

УДК 669. 162. 26

*д.т.н. Новохатский А.М.,
к.т.н. Диментьев А.О.,
Блинов А.М.,
Михайлюк Г.Д.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВМЕСТИМОСТИ ГОРНА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПЛАВКИ

Определены причины образования застойных зон в центре горна доменной печи. Проведен анализ балансов количества чугуна и шлака в период их выпуска и накопления в полезном объеме горна доменной печи при образовании малоактивной зоны по центру коксовой насадки в металлоприемнике.

Ключевые слова: доменная печь, горн, полезный объем горна, коксовая насадка, малоактивная зона.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Современное развитие доменного производства идет по пути увеличения объема доменных печей [1] с целью уменьшения постоянно-условных затрат. Влияние работы горна на ход таких доменных печей проявляется особенно, из-за больших поперечных размеров металлоприемника.

Хорошая работа горна зависит от технологических решений персонала доменной печи, поскольку систематические ошибки приводят к ухудшению дренажных условий в центре горна печи, при этом уменьшается полезный объем и вместимость для накапливаемых продуктов плавки и, соответственно, снижаются технико-экономические показатели.

Выполненный ранее анализ работы доменных печей [2] показал, что из общего объема горна можно выделить фурменную зону, полезный объем, в котором происходят процессы наполнения и опорожнения горна продуктами плавки и объем так называемого мертвого слоя, характеризующийся частичным перемешиванием расплавов и служащий для защиты лещади от разрушения. На рисунке 1 представлено деление горна доменной печи на зоны.

Основополагающую роль в работе горна доменных печей объемом более 2000 м³

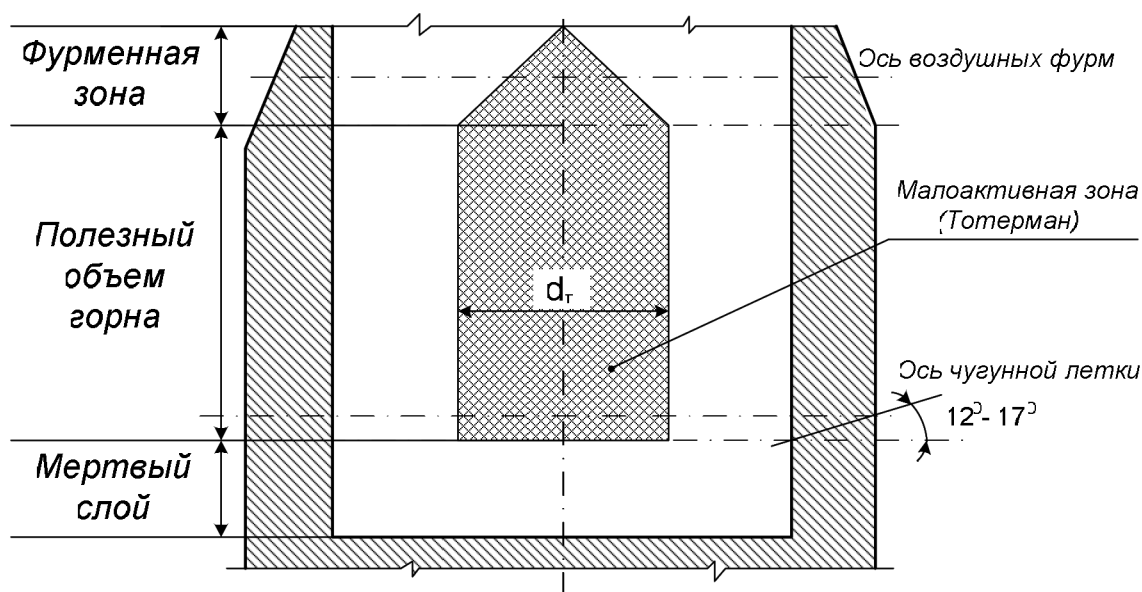
играет рациональное использование его полезного объема. Так же значительное влияние на работу горна оказывают вязкость продуктов плавки, порозность слоя кокса в металлоприемнике, величина и форма застойных зон коксовой насадки, режим выпусков, диаметр и длина канала чугунной летки.

Вязкости чугуна и шлака отличаются, поэтому чугун практически не оказывает влияния на работу горна, а шлак, имея значительно большую вязкость, крайне медленно движется к летке в горне во время выпуска, из-за чего значительная часть его остается в горне после закрытия выпуска, образуя депрессионную воронку.

