

УДК 669.162

д.т.н. Новохатский А. М.,
Блинов А. М.
(ДонГТУ, Алчевск, ЛНР, bat_10_89@mail.ru)

ХАРАКТЕР ВЫПУСКА ПРОДУКТОВ ПЛАВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА ЧУГУННОЙ ЛЕТКИ

Проведен анализ истечения продуктов плавки по каналу чугунной летки доменной печи. Определено влияние геометрических параметров канала на характер и длительность выпуска.

Ключевые слова: холодная модель горна доменной печи, канал чугунной летки, кокс, длительность выпуска, эквивалентный диаметр.

Характер опорожнения горна в большой степени зависит от режима наполнения и выпуска продуктов плавки. Это связано с тем, что скорость движения расплава по мере отдаления от чугунной летки уменьшается из-за увеличения суммарной площади сечения каналов в межкусковых промежутках коксовой насадки, что приводит к наличию в горне остаточного шлака, который, как правило, находится на диаметрально противоположной стороне от выпускного отверстия. На количество остаточных продуктов плавки в металлоприемнике доменной печи по завершении выпуска влияет ряд параметров: химический состав шлака, температура расплава, порозность коксовой насадки, форма и геометрические размеры чугунной летки.

Анализ текущего состояния вопроса показал зависимость между дренажом расплава через коксовую насадку к чугунной летке и характером выпуска продуктов плавки. Кроме того, на этот процесс влияет конфигурация канала летки [1–4].

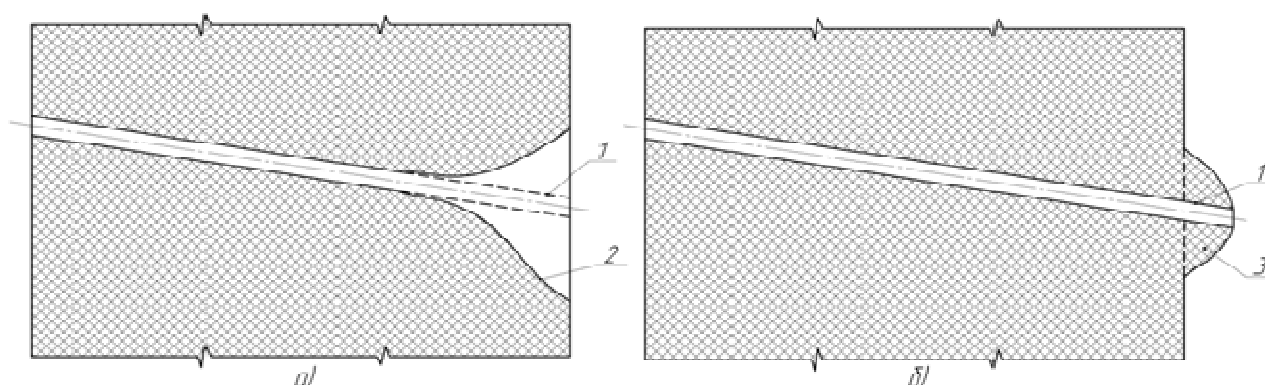
В современных условиях при работе доменных печей с безводными леточными массами существует проблема их заправки в канал чугунной летки, так как большинство заправочных машин проектировалось под более эластичные водные материалы местных глинянок. Из-за высокой стоимости безводных масс иностранного производства обслуживающий персонал осуществляет их экономию, и канал чугунной летки заполняется неполностью. В условиях постоянно

ограниченной подачи запорной массы в канал происходит образование «короткой» летки, а при избытке леточной смеси формируется удлиненный канал, выступающий на внутренней стенке горна (рис. 1), что сказывается на характере выпуска чугуна и шлака.

После выдувки ДП № 5 ПАО «АМК» в горне была обнаружена воронка на входе в канал чугунной летки с внутренней стороны печи (по данным отчета предприятия ООО «Донбасс–Днепрострой»). Образование воронки связано с абразивным воздействием жидких продуктов плавки на устье выпускного канала.

С гидравлической точки зрения, горн представляет собой цилиндрическую емкость, из которой продукты плавки выходят через канал длиной от 2 до 3 метров, в зависимости от объема печи. Скорость тока жидкости через него может быть рассчитана по известным формулам, однако находящаяся в горне доменной печи коксовая насадка оказывает существенное влияние на характер истечения продуктов плавки.

Поэтому в данной работе освещен вопрос определения влияния формы и геометрических размеров канала чугунной летки на скорость истечения продуктов плавки с присутствием коксовой насадки. Исследование процесса течения чугуна по каналу чугунной летки производилось с использованием холодной физической модели горна доменной печи полезным объемом 1719 м³, выполненной в масштабе 1:15. Роль коксовой насадки выполнял известняк крупностью



1 - Угловый канал чугунной летки; 2 - Воронка, образующаяся при недостатке запорной массы;
3 - Нарост, образующийся при избытке запорной массы.

