

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

МРНТИ: 53.03.11

DOI: [10.53002/097](https://doi.org/10.53002/097)

УДК: 669.184.244:669.046.58

Романов В.И.¹, Бестембек Е.С.¹, Муртазаев К.Н.¹, Бражников А.С.¹, Казаков В.И.²

¹*Карагандинский индустриальный университет, Темуртау, Казахстан*

(E-mail: victor-romanov-47@list.ru, gwert.06@mail.ru, k.murtazayev@tttu.edu.kz, a.brazhnikov@ttt.ed.kz)

²*АО «Qarmet», Темуртау, Казахстан*

(E-mail: vv.kazakovkazakov@mail.ru)

Комплекс устранения дефекта «раструб» при выпуске расплава из конвертера

В статье рассмотрена проблема образования дефекта «раструб» при выпуске шлако-металлического расплава из кислородного конвертера через леточный канал. Показано, что дефект формируется вследствие резкого охлаждения наружной части леточного блока и кристаллизации металла на торцевом участке, что приводит к нарушению компактности струи, ее окислению, газонасыщению и увеличению доли неметаллических включений. Проанализированы существующие технологические решения по подогреву леточного канала и их недостатки. Предложен комплекс технических мероприятий, включающий предварительный выпуск шлака для прогрева узла и применение целлюлозного вкладыша, обеспечивающего устойчивое формирование компактной струи. Реализация предложенной технологии позволяет снизить количество оксидных включений, уменьшить угар раскислителей и легирующих материалов, повысить стойкость футеровки и улучшить качество выпускаемой стали.

Ключевые слова: конвертер, леточный канал, раструб, шлако-металлический расплав, дефекты стали, неметаллические включения, футеровка, выпуск металла, целлюлозный вкладыш, подогрев леточного узла, качество стали.

Введение

Завершающей стадией передела по выплавке углеродистого полупродукта в сталь в кислородном конвертере является выпуск расплава через леточный канал, расположенный на стыке цилиндрической и конической частями конструкции конвертера, предназначенный для сепарации шлака от металла.

С учетом основного назначения операции выпуска расплава возникает множество сопутствующих задач по координации позиции вытекающей струи расплава по отношению к сталь-ковшу и лотков для одновременной подачи сыпучих и штучных раскисляющих и легирующих материалов, возможных аварийных переливов расплава через горловину агрегата, синхронизации скоростей наклона и подъема конвертера для “подрыва” струи и конечно же, получение компактной однородной струи без оксидных неметаллических включений возникающими из металла, шлака и футеровки.

Материалы и методы

В период выпуска металла из плавильного агрегата при соприкосновении наружной части леточного блока с температурой 350–700°C (замер с помощью тепловизора FLIR T540) с жидким металлом обладающем температурой 1590–1680°C (замер погружной платино-платиновой термопарой ПР 30/6) образуется закристаллизовавшийся металл «раструб» в виде усеченного расчленённого конуса, преобразующего компактную струю в распылённую, тем самым насыщая металл азотом, кислородом, снижая концентрацию углерода, увеличивая долю оксидов железа в ковше, что сопровождается снижением стойкости футеровки стальной ковша, повышенным угаром раскислителей и легирующих материалов, а также значительным снижением температуры металла.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

В традиционных металлургических агрегатах, домна, мартен, индукционная и дуговых электропечь, ферросплавные установки, плавни цветной металлургии снабжены каналами – желобами для слива металла расположенными под углом 3 – 75 градусов к горизонтали, что не позволяет защитить металл от атмосферы и контакта с футеровкой желоба, так как расплав рассредоточивается по поверхности, по законам гравитации и гидродинамики.

Предлагаемый технический регламент основан на том, что перед выпуском металла из конвертера через леточный канал производится выпуск шлака с температурой 1560 – 1640°C в течение 10 – 80 секунд в шлаковую чашу, после чего производится слив металла в сталь-ковш [1].

В современных технологиях по эксплуатации сталеплавильных агрегатов [2, с 6] перед выпуском металла из реторты торцевую часть леточного канала подогревают специальной горелкой.

Недостатком данного приема является подогрев только наружных внешних слоев огнеупора, что при большой теплопроводности торец-устье быстро охлаждается и вновь на нем образуется “раструб” в виде застывшего металла.

