

Диментьев А.О.,
к.т.н. Дорофеев В.Н.,
д.т.н. Новохатский А.М.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И РАЗМЕРОВ ТОТЕРМАНА В ГОРНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Наведені залежності, що дозволяють визначати параметри малоактивної зони коксової насадки в металопріємнику доменної печі, та оцінити захаращення горна, на підставі даних з системи контролю рівня розплаву по окружності горна доменної печі. Розроблена методика в подальшому може використовуватися для раціоналізації режиму роботи металургійного агрегату.

Ключові слова: доменна піч, горн, коксова насадка, малоактивна зона, (тотерман).

Приведены зависимости, позволяющие определять параметры малоактивной зоны коксовой насадки в металлоприемнике доменной печи, а так же оценивать загромождение горна, на основе данных системы контроля уровня расплава по окружности горна доменной печи. Разработанная методика может использоваться в дальнейшем для рационализации режима работы металлургического агрегата.

Ключевые слова: доменная печь, горн, коксовая насадка, малоактивная зона, (тотерман).

Для эффективной работы современной доменной печи необходимо обеспечить хорошие дренажные условия в горне. Основная проблема для движения шлака в направлении канала чугунной летки во время выпуска предопределяется степенью развития малоактивной зоны коксовой насадки, так называемого тотермана, расположенной ориентировочно в центре металлоприемника и препятствующая движению потока расплава.

Наличие малоактивной зоны коксовой насадки в горне доменной печи затрудняет движение шлака во время выпуска, из-за чего растет количество расплава, который остается в металлоприемнике после закрытия выпуска, особенно в его противоположной части от чугунной летки.

Попытки определить размеры, форму и расположение тотермана [1-3] для оценки его влияния наталкивались на незнание порозности коксовой насадки в горне, распределения поля температур по объему

металлоприемника, а также сложности оценки химического состава и плотности реального многокомпонентного доменного шлака.

Появление системы контроля уровня расплава по окружности горна доменной печи [4] позволило путем анализа характера распределения шлака до начала выпуска и в момент закрытия летки оценить размеры тотермана, а при наличии двух чугунных леток и более определять его местоположение по сечению металлоприемника.

Известно, что поверхность слоя остаточных продуктов плавки в горне доменной печи на момент закрытия выпуска имеет сложную форму, которая представлена на рисунке 1. В металлоприемнике остается значительное количество шлака, которое может достигать 50-80% от накопленного до открытия выпуска, объем остаточного чугуна составляет около 10% [5].

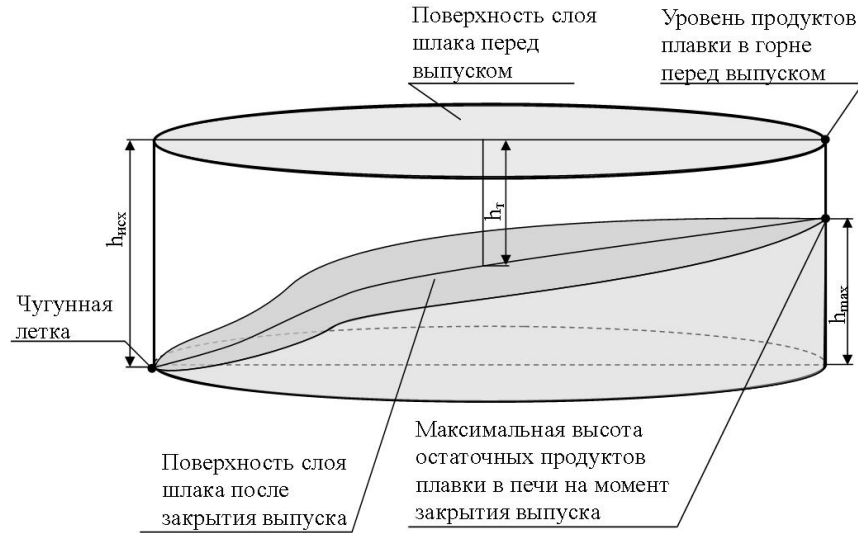


Рисунок 1 – Схема расположения слоев шлака и чугуна в горне доменной печи до и после выпуска чугуна

При нормальной работе доменной печи максимальная высота оставшегося слоя шлака находится с противоположной стороны горна относительно чугунной летки, на которую производился выпуск. Наличие малоактивной зоны коксовой насадки приводит к искажению поверхности слоя остаточного шлака в металлоприемнике, так как продукт плавки способен двигаться только вокруг тотермана в период выпуска.

