

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГОРЯЧИХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВ В УСТАНОВКЕ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В СОПУТНОМ ПОТОКЕ

Кравцов В.В., Шелудченко В.И. Палкина С.В.  
Донецкий национальный технический университет)

*Використання гарячих відновлювальних газів у доменній печі дозволяє значно знизити витрата коксу і витрата природного газу при одержанні чавуна. З метою заміни природного газу на доменних печах пропонується використовувати газ, отримані в результаті газифікації вугілля в супутному потоці.*

Доменный газ, получаемый в результате восстановительных реакций, протекающих в доменной печи, несет химический потенциал, который, в основном используют на ТЭЦ ПВС с целью получения пара и электроэнергии. Однако, в случае образования излишков доменного газа, его сбрасывают на свечу. В тоже время на доменных печах используется природный газ в количестве  $67 \text{ м}^3/\text{т}$  чугуна. Стоимость природного газа составляет  $290 \text{ грн/тыс. м}^3$ . Такая затратная статья довольно ощутимо влияет на себестоимость выплавляемого чугуна. С целью снижения расхода природного газа на доменную печь и расхода кокса на каждую тонну выплавленного чугуна до  $100 \text{ кг}$  предлагается использовать излишки доменного газа, которые составляют в среднем  $50000 \text{ м}^3/\text{ч}$  в летний период в установке обогащения доменного газа путем газификации пылеугольного топлива в сопутном потоке. Установка представлена на рисунке 1.

Предлагается согласно рисунку 1 обогащение доменного газа с помощью газификатора ПУТ, после которого газ подается обратно на воздушные фурмы той же доменной печи, с которой он был взят. Это экономически и экологически целесообразно, так как вместо загрязнения окружающей среды путем сжигания доменного газа на «свече» его полностью используют на той же доменной печи, из которой он был получен. При этом данная технология не требует установки каких-либо дополнительных устройств регулирования подачи колошникового газа, поскольку расход доменного газа определяется колебаниями дутья в доменную печь.

Доменный газ с колошника подается на горелку, установленную в газификаторе в количестве  $6,94 \text{ м}^3/\text{с}$ . Усредненный состав доменного газа

следующий:  $\text{CO}_2$  – 9,86%,  $\text{N}_2$  – 57,25%,  $\text{CO}$  – 23,91%;  $\text{H}_2$  – 8,56%;  $\text{CH}_4$  – 0,43%;  $W$  – 55,1 г/м<sup>3</sup>. В верхней части газификатора происходит тангенциальная подача воздушного дутья и полное сжигание доменного газа с образованием продуктов сгорания следующего состава:  $\text{CO}_2$  – 19,381%,  $\text{H}_2\text{O}$  – 11,732%,  $\text{N}_2$  – 68,887% (коэффициент избытка воздуха равен 1). В самом газификаторе подается пылеугольное топливо с помощью механических форсунок. Происходит восстановление продуктов сгорания доменного газа: двуокиси углерода до  $\text{CO}$  и восстановление  $\text{H}_2\text{O}$  до  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  по следующим реакциям:

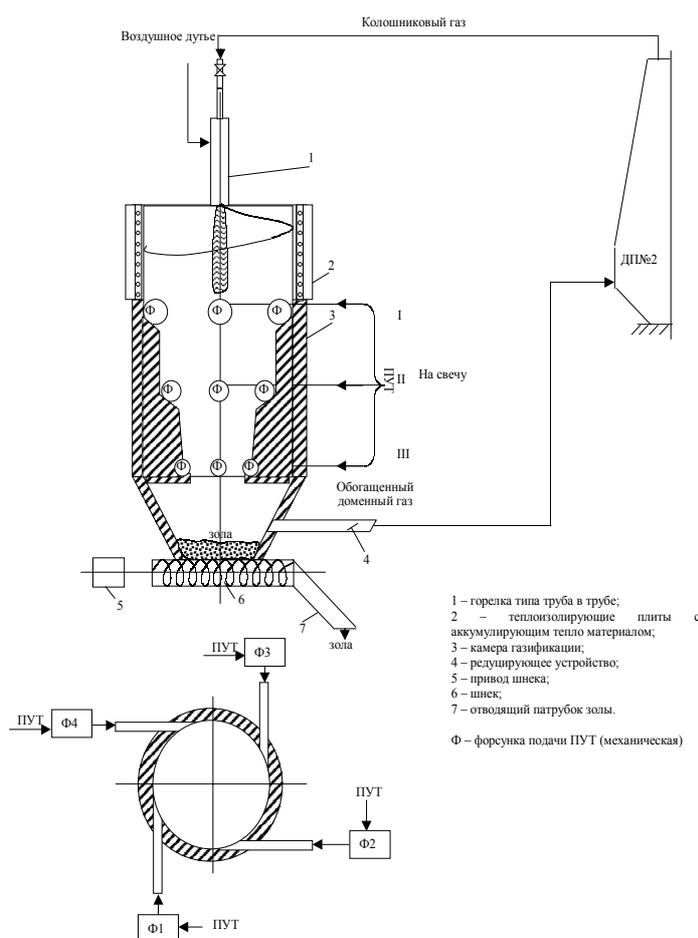
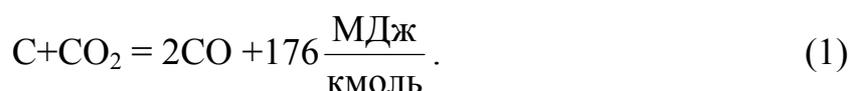