Для гарантированного устранения дефекта “раструб” вводится дополнительное технологическое оборудование в виде целлюлозного вкладыша, толщиной 15 – 60 мм с отверстием равным 0,95 – 1,2 диаметра выходного леточного блока, находящего соосно с леточным каналом. [3]

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлена фронтальная и горизонтальная часть (проекция) леточного узла, где 1-огнеупорный леточный канал, вмонтированный в стальной кожух 2 и замурованный кирпичной кладкой 3, 4 – вкладыш из целлюлозы с отверстием для монтажа 5, с полозьями 6 и крепежными элементами 7.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

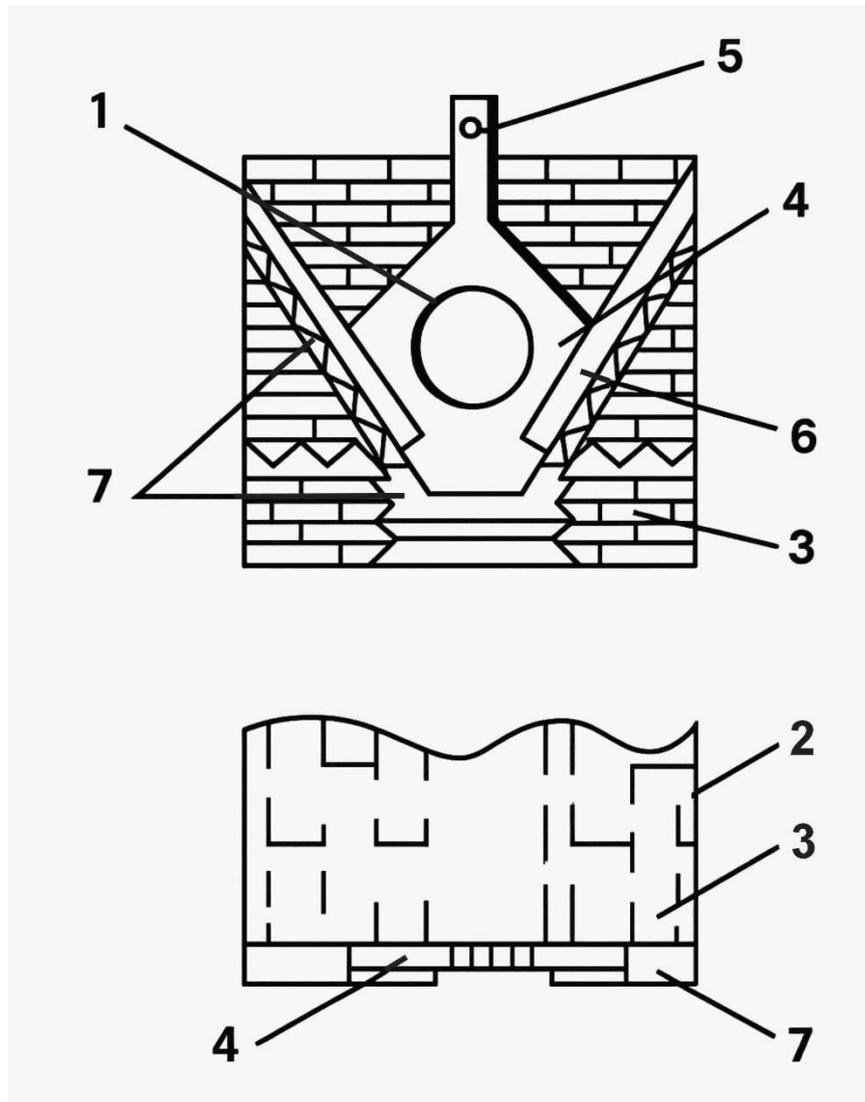


Рисунок 1 – Фронтальная и горизонтальная проекции леточного узла

При выплавке стали на большегрузных, наиболее распространённых 300 – тонных конвертерах, леточный блок состоит из семи катушек, коаксиально вставленных друг в друга с общей длиной 161 см и внутренним цилиндрическим леточным каналом 160 мм, при пуске в работу после полной перефутеровки конвертера с продолжительностью 12 минут 10 секунд.

Стойкость футеровки леточного канала 95 – 140 плавов, в то время как стойкость рабочего слоя футеровки конвертера до 10000 плавов.

Перед выпуском металла леточный блок вместе с конвертером устанавливается на уровне рабочей площадки сталевара, который очищает желоба ползьев от остатков шлака, устанавливают с помощью отверстия в верхней части вкладыша, сам вкладыш после чего производят выпуск расплава из конвертера.

Использование предлагаемого оборудования и технологии позволяет создать условия для получения качественной стали путем снижения доли неметаллических включений, снизить расход электроэнергии на подогрев, увеличить стойкость футеровки сталеразливочных и промежуточных ковшей.

Выводы

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Установлено, что образование дефекта «раструб» при выпуске расплава из конвертера является следствием резкого охлаждения торцевой части леточного канала и последующей кристаллизации металла, что приводит к распылению струи, повышенному окислению и газонасыщению расплава.

Показано, что традиционный подогрев торца леточного блока горелками не обеспечивает достаточной глубины прогрева, вследствие чего дефект формируется повторно уже в начальный период выпуска металла.