При существовании малоактивной зоны коксовой насадки в горне можно ориентировочно оценить местоположение ее центра по горизонтальному сечению металлоприемника, проанализировав уровни остаточных продуктов плавки с выпусками на две разные чугунных летки.

Центр тотермана будет расположен на пересечении линий соединяющих чугунные летки и точки с максимальной высотой шлака на выпусках, которые проведены через соответствующие выпускные отверстия. На рисунке 2 представлен тотерман расположенный в центре горна, его форма принята цилиндрической.

Если точки с максимальной высотой остаточного слоя шлака находятся не диаметрально напротив соответствующих чугунных леток, то местоположение малоактивной зоны с центром горна доменной печи не совпадает, рисунок 3.

Диаметр тотермана можно определить путем сравнения суммарного объема реально выпущенных продуктов плавки и объема металлоприемника, который освободился в результате выпуска и определяется при помощи системы контроля уровня расплава по окружности горна доменной печи.

Объем горна освободившийся после выпуска, при отсутствии малоактивной зоны коксовой насадки, должен быть равен разности сумм объемов выпущенных и пришедших в металлоприемник продуктов плавки за период выпуска. Влияние порозности коксовой насадки необходимо учесть только для объемов шлака, поскольку в чугун она практически не погружена

$$V_{осв} = V_{чуг}^{вып} - V_{чуг}^{пост} + \frac{V_{шл}^{вып} - V_{шл}^{пост}}{\varepsilon}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

где $V_{осв}$ – объем горна освободившийся за период выпуска, м^3 ;

$V_{чуг}^{вып}$ – объем выпущенного чугуна за период выпуска, м^3 ;

$V_{шл}^{вып}$ – объем выпущенного шлака за период выпуска, м^3 ;

$V_{чуг}^{пост}$ – объем поступившего чугуна за период выпуска, м^3 ;

$V_{шл}^{пост}$ – объем поступившего шлака за период выпуска, м^3 .

