько, А. Н. Смирнов, Д. П. Кукуй // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. — 2003. — № 8. — С. 33–37.
3. Белянин, П. Н. Промышленные роботы [Текст] : учеб. пособие / П. Н. Белянин. — М. : Машиностроение, 1975. — 400 с.

© Романчук А. Н.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф., зав. каф. МЧМ ДонГТУ Новохатским А. М.,
нач. сталеплавильной лаборатории ОАО «АМК» Сбитневым С. А.*

Статья поступила в редакцию 09.11.16.

к.т.н. Романчук О. М. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СИСТЕМ ВІДСІЧЕННЯ КІНЦЕВОГО КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКУ

Розглянуто вплив відсічення шлаку при випуску сталі з кисневого конвертера на її якість і технологічні показники киснево-конвертерного процесу в цілому. Наведено конструкції різних систем відсічення шлаку, показано розвиток пріоритетних напрямів в цьому питанні. Досліджено досвід експлуатації систем відсічення шлаку в конвертерному відділенні ККЦ ПАТ «АМК».

Ключові слова: конвертер, розливний ківш, відсічення шлаку, манипулятори, відсічні елементи, стопор.

PhD Romanchuk A. N. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

EFFICIENCY ASSESSMENT FOR DIFFERENT CUT-OFF SYSTEMS FOR FINAL CONVERTER SLAG

The slag cut-off influence on steel quality at tapping from oxygen converter and technological parameters of the whole oxygen-converter process have been analyzed. The designs of different slag cut-off systems are presented and top-priority goals in developing this idea are shown. The field experience for the slag cut-off systems in converter shop of OCS PJSC «Alchevsk Iron-and-Steel works» has been analyzed.

Key words: converter, casting ladle, slag cut-off, manipulators, cut-off elements, locking device.