Рисунок 1 Форма канала чугунной летки:

- а) при систематическом недостатке запорной массы;
б) при систематическом избытке запорной массы

1–3 мм, а жидкого чугуна — вода, которая имеет схожие гидравлические свойства. Остальные параметры «натура — модель» соблюсти довольно сложно, поэтому был использован принцип автомодельности в общем объеме горна, в котором происходит ламинарное движение жидкости. В районе летки и в ее канале происходит турбулентное движение. Давление в модели поддерживалось 40 кПа.

Модель (рис. 2) выполнена из стального листа толщиной 2 мм в виде герметичного цилиндра. Для подачи материала и жидкости в верхней части выполнен съемный люк, герметичность которого обеспечивалась резиновым уплотнением.

Для создания избыточного давления в модель подавался сжатый воздух. Регулирование давления производилось сбросным клапаном. Внутреннее пространство модели заполнено имитатором коксовой насадки. Канал чугунной летки формировался пластилином, его вскрытие производилось при помощи металлических калибров, имеющих диаметры 2 и 4 мм. Создание воронки и нароста в устье канала чугунной летки производилось при помощи специальных шаблонов. Для соблюдения равных начальных условий в модель заливалась вода в избытке. Жидкость, выходящая через летку, собира-

лась в контейнер, находящийся на весах. При достижении заданной массы определялась продолжительность выпуска. Исследование осложнялось наличием притыканий канала чугунной летки кусочками коксовой насадки. Это явление наблюдается и на действующих доменных печах. В этом случае горновыми производится шуровка летки с помощью длинного прута. Поэтому при моделировании производилась аналогичная операция. Диаметр канала чугунной летки исследовался в интервале от 2 до 4 мм. Для имитации образующейся воронки внутренней части летки придавали конусообразный вид с углами раскрытия от 2° до 30° с шагом в 4°. Глубина конусной части составляла 0,25 от длины канала. Имитацию «длинной летки» производили путем формирования конусовидного нароста с углами раскрытия от 10° до 90° с шагом 10°. Схема канала летки показана на рисунке 3. Полученные результаты показывают, что увеличение диаметра канала чугунной летки значительно увеличивает скорость выпуска.

Повышение размера бура с 2 до 4 мм в физической модели приводит к снижению длительности выпуска в 1,7 раза. Помимо этого, значительный эффект дает угол раскрытия конуса во внутренней поверхности канала чугунной летки. На рисунке 4 пока-

заны графики изменения длительности выпуска при увеличении угла раскрытия конуса внутренней части канала чугунной летки. При достижении конусности 14° видно по-

вышение расхода продуктов плавки, далее происходит его снижение (рис. 4 а). В случае образования нароста, длительность выпуска экспоненциально снижается (рис. 4 б).