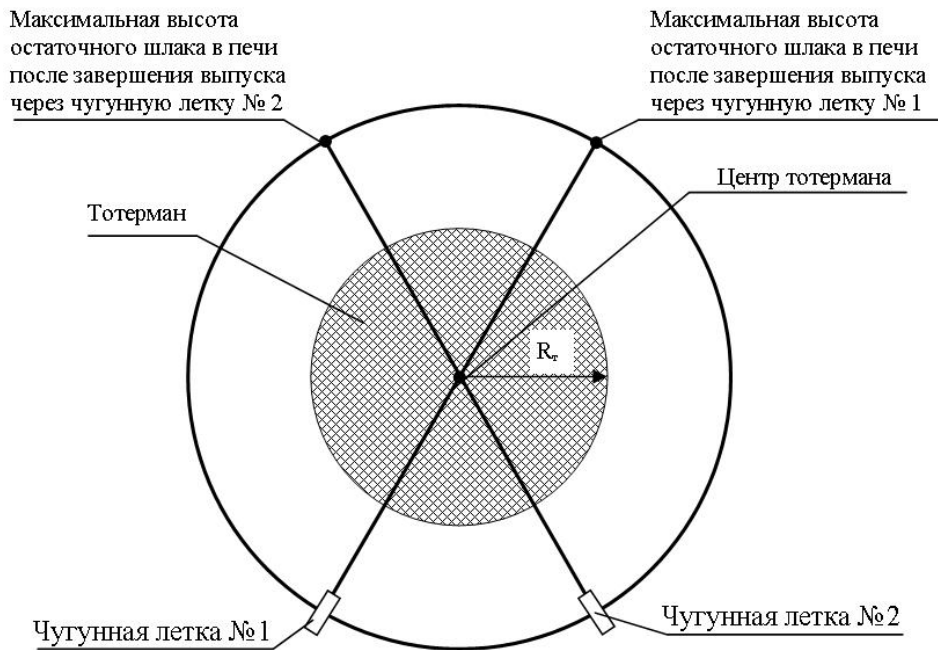


Рисунок 2 – Вид сверху горна доменной печи. Тотерман располагается в центре печи

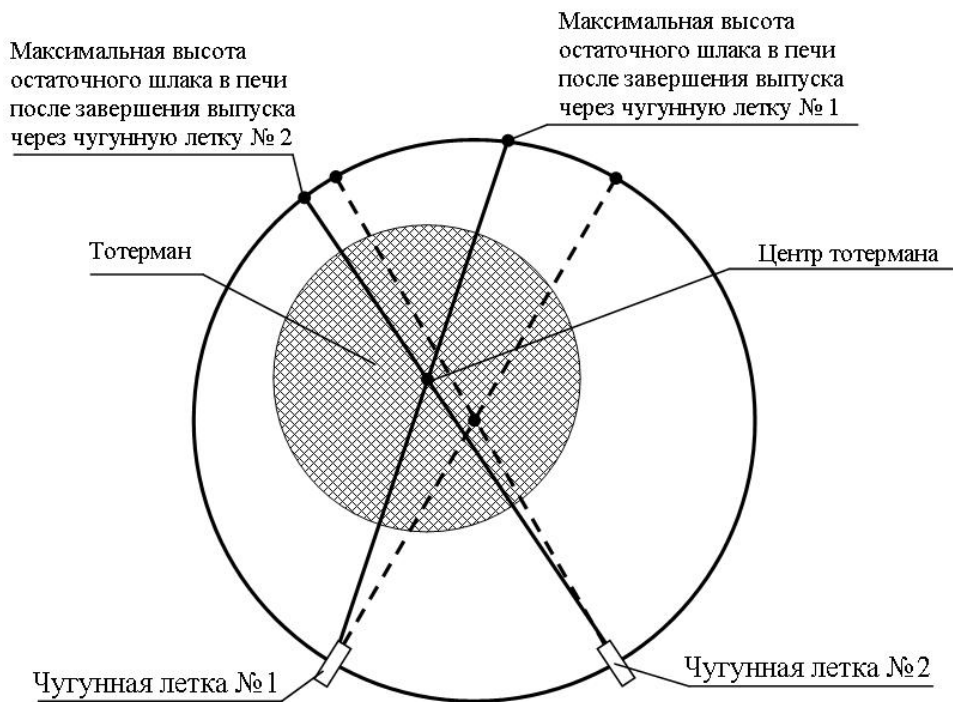


Рисунок 3 – Вид сверху горна доменной печи. Тотерман расположен смещенным относительно центра печи

Объем чугуна выпущенного за период выпуска равен отношению массы выпущенного чугуна на его плотность

$$V_{\text{чуг}}^{\text{вып}} = \frac{m_{\text{чуг}}^{\text{вып}}}{\rho_{\text{чуг}}}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где $m_{\text{чуг}}^{\text{вып}}$ – масса выпущенного чугуна, т;

$\rho_{\text{чуг}}$ – плотность чугуна, т/м³.

Рассчитать объем выпущенного шлака по формуле отношения его массы на плотность не возможно, так как его плотность изменяется от выпуска к выпуску в значительных пределах. В связи с этим определить количество выпущенного шлака можно просуммировав объем шлака налитого в шлаковозные ковши за выпуск

$$V_{\text{шл}}^{\text{вып}} = n_{\text{к}} \cdot V_{\text{к}}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где $n_{\text{к}}$ – число ковшей шлака налитых за выпуск, шт.;

$V_{\text{к}}$ – объем шлака, который помещается в шлаковоз, м³.

Объем поступившего чугуна в горн доменной печи будет равен

$$V_{\text{чуг}}^{\text{пост}} = \frac{m_{\text{чуг}}^{\text{пост}}}{\rho_{\text{чуг}}}, \text{ м}^3 \quad (4)$$

где $m_{\text{чуг}}^{\text{пост}}$ – масса поступившего чугуна, т;

$\rho_{\text{чуг}}$ – плотность чугуна, т/м³.

Массу чугуна, поступившего в горн доменной печи, за период выпуска может рассчитать по формуле

$$m_{\text{чуг}}^{\text{пост}} = P_{\text{д.п.}}^{\text{сут}} \cdot \frac{\tau_{\text{вып}}}{24}, \quad (5)$$

где $P_{\text{д.п.}}^{\text{сут}}$ – производительность доменной печи в сутки, т/сутки;

$\tau_{\text{вып}}$ – продолжительность выпуска, мин.

Определение плотности шлака в горне доменной печи не возможно, поэтому для оценки плотности шлака использовались расчетные данные основанные на массе и объеме выпущенного шлака (3). Объем поступившего в металлоприемник шлака за период выпуска будет равен

$$V_{\text{шл}}^{\text{пост}} = \frac{m_{\text{шл}}^{\text{пост}}}{\rho_{\text{шл}}} = \frac{m_{\text{шл}}^{\text{пост}}}{\frac{m_{\text{шл}}^{\text{вып}}}{V_{\text{шл}}^{\text{вып}}}}, \text{ м}^3 \quad (6)$$

где $m_{\text{шл}}^{\text{пост}}$ – масса поступившего шлака за период выпуска, т;

$\rho_{\text{шл}}$ – плотность шлака, т/м³;

$m_{\text{шл}}^{\text{вып}}$ – масса выпущенного шлака, т.

