

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПРИМИРОВАННЫХ КОНВЕРТЕРНЫХ ГАЗОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ

THE USE OF COMPRESSED GASES IN THE CONVERTER TECHNOLOGY FOR THE RECOVERY OF PELLETS

Васильева А. Ю., Буткевич М. В., Хейло Д. В., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,
г. Магнитогорск, sahenka_18@mail.ru

Vasilyeva A. Y., Boutkevitch M. V., Heilo D. V., Kartavtsev S. V., Magnitogorsk
state technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk

Аннотация: В статье рассмотрен способ эффективного использования восстановительных свойств конвертерного газа. Представлен расчет необходимой доли газов, направляемых на сжатие для процесса «Мидрекс» по восстановлению окатышей.

Abstract: The article describes the way to effectively use the regenerative properties of Converter gas. A calculation presented of the necessary shares on the compression process “Midrex” recovery of pellets.

Ключевые слова: конвертерный газ; Мидрекс; окатыши; компрессия; доля.

Key words: converter gas; Midrex; pellets; compression; share.

До сих пор остается открытым вопрос о поиске перспективного направления по применению конвертерных газов. Известно, что данный газ обладает высоким тепловым потенциалом 1600 °С и периодичностью своего выхода в 15–18 мин.

Возможным вариантом эффективной утилизации конвертерных газов может служить восстановительный процесс «Мидрекс», в котором оксид железа в форме окатышей или кусковой руды превращается в высокометаллизированный продукт, пригодный для производства электростали. Восстановительный процесс производится в шахтной печи, в которой горячий восстановительный газ реагирует в противотоке с рудой, опускающейся под действием силы тяжести [1]. В качестве вышеупомянутого газа могут выступать газообразные вторичные энергетические ресурсы кислородно-конвертерного производства.

Для того, чтобы использовать конвертерные газы в качестве восстановителя, необходимо выполнить два условия: во-первых, снизить их температуру с 1600 °С до температуры ниже точки размягчения шихтовых материалов, во-вторых существенно повысить давление самих конвертерных

газов, т. к. их свободное движение в печь невозможно за счет низкого давления на выходе из конвертера.

Для получения ответа на первый вопрос был составлен алгоритм в программе MathCad на основе теплофизических данных [2]. В табл. 1 задавались коэффициенты при написании полиномиальной регрессии энтальпии (1).

Таблица 1

Коэффициенты регрессии				
Компонента	a_0	a_1	a_2	a_3
CO	0,55989	1,26429	0,00017	-2,67954E-8
CO ₂	-19,18254	1,83067	0,00047	-8,20214E-8

$$H(t) = a_0 \cdot t^0 + a_1 \cdot t^1 + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3 \quad (1)$$

Далее отвечаем на вопрос о возможности повышения давления конвертерных газов. Для этого может быть использована ныне действующая система газоотводящего тракта кислородного конвертера с полностью очищенным и охлажденным конвертерным газом. После этого с помощью компрессора газ сжимается до создания требуемого напора, чтобы осуществить противоток в реакторе. С учетом того, что холодными газами восстановить руду проблематично, необходимо смешать низконапорный горячий конвертерный газ, имеющий температуру 1600 °С, и холодный компримированный с температурой окружающей среды.

Для того, чтобы смесь этих двух потоков имела температуру, достаточную для осуществления технологии «Мидрекс» по восстановлению окатышей, необходимо составить уравнение теплового баланса и определить соотношение смешиваемых объемов газов (2):

$$\begin{aligned} & (H_{co}(t_1) \cdot 0,9 \cdot V_1 + H_{co2}(t_1) \cdot 0,1 \cdot V_1) \cdot (1-d) + (H_{co}(t_2) \cdot 0,9 \cdot V_2 + \\ & + H_{co2}(t_2) \cdot 0,1 \cdot V_2) \cdot d = \\ & = (H_{co}(t_{см}) \cdot 0,9 \cdot V_1 + H_{co2}(t_1) \cdot 0,1 \cdot V_2) \end{aligned} \quad (2)$$

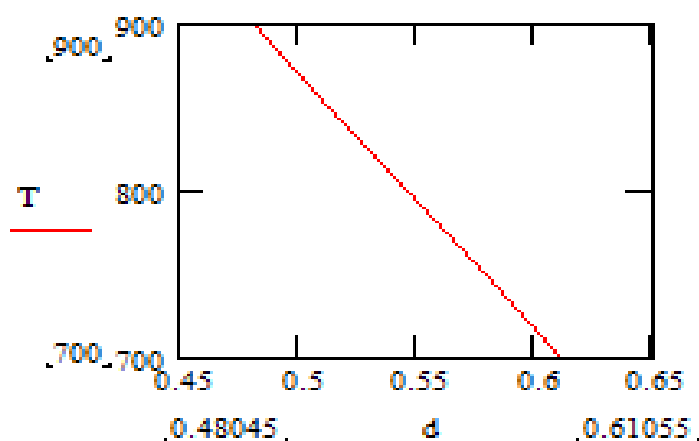
Далее с помощью вычислительно блока MathCad “Given.Find” определяется доля подмешиваемого холодного газа d в горячий поток. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Доли сжатого газа в зависимости от температуры смеси						
T	°С	700	750	800	850	900
d	%	0,61055	0,57841	0,546	0,51335	0,48045

Как видно из таблицы, был задан диапазон температур от 700 до 900 °С. Для процесса «Мидрек» нормальная температура восстановления достигает значения в 825 °С [3]. На основании таблицы и данного заключения строится график зависимости требуемой доли газа на подмешивание от необходимой температуры (рисунок).

Исходя из этого, вычисляем интересующую нас долю газа для подмешивания – 0,53. Это значит, что для равномерного протекания процесса, при использовании технологии «Мидрекс», необходимо использовать 47 % горячего конвертерного газа и 53 % компримированного.



Зависимость между температурой восстановления окатышей и долей компримированного конвертерного газа

Таким образом, можно сделать вывод о том, что помимо ранее рассмотренных способов применения конвертерных газов, направляемых на обжиг извести и сидеритовой руды [4], восстановление окатышей конвертерными газами имеет предпосылки для дальнейшей разработки.

Список использованных источников

1. Развитие бескоксовой металлургии / Н. А. Тулин, В. С. Кудрявцев, К. М. Майер. М. : Металлургия, 1987. 328 с.
2. Краткий справочник доменщика / Е.Ф. Вегман. М. : Металлургия, 1981. 240 с.
3. Мамедов А. Н. Восстановление офлюсованных окатышей титаномагнетитовых концентратов песчаников природным газом с получением металлизированных окатышей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 2. С. 174-179.
4. Хейло Д. В., Картавцев С. В. Перспективные направления использования конвертерных газов // Энергосбережение – теория и практика: Труды Восьмой Международной школы-семинара молодых ученых и специалистов, г. Москва, 10–13 октября 2016 г. М. : Издательский дом МЭИ, 2016. С. 435-437.