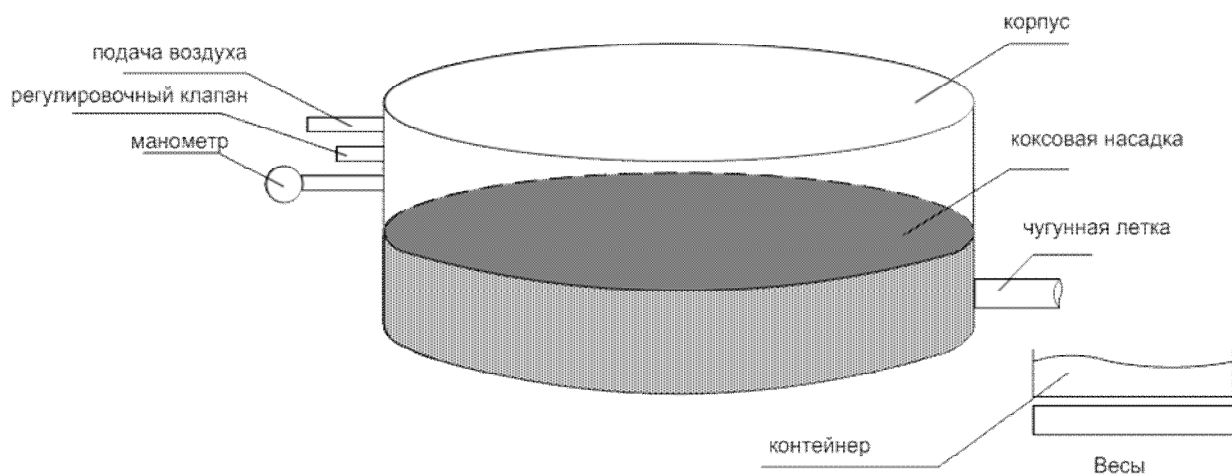


Рисунок 2 Модель горна доменной печи

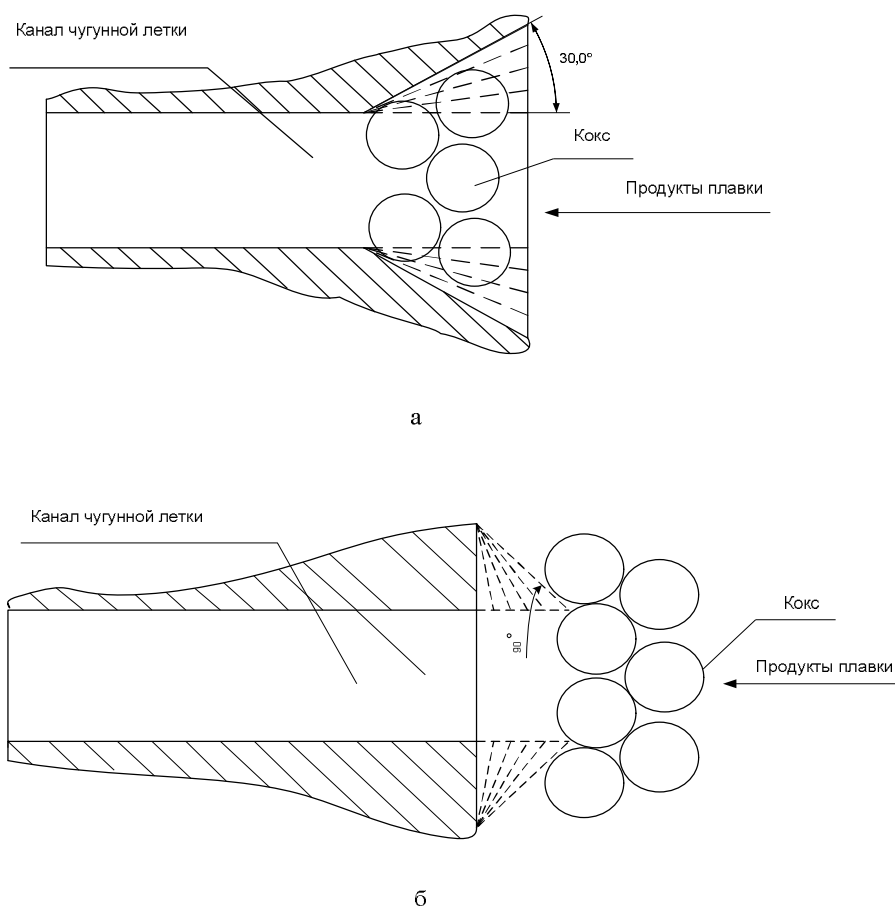


Рисунок 3 Имитация канала чугунной летки:
а) имитация воронки; б) имитация нароста

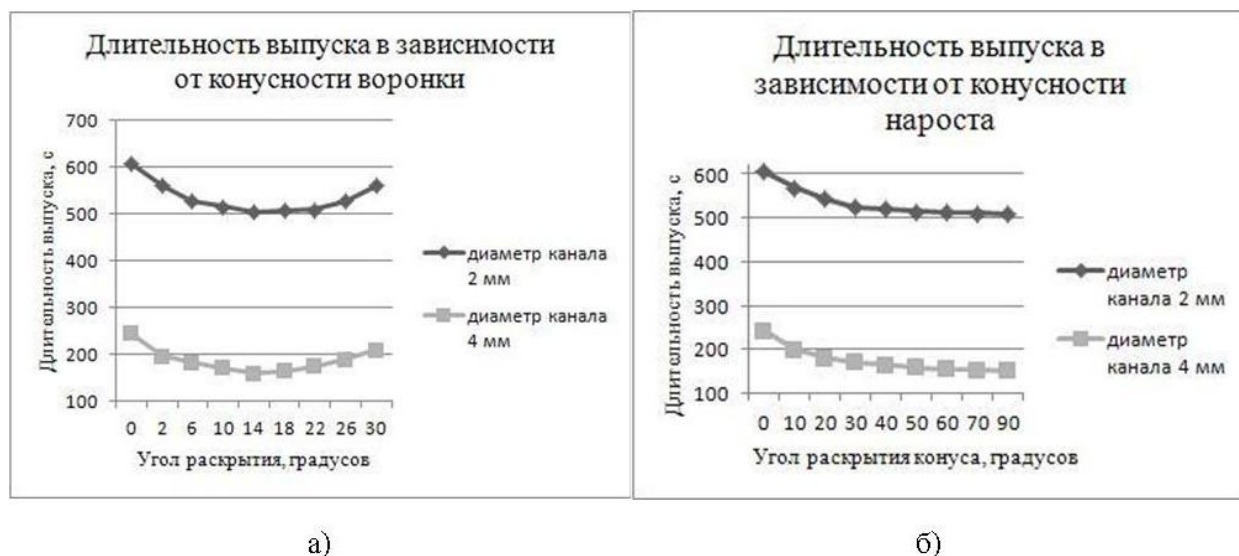


Рисунок 4 Изменение длительности выпуска в зависимости от угла раскрытия конуса: а) при разгаре устья канала в виде воронки; б) при образовании нароста