Вязкость шлака зависит от его температуры и химического состава. Их влияние параметров на нее детально изучено, что позволяет поддерживать ее на необходимом уровне в доменной плавке.

Порозность коксовой насадки в горне доменной печи значительно влияет на дренаж шлака в период выпуска. Уменьшение порозности приводит к снижению скорости движения шлака, в результате чего образуются застойные зоны. Движение продуктов плавки в этих зонах практически отсутствует, из-за чего ухудшается работа металлоприемника.

Режим выпусков оказывает основное



d_r – диаметр малоактивной зоны

Рисунок 1 – Горн доменной печи

влияние на объем остаточных продуктов плавки в горне, которые остались в нем после закрытия выпуска. Плохо организованный режим выпусков приводит к ухудшению работы горна и переполнению металлоприемника жидкими продуктами плавки.

Изложение материала и его результаты. Полезный объем металлоприемника, представленный на рисунке 1, находится между уровнем канала чугуновой летки в печи и допустимым уровнем заполнения горна. Остальная часть горна не используется в процессах обновления продуктов плавки во время работы доменной печи.

Однако полезный объем горна во время работы доменной печи изменяется в результате зарастания стенок горна или противоположное этому их разгар, а так же он уменьшается при образовании в центре печи малоактивной зоны коксовой насадки, так называемого тотермана. Чтобы оценить изменение этого объема металлоприемника составлены балансы объемов продуктов плавки, в периоды их выпуска и накопления.

Баланс объемов продуктов плавки в период выпуска из горна доменной печи с уче-

том малоактивной застойной зоны коксовой насадки можно представить уравнением

$$\frac{Q_{\pm}}{\rho_{\pm}} + \frac{Q_o}{\rho_o \varepsilon} = V_{i.\bar{a}} - \frac{V_i}{\varepsilon} - V_o \pm \pm V_p + \frac{q_{\pm}}{\rho_{\pm}} \tau_{\pm} + \frac{q_o}{\rho_o \varepsilon} \tau_o, \quad (1)$$

где Q_{\pm} – масса чугуна выпущенного из печи за выпуск, т; Q_o – масса шлака выпущенного из печи за выпуск, т; ρ_{\pm}, ρ_o – плотность чугуна и шлака, т/м³; ε – порозность кокса; $V_{i.\bar{a}}$ – полезный объем горна, м³; V_i – объем шлака, остающийся в металлоприемнике печи по окончанию выпуска, м³; V_o – объем малоактивной зоны, которая находится в полезном объеме горна доменной печи, м³; V_o – разгар футеровки или зарастание горна в полезном объеме металлоприемника, м³; q_{\pm} – приход чугуна в горн, т/мин; q_o – приход шлака в горн, т/мин; τ_{\pm} – время выпуска продуктов плавки, мин.

Баланс объемов продуктов плавки в период их накопления между выпусками с учетом малоактивной зоны коксовой насадки

$$V_{i.\dot{a}} - V_{i\dot{o}} = \frac{q_{\pm}}{\rho_{\pm}} \tau_{\zeta} + \frac{q_o}{\rho_o \varepsilon} \tau_{\zeta} + \frac{V_o}{\varepsilon} + V_m \pm V_p, \quad (2)$$

где τ_{ζ} – время заполнения горна жидкими продуктами плавки, мин; $V_{i\dot{o}}$ – часть полезного объема горна не заполненная продуктами плавки на момент открытия выпуска, м³.

Составленные балансы не учитывают обновление продуктов плавки ниже оси чугунной летки, так как количество чугуна, пришедшего в этот слой, ориентировочно равно выпущенному.

Анализ составленных балансов показал, что представленный на рисунке 1 полезный объем металлоприемника значительно больше, чем может поместиться в объем продуктов плавки, в период их накопления. Потеря полезного объема горна происходит за счет: остаточного шлака в печи, который образует депрессионную воронку после закрытия выпуска, размера и формы малоактивной зоны и разгара или зарастания металлоприемника в процессе его эксплуатации.

После закрытия выпуска в горне доменной печи находится 50-80 % остаточного шлака по отношению к объему на момент открытия. Увеличение количества остаточного шлака приводит к возрастанию потери полезного объема горна [3].

На потери полезного объема горна значительное влияние оказывают размер и форма малоактивной зоны коксовой насадки, так называемого тотермана. В этой зоне горна движение продуктов плавки практически отсутствует, поэтому с увеличением ее размеров растут потери полезного объема горна для заполнения шлаком после закрытия чугунной летки.

