

**В. Н. Захарченко, Ю. Р. Руденко\*, Ю. К. Лебедь\*, В. А. Бозылев\***

Объединение предприятий «Металлургпром», Днепропетровск

\*ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Ф. Э. Дзержинского», Днепропетровск

## Контроль температуры чугуна на выпуске

*Представлен, исходя из условий оптимального соотношения, новый способ выплавки чугуна в доменной печи, включающий загрузку в печь шихтовых материалов, вдувание в печь обогащенного кислородом горячего дутья, с осуществлением контроля и регулирования температуры чугуна изменением давления горячего дутья, содержания кислорода в дутье и кремния в чугуне.*

**Ключевые слова:** температура чугуна, горячее дутье, продукты плавки

**И**звестен способ выплавки чугуна в доменной печи путем увлажнения дутья. При этом достигается увеличение производительности печи в результате более ровного хода печи и обогащения дутья кислородом [1]. При высоких температурах в горне печи влага разлагается на водород и оксид углерода, которые используются для непрямого восстановления.

К недостаткам способа относится то, что влажность дутья изменяется в течение суток и в зависимости от времени года, что способствует изменению температуры чугуна на выпуске за счет протекания эндотермических реакций. А для поддержания заданной температуры дутье обогащают природным газом, кислородом, и, увеличивают его температуру.

**Цель работы** – достижение заданной температуры чугуна на выпуске оптимизацией дутьевых параметров и химического состава продуктов плавки.

Поставленная задача решается за счет того, что в способе выплавки чугуна в доменной печи [2], включающем подачу в доменную печь шихтовых материалов, вдувание в печь обогащенного кислородом горячего дутья, подачу в печь кокса, дополнительно осуществляют контроль и регулирование температуры чугуна путем изменения давления горячего дутья, содержания кислорода в дутье и кремния в чугуне, основности шлака ( $\text{CaO/SiO}_2$ ), исходя из условий уравнения, полученного на основании статистической обработки данных:

$$T_{\text{ч}} = 1210,531 \cdot 1,014338^P \cdot 1,001397^{O_2} \times 1,027910^{Si} \cdot 1,099379^{O_{\text{осн}}} \quad (1)$$

где  $T_{\text{ч}}$  – температура чугуна, °C;  $P$  – давление горячего дутья, кгс/см<sup>2</sup>;  $O_2$  – содержание кислорода в горячем дутье, %;  $Si$  – содержание кремния в чугуне, %;  $O_{\text{осн}}$  – основность шлака ( $\text{CaO/SiO}_2$ ), д. ед.

Суть предлагаемого способа заключается в следующем. При неизменных технологических условиях за определенный период работы доменной печи обобщается информация по дутьевым параметрам и химическому составу продуктов плавки по выпускам.

Для изменения температуры чугуна на выпуске, с помощью вычислительной техники, по уравнению (1), первоначально определяется расчетная

температура в комбинации с дутьевыми параметрами и химическим составом продуктов плавки (давление горячего дутья, содержание кислорода в дутье и кремния в чугуне, основность шлака  $\text{CaO/SiO}_2$ ).

Далее, при необходимости получения заданной температуры чугуна, производятся корректировки изменяющихся показателей уравнения (1).

Статистическая обработка данных и освоение способа выплавки чугуна в доменной печи полезным объемом 1386 м<sup>3</sup> в условиях доменного цеха ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Ф. Э. Дзержинского» осуществлялось двумя периодами в течение 2010-2011 гг.

**Пример расчета.** Расчетная температура чугуна (период № 1) составила:

$$1210,531 \cdot 1,014338^{1,76} \cdot 1,001397^{22,57} \times 1,027910^{0,81} \cdot 1,099379^{1,25} = 1474 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Фактическая температура чугуна (период № 1) – 1471 °C.

Расчетная температура чугуна (период № 2) составила:

$$1210,531 \cdot 1,014338^{2,20} \cdot 1,001397^{23,01} \times 1,027910^{0,71} \cdot 1,099379^{1,22} = 1476 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Фактическая температура чугуна (период № 2) – 1477 °C.

Основные показатели работы доменной печи приведены в таблице.

### Технико-экономические показатели работы доменной печи

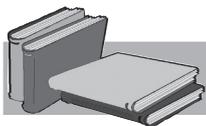
Показатели	Период	
	№ 1	№ 2
1	2	3
Полезный объем доменной печи, м <sup>3</sup>	1386	1386
Производство, т/сутки	1835	2104
Расход кокса, кг/т чугуна	522	518
Расход горячего дутья, м <sup>3</sup> /мин	2099	2294
Давление горячего дутья, кгс/см <sup>2</sup> :		
- среднее	1,76	2,20
- минимальное	0,71	0,44
- максимальное	2,32	2,43
Давление колошникового газа, кгс/см <sup>2</sup>	0,65	1,07

1	2	3
Содержание кремния в чугуна, %:		
- среднее	0,81	0,71
- минимальное	0,50	0,41
- максимальное	1,46	1,47
Основность шлака (CaO/SiO <sub>2</sub> ), д.ед.:		
- средняя	1,25	1,22
- минимальная	1,17	1,15
- максимальная	1,33	1,30
Расход природного газа, м <sup>3</sup> /т чугуна	69,9	75,1
Содержание кислорода в дутье, %	22,57	23,01
Температура горячего дутья, °С	1063	1072
Фактическая температура чугуна, °С	1471	1477
Расчетная температура чугуна, °С	1474	1476

## Выводы

Использование предложенного способа выплавки чугуна позволяет поддерживать на максимально высоком уровне температуру чугуна, что является важным условием стабильности доменного процесса и способствует поддержанию теплового баланса в горне.

Данная технология разработана, внедрена в промышленное производство специалистами технического отдела технического управления ПАО «ДМКД» и используется по настоящее время.



## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефименко Г. Г.* Металлургия чугуна / Г. Г. Ефименко, А. А. Гиммельфарб, В. Е. Левченко. – Киев: «Высшая школа», 1988. – 496 с.
2. Патент України 105330, МПК С21 В 5/00. Спосіб виплавки чавуну в доменній печі / Ю. Р. Руденко, В. А. Бозильов, Ю. Г. Антонов, В. В. Моцний. – 201306760; Опубл. 25.04.14, Бюл. № 8.

### Анотація

*Захарченко В. М., Руденко Ю. Р., Лебідь Ю. К., Бозильов В. А.*  
Контроль температури чавуну на випуску

*Представлено, виходячи з умов оптимального співвідношення, новий спосіб виплавки чавуну в доменній печі, що включає завантаження в піч шихтових матеріалів, вдування в піч збагаченого киснем гарячого дуття, зі здійсненням контролю і регулювання температури чавуну зміною тиску гарячого дуття, вмісту кисню в дутті і кремнію в чавуні.*

### Ключові слова

*температура чавуну, гаряче дуття, продукти плавки*

### Summary

*Zakharchenko V., Rudenko Yu., Lebed' Yu., Bozylev V.*  
The temperature control of cast-iron on tapping

*It was the new method of smelting of cast-iron in a blast furnace, including a load in the stove of charge materials, insufflation in the stove of oxygen-rich hot-air, from realization control and adjusting of temperature of cast-iron by the change of pressure of hot-air, maintenances of oxygen in blowing and silicon in cast-iron, coming from the terms of optimum correlation.*

### Keywords

*temperature of cast-iron, hot blowing, products of melting*

Поступила 25.11.2014