Поскольку известны фактическая и теоретическая скорости выхода заданного количества жидкости из модели, по формуле 1 был рассчитан эквивалентный диаметр участка, соединяющего канал чугуной летки и коксовую насадку.

$$d_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \phi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0} \cdot t}}, \quad (1)$$

где: Q — количество жидкости вышедшей из модели, м^3 ; t — длительность выпуска, с, ϕ — коэффициент скорости; H_0 — действующий напор, м.

Для оценки пропускной способности канала чугуной летки в условиях наличия коксовой насадки предлагается определить расходный коэффициент, который характеризуется отношением эквивалентного и фактического диаметров канала летки, колеблющийся в интервале 0,68–0,9, для различных условий. Помимо всего вышеперечисленного, в работе определено количество шуровок канала чугуной летки из-за притыканий коксовой насадки, зависящих от конфигурации ее внутреннего тракта, которое составило в среднем от 0,5 до 4,5 раз.

Наименьшее их количество наблюдалось при углах раскрытия конуса воронки в 14° .

Таким образом, результаты исследования показывают значительное влияние формы канала чугуной летки на количество проходящих через него продуктов плавки.

Выводы:

1. Определено, что, помимо диаметра канала чугуной летки, на длительность выпуска продуктов плавки и подпирания его тракта частицами коксовой насадки, значительное влияние имеет конусность воронки и нароста, которые образуются в устье канала.

2. В ходе физического моделирования установлено, что наименьшее время выпуска жидкости из горна и минимальное количество притыканий летки при разгаре воронки происходит с углом ее раскрытия, равным 14° , а при образовании нароста длительность выпуска экспоненциально снижается.

3. На основании результатов опытов был рассчитан эквивалентный диаметр тракта чугуной летки физической модели и определен расходный коэффициент влияния коксовой насадки на пропускную способность канала чугуной летки, который колеблется в интервале 0,68–0,9, для различных условий.

Библиографический список

1. Маханек, Н. Г. К вопросу выпуска продуктов плавки из доменной печи [Текст] / Н. Г. Маханек, О. П. Онорин, О. К. Грибоедова и др. // Производство чугуна : межвуз. сб. — Свердловск, 1979. — С. 104–114.
2. Пляшкевич, А. С. Расчётные и модельные исследования движения чугуна в горне доменной печи [Текст] / А. С. Пляшкевич, Н. М. Бабушкин / *Металлургическая теплотехника : тематический отраслевой сб.* — М. : *Металлургия*, 1970. — № 8 — С. 121.
3. Товаровский, И. Г. Доменная плавка в мощных доменных печах [Текст] / И. Г. Товаровский, Р. Д. Каменев, Г. Б. Рабинович. — М. : *Металлургия*, 1968. — 116 с.
4. Новохатский, А. М. Методики и технические средства определения технологического состояния горна доменной печи [Текст] / А. М. Новохатский, Г. Д. Михайлюк / *Донбасский государственный технический университет : сб. научн. трудов.* — Алчевск, 2008. — Вып. 27. — С. 201–209.

© Новохатский А. М.

© Блинов А. М.

*Рекомендована к печати к.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Ульяницким В. Н.,
вед. инженером ЦЛК ПАО «АМК» Самарским В. Н.*

Статья поступила в редакцию 09.10.17.

д.т.н. Новохатський О. М., Блинов О. М. (ДонДТУ, Алчевськ, ЛНР, bat_10_89@mail.ru)

ХАРАКТЕР ВИПУСКУ ПРОДУКТІВ ПЛАВКИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛУ ЧАВУННОЇ ЛЬОТКИ

Проведено аналіз витікання продуктів плавки по каналу чавунної льотки доменної печі. Визначено вплив геометричних параметрів каналу на характер та тривалість випуску.

Ключові слова: холодна модель горна доменної печі, канал чавунної льотки, кокс, тривалість випуску, еквівалентний діаметр.

Doctor of Tech. Sc. Novokhatskiy A. M., Blinov A. M. (DonSTU, Alchevsk, LPR, bat_10_89@mail.ru)

TYPE OF MELTING PRODUCTS TAPPING ACCORDING TO GEOMETRIC PARAMETERS OF TAPHOLE CHANNEL

There has been carried out the analysis of melting products flowing along the tap-hole channel of blast furnace. There has been determined the influence of geometric channel parameters on a type and time of tapping.

Key words: cold model of the blast-furnace hearth, taphole channel, coke, tap time, equivalent diameter.