Предложена технологическая схема, включающая предварительный выпуск высокотемпературного шлака, который обеспечивает прогрев леточного узла до 1500–1610 °С и создаёт условия для формирования стабильной компактной струи.

Разработана конструкция целлюлозного вкладыша, устанавливаемого соосно с леточным каналом. Его применение позволяет существенно уменьшить охлаждение расплава и предотвратить образование дефекта «раструб» в течение всего периода выпуска металла.

Внедрение предложенного комплекса технических мероприятий позволяет снизить содержание оксидных неметаллических включений в стали, уменьшить угар раскислителей и легирующих материалов, повысить стойкость футеровки разливочных и промежуточных ковшей и улучшить общее качество металлического стали.

Список использованных источников

1. Патент РК № 36507 - Способ выпуска расплава из конвертера., с 21с 5/42 5/46, F27Д 3/15, бюл. №50, 2023 г. Романов В.И., Ногаев К.А., Бестембек Е.С.
2. БМЗ-ФАИ / Начало и перспективы. Г.Холльбайс, К. Файгл / Сталь №10, 2002 г. – с 6-8.
3. Патент РК №35140 – Леточный узел сталеплавильного агрегата., с 21с 5/28 5/46, F27Д 3/1, бюл. №24, 2021 г. Жаутиков Б.А., Романов В.И., Ногаев К.А.

Романов В.И., Бестембек Е.С., Муртазаев К.Н., Бражников А.С., Казаков В.И.

Конвертерден балқыманы шығару кезіндегі «раструб» ақауын жою кешені

Мақалада оттекті конвертерден шлак-металл балқымасын летка арнасы арқылы шығару кезінде «раструб» ақауының түзілу мәселесі қарастырылады. Ақаудың летка блогының сыртқы бөлігі күрт салқындап, торец аймағында металдың кристалдануы нәтижесінде қалыптасатыны көрсетілген. Бұл құбылыс ағынның ықшамдылығының бұзылуына, оның тотығуына, газдануына және металл емес қосындылар үлесінің артуына әкеледі. Летка арнасын қыздыруға арналған қолданыстағы технологиялық шешімдер талданып, олардың кемшіліктері айқындалған. Түйінді алдын ала шлак шығарумен қыздыруды және ықшам ағынның тұрақты қалыптасуын қамтамасыз ететін целлюлоза салымшасын қолдануды қамтитын техникалық шаралар кешені ұсынылған. Ұсынылған технологияны енгізу тотығу негізіндегі қосындылар мөлшерін азайтуға, раскислительдер мен қоспалардың жану шығынын төмендетуге, футеровканың төзімділігін арттыруға және алынатын болаттың сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: конвертер, летка арнасы, раструб, шлак-металл балқымасы, болат ақаулары, металл емес қосындылар, футеровка, металл шығару, целлюлоза салымшасы, летка торабын қыздыру, болат сапасы.

Romanov V.I., Bestembek E.S., Murtazayev K.N., Brazhnikov A.S., Kazakov V.I.

Complex for Eliminating the «Flare» Defect during Converter Melt Tapping

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

The article examines the problem of the formation of the “flare” defect during the tapping of slag–metal melt from an oxygen converter through the taphole channel. It is shown that the defect forms as a result of rapid cooling of the outer part of the taphole block and crystallization of metal on its end surface, which leads to disruption of the compactness of the molten stream, its oxidation, gas saturation, and an increase in the proportion of non-metallic inclusions. Existing technological solutions for heating the taphole channel and their drawbacks are analyzed. A set of technical measures is proposed, including preliminary slag tapping to heat the taphole assembly and the use of a cellulose insert that ensures stable formation of a compact stream. Implementation of the proposed technology makes it possible to reduce the amount of oxide inclusions, decrease the loss of deoxidizers and alloying materials, increase the durability of ladle refractories, and improve the quality of the produced steel.

Keywords: converter, taphole channel, flare defect, slag–metal melt, steel defects, non-metallic inclusions, refractory lining, metal tapping, cellulose insert, taphole heating, steel quality.

References

1. Patent RK № 36507 — Sposob vypuska rasplava iz konvertera., S 21S 5/42 5/46, F27D 3/15, bjul. №50, 2023 g. Romanov V.I., Nogaev K.A., Bestembek E.S.
2. BMZ-FAI / Nachalo i perspektivy. G. Khol'l'ais, K. Faigl / Stal' №10, 2002 g. – s. 6–8.
3. Patent RK № 35140 — Letochnyj uzel staleplavil'nogo agregata., S 21S 5/28 5/46, F27D 3/1, bjul. №24, 2021 g. Zhautikov B.A., Romanov V.I., Nogaev K.A.