Рисунок 1 - Высокопроизводительный агрегат обогащения доменного газа

Поскольку реакции эндотермические, то тепло, которое получено в результате сжигания доменного газа идет на подавление эндотермического эффекта реакции (1,2) и нагрев ПУТ до необходимой температуры 700 – 750 °С.

Как видно из рисунка 1 пылеугольное топливо подается по трем уровням форсунок. На первом уровне газифицируется 54 % общего подаваемого топлива, на втором уровне 36%, и на третьем-10%.

Материальный баланс процесса газификации приведен в таблице 1

Таблица 1 – Материальный баланс процесса газификации

ПРИХОД			РАСХОД		
Показатель	кг/с		Показатель	кг/с	
Доменный газ	8,27	25000 м <sup>3</sup> /ч	Газ	17,16	54000 м <sup>3</sup> /ч
Уголь	2,72	9,9 т/ч	Зола	0,82	2,95 т/ч
Дутье	6,98	19500 м <sup>3</sup> /ч			
ИТОГО	17,97		ИТОГО	17,97	

Таким образом, в фурмы доменной печи поступает газ следующего состава CO – 38,17%, H<sub>2</sub> – 9,16%, N<sub>2</sub> – 52,67%. Теплота сгорания полученного газа составляет 5,99 МДж/м<sup>3</sup>, что более чем в два раза превышает теплоту сгорания исходного доменного газа и позволяет судить о перспективности использования полученного продукта в качестве восстановительного газа на доменной печи, заменяя при этом дорогостоящий природный газ. Расход получаемого газа с одного модуля такой установки составляет 54000 м<sup>3</sup>/ч при расходе угля 9,8 т/ч, при условии, что калорийность угля составляет 23,65 МДж/кг, т.е. с одной тонны угля получается 5510 м<sup>3</sup> генераторного газа.

Как сказано выше, на 1 тонну чугуна подается в среднем 67 м<sup>3</sup> природного газа. В случае замены 67 м<sup>3</sup> природного газа необходимо подать 380 м<sup>3</sup> обогащенного доменного газа.

Обогащенный доменный газ используется в доменной печи в качестве восстановителя для замены кокса в количестве 33 кг/т чугуна (эквивалент 160 м<sup>3</sup> обогащенного доменного газа), а также для замены природного газа. При условии, что стоимость ПУТ составляет 281,23 грн/т и стоимость доменного газа 2 грн/1000 м<sup>3</sup> величина экономии на 1 тонну чугуна от использования обогащенного доменного газа при доменной плавке рассчитывается по формуле:

$$\Xi = \frac{33 \cdot 323}{1000} + \left( \frac{67 \cdot 290}{1000} - \frac{540 \cdot 281,23}{5510} - \frac{25000 \cdot 2}{1000 \cdot 100} \right) = 2,03 \text{ грн / т чугуна.}$$

где 323 – стоимость кокса грн/т;

67 – расход природного газа, м<sup>3</sup>/т;

290 – стоимость природного газа, грн/1000 м<sup>3</sup>;

540 – общий расход обогащенного доменного газа, м<sup>3</sup>/т;

281,23 – стоимость 1 тонны ПУТ без стоимости азота;

100 – усредненная приведенная производительность по чугуну, т/ч.

2 – стоимость доменного газа, грн/1000 м<sup>3</sup>;

25000 – расход доменного газа, м<sup>3</sup>/ч.

Годовая экономия только для ДП№2 по высвобождению природного газа и частично кокса составит в этом случае 1753920 грн/год или 330928 \$США/год.

С учетом 30 – 35% расходов на амортизацию и текущий ремонт агрегата срок окупаемости составит:

$$T=77117 \cdot 1,35 / 330928 \approx 4 \text{ месяца.}$$

### **Литература**

1. Шелудченко В.И., Кравцов В.В., Каланчук А.П., Кучер С.В. Использование газификатора – ПЖВ на заводе с полным металлургическим циклом /VIII Міжнародна конференція “Ресурсоенергосбереження у ринкових відносинах”.Тези доповідей. - Київ, 2001. – С.92-93.
2. Шелудченко В.И., Кравцов В.В., Каланчук А.П., Кучер С.В. Минизавод по производству высококачественной стали с полным металлургическим циклом. / VIII Міжнародна конференція “Ресурсоенергосбереження у ринкових відносинах”.Тези доповідей. - Київ, 2001. – С.93-94.

Поступила в редакцію 12.01.04