После окончания выпуска в полезном объеме горна остается свободный объем, который предназначен для прихода чугуна

и шлака в период накопления. Рассчитать его можно по формуле

$$V_c = \frac{V_{n.z} - V_o - V_m \pm V_p}{\varepsilon}, \quad (3)$$

где V_n – свободный объем горна, м³.

Следует отметить, что с увеличением поперечных размеров горна доменной печи, растет количество остаточного шлака по окончании выпуска и объем тотермана, следовательно свободный объем металлоприемника уменьшается, что влечет за собой изменение режима выпуска в сторону увеличения количества выпусков продуктов плавки через канал чугунной летки, либо уменьшение производительности печи и соответственно ухудшение технико-экономических показателей.

Путем анализа формы слоя шлака в металлоприемнике доменной печи можно разработать методы расчета размеров тотермана, определения его формы и влияния параметров малоактивной зоны на работу горна.

Разгар горна или обратное ему зарастание металлоприемника печи можно рассчитать по разработанной методике [4] на основе теплосъема с доменной печи.

Выводы и направление дальнейших исследований.

1. Определено понятие свободного объема горна, который соответствует вместимости горна для накопления продуктов плавки и зависит от порозности коксовой насадки, количества остаточного шлака, размера тотермана и разгара футеровки металлоприемника.

2. Основное влияние на изменение свободного объема горна оказывает количество остаточного шлака после закрытия выпуска, а так же размера тотермана при отклонениях от нормальной работы металлоприемника.

3. Для определения размера малоактивной зоны коксовой насадки необходимо провести анализ движения шлака в металлоприемнике во время выпуска продуктов плавки, при наличии тотермана в печи опираясь на законы гидравлики.

Библиографический список

1. Плискановский С. Т. Достижения и перспективы развития доменного производства / С. Т. Плискановский, В. И. Большаков // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. — 2011. — №4. — С. 4–8.
2. Новохатский А. М. Аналитический метод определения количества выпусков жидких продуктов плавки из горна доменной печи / А. М. Новохатский, Г. Д. Михайлюк, В. П. Манаков // *Сборник научных трудов ДонГТУ*. — Алчевск, 2004. — Вып. 18. — С. 270–279.
3. Новохатский А. М. Совершенствование режима выпуска продуктов плавки из горна доменной печи / А. М. Новохатский // *Вісник Приазовського державного технічного університету*. — Маріуполь, 2008. — Вып. 18. — С. 19–22.
4. Овчаренко Н. Л. Неполладки хода доменных печей / Н. Л. Овчаренко. — М. : *Металлургия*, 1972. — 192 с.
5. Суберляк О. В. *Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підручник [для студ. вищ. навч. закл.]* / О. В. Суберляк, П. І. Баитанник. — Львів : *Растр-7*, 2007. — 375 с.

**Рекомендована к печати к.т.н., проф. ДонГТУ Ульяницким В.Н.,
нач. доменного цеха ПАО «АМК» Диментевым В.И.**

Статья поступила в редакцию 29.10.15.

д.т.н. Новохатський О.М., к.т.н. Діментьєв О.О., Блинов О.М., Михайлюк Г.Д. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ВИЗНАЧЕННЯ МІСТЬКОСТІ ГОРНА ДОМЕННОЇ ПЕЧІ ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ ПРОДУКТІВ ПЛАВКИ

Визначені причини утворення застійних зон у центрі горна доменної печі. Проведено аналіз балансів кількості чавуну і шлаку в період їх випуску та накопичення в корисному об'ємі горна доменної печі при утворенні малоактивної зони по центру коксової насадки в металоприймачі.

Ключові слова: доменна піч, горн, корисний об'єм горна, коксова насадка, малоактивна зона.

Dr.Sci.Tech. Novohatskiy A.M., PhD in Engineering Dimentiiiev A.O., Blinov A.M., Mikhailiuk G.D. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

DETERMINATION OF BLAST-FURNACE HEARTH CAPACITY FOR ACCUMULATION MELTING BY-PRODUCTS

The causes of dead zone in the center of blast-furnace hearth were found out. Balance analysis of iron and sinter volume in output and accumulation phase in useful volume of blast-furnace hearth at low-active zone formation in the center of coke packing in metal reservoir was conducted.

Key words: blast furnace, hearth, useful volume of hearth, coke packing, low-activity zone.