Масса шлака пришедшего в горн за период выпуска продуктов плавки составит

$$m_{\text{шл}}^{\text{пост}} = m_{\text{чуг}}^{\text{пост}} \cdot U, \quad (7)$$

где U – удельный выход шлака, т/т чугуна.

Определить ориентировочный объем горна доменной печи, который освободился от продуктов плавки за период выпуска при помощи системы контроля уровня расплава по окружности горна доменной печи можно по формуле

$$V_{\text{осв}}^{\text{геом}} = \pi \cdot R_{\text{гор}}^2 \cdot (h_{\text{исх}}) - \frac{\pi \cdot R_{\text{гор}}^2 \cdot h_{\text{max}}}{2}, \text{ м}^3 \quad (8)$$

где $h_{\text{исх}}$ – высота слоя шлака на момент начала выпуска, которая представлена на рисунке 1, м;

h_{max} – максимальная высота слоя шлака на момент закрытия выпуска, которая представлена на рисунке 1, м.

Сравнительный анализ рассчитанного освободившегося объема в металлоприемнике по формуле (1) и по данным системы контроля уровня расплава по окружности в горна доменной печи показал, что в печи существует тотерман, а его объем будет равен

$$V_T = V_{осв}^{геом} - V_{осв}, \text{ м}^3 \quad (9)$$

где V_T – объем тотермана, м^3 .

Для определения ориентировочного радиуса тотермана принимаем, что он имеет форму цилиндра. Тогда его радиус будет равен

$$R_T = \sqrt{\frac{V_T}{\pi \cdot h_m}}, \text{ м} \quad (10)$$

где R_T – радиус тотермана, м;

h_T – высота тотермана, которая представлена на рисунке 1, м.

Проводя регулярно расчеты по приведенной схеме можно по изменению радиуса тотермана оценивать степень загромождения горна, а так же разработать методику борьбы с малоактивной зоной коксовой насадки.

Своевременные действия по предупреждению развития этих явлений позволят обеспечить высокопроизводительную и эффективную работу доменной печи.

Выводы:

1. Разработана методика определения местоположения малоактивной зоны кок-

совой насадки в горне доменной печи. Она позволяет определить центр тотермана по сечению металлоприемника опираясь на изменение формы слоя остаточного шлака, при выпуске продуктов плавки через две и более чугунных леток.

2. Разработана методика определения размера тотермана находящегося в металлоприемнике, который основан на разнице объемов накопленных и остаточных продуктов плавки в горне доменной печи.

3. Предложенные методики позволяют оперативно определять параметры малоактивной зоны коксовой насадки в металлоприемнике, что позволит своевременно принимать решения по борьбе с тотерманом и загромождением горна печи, в результате чего повысятся технико-экономические показатели доменной плавки.

4. Методика определения размера тотермана требует не значительной доработки, с целью повышения точности расчета объема металлоприемника, который освободился от продуктов плавки в период выпуска, используя данные системы контроля уровня расплава по окружности горна доменной печи.

Библиографический список

1. *Nogro P. Characterization of the permeability of the blast furnace lower part / P. Nogro, C. Petit, A. Urvoy, D. Sert, H. Pierret // Rev. met. – 2001. – №6. – P. 521–531.*
2. *Zaimisami A. Sophisticated multi-phase multi-flow modeling of the blast furnace / A. Zaimi Sami, T. Akiyama, J. Guillot, J. Yagi // ISIJ Int. – 2000. – №4. – P. 322–331.*
3. *Freuer A. Computation of the iron flow in the hearth of a blast furnace / A. Freuer, J. Winter, H. Hiebler // Steel Res. – 1992. – №4. – P. 139–146.*
4. Пат. 149 Україна, МПК⁴ C21B 7/24. Система контролю рівня розплаву по обводу горна доменної печі / В.Н. Дорофєєв, О.М. Новохатський, А.М. Гривко, Г.Д. Михайлик, С.І. Первушин, С.І. Сазонов, К.А. Шумілов; Спільне науково-комерційне підприємство «Патент» при Донбаському гірничо-металургійному інституті. – № 4192498, заявл. 30.12.88; опубл. 30.12.92, Бюл. №1. – 88с.
5. *Маханек Н.Г. К вопросу выпуска чугуна из доменной печи / Н.Г. Маханек, Л.М. Костырев, Л.Я. Шпарбер // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1974. – №10. – С. 23–27.*

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Петрушовым С.Н.