

Особенности работы агломерационного горна

Д.Л. Безбородов¹

(SPIN-код: 7979-9548, Orcid ID: 0000-0002-0111-1664)

¹Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

В статье определена необходимость анализа процессов, происходящих в начальный период агломерации железорудных материалов на ленточных агломашинах с целью корректировки режима зажигания для повышения качества получаемого агломерата. В результате исследований определено взаимное влияние основных технологических параметров на качество ведения процесса. Определена необходимость применения многокамерных зажигательных горнов для контроля температурно-окислительных показателей горновых газов.

Ключевые слова: агломерационный процесс, горн, температура, содержание кислорода

Агломерационный процесс является важной составляющей в технологии подготовки железорудных материалов к металлургическому переделу. В качестве энергетических ресурсов для осуществления процесса спекания сырья используются твердое и газообразное топливо. Газообразное топливо, как правило, используется для запуска процесса спекания, то есть для зажигания твердого топлива, размещенного в шихте.

Организация процесса зажигания позволяет запустить процесс спекания и оказывает большое влияние на дальнейший ход процесса спекания. При спекании агломерационной шихты на ленточных машинах с просасыванием воздуха высокие температуры в зоне горения достигаются в результате горения твердого топлива шихты и регенерации теплоты раскаленного агломерата и отходящих газов [1]. При этом, в верхнем слое в первый период процесса наблюдается значительный недостаток тепла (до 55-75% от общего количества). Для покрытия этого дефицита тепла предусмотрена установка зажигательного горна, в котором сжигается дополнительное топливо. На рис. 1 представлено типичное распределение температур по слою в промежуточный момент спекания.

В настоящее время существует значительное количество различных вариантов и подходов к решению вопроса организации внешнего высокотемпературного нагрева. На качество конечного продукта (агломерата), получаемого в поверхностном слое в большой степени влияет температурный уровень процесса зажигания и состав просасываемых газов. Поддержание высоких температур в зоне горения твердого топлива поверхностного слоя достигаются при интенсивности зажигания, которая зависит от температуры зажигания, расхода газообразного топлива и его калорийности.

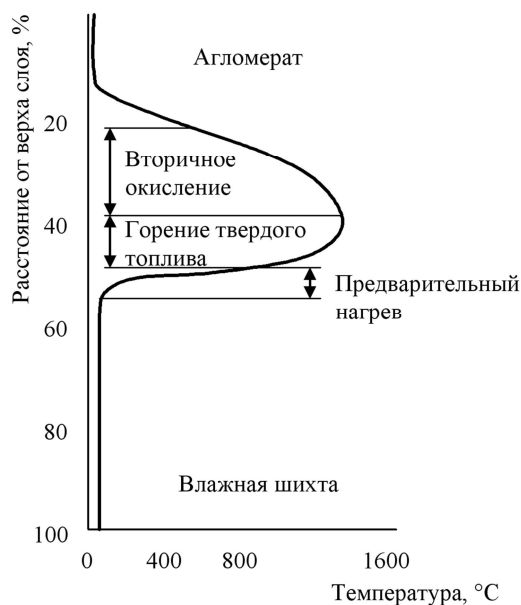


Рисунок 1 –Типичное распределение температур по высоте слоя в промежуточный момент спекания [1]

Достижение необходимого уровня температур в верхнем слое осуществляется с помощью создания первоначальных условий для горения твердого топлива шихты [3]. Это становится возможным, когда в атмосфере зажигательного горна содержится свободный кислород, минимальное содержание которого не должно быть ниже 5%. С другой стороны максимальная величина коэффициента расхода воздуха при сжигании топлива для зажигания (коксовый, доменный, природный газ) зависит от его теплотворной способности. При использовании низкокалорийных топлив невозможно получить высокие температуры дымовых газов со значительным содержанием кислорода. Добавление высококалорийных топлив приводит к заметному росту затрат на топливо.

Кроме того горение углерода твердого топлива в слое протекает с неполным использованием кислорода, поступающего в слой с просасываемым воздухом. Содержание свободного кислорода ($O_{2(св)}$) в агломерационных газах зависит от многих факторов, и, прежде всего, от объемной концентрации горючего углерода в шихте. Статистическая обработка данных промышленных исследований, проведенная авторами работы [5], позволила получить следующую зависимость (рис. 2):

$$O_{2(св)} = 21 - \frac{V_c}{2,647 + 0,0235 \cdot V_c}, \text{ \%},$$

где $O_{2(св)}$ - содержание свободного кислорода, %;

V_c - Объемная концентрация горючего углерода в шихте, кг/м^3 .

Для большинства аглофабрик объемная концентрация углерода в шихте изменяется от 46 до 66 кг/м^3 . Соответствующие значения $O_{2(св)}$ (рис. 2) составляют 8,7-5,3 %. Следовательно, для развития реакций горения углерода твердого топлива в слое спекаемой шихты в период внешнего нагрева концентрация свободного кислорода в горновых газах не должна быть ниже 6,0-9,0 %.

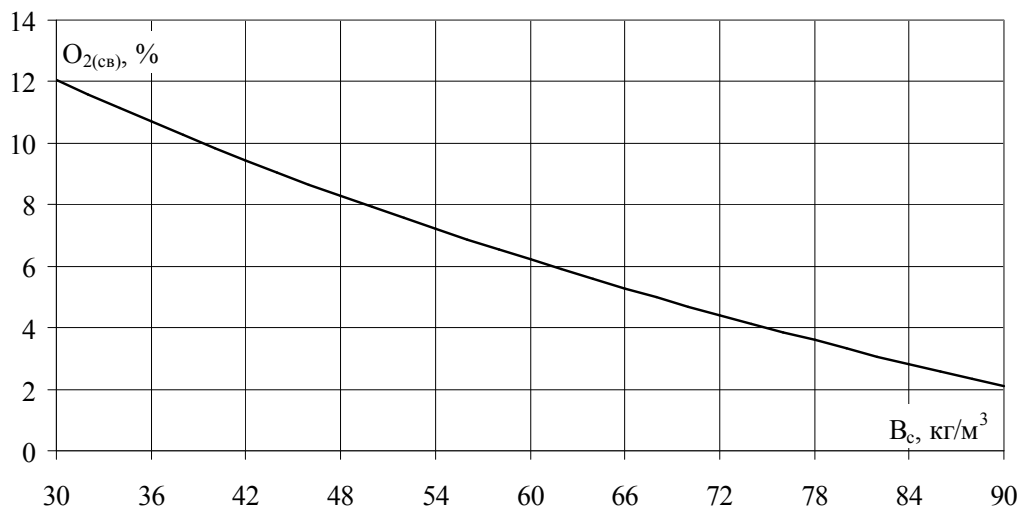


Рисунок 2 – Зависимость содержания свободного кислорода от объемной концентрации горючего углерода в шихте

Вопрос организации оптимальной системы внешнего нагрева агломерата заключается в разработке зажигательного горна конструкции, которая бы обеспечивала возможность стабильного процесса в начальный период агломерации в зависимости от текущих теплофизических свойств агломерационной шихты [4].

Площадь зажигания большинства действующих машин К-3-50, К-3-75, К-1-200/312 и К-1-250/312 составляет соответственно 3,5; 5,625; 9,2 и 9,2 м² при ширине 2; 2,5; 4,0 и 4,0 м. Для агломерационных машин с отоплением горнов мазутом (К-4-50, К-4-75) площадь зажигания даже несколько меньше и составляет 3,3 и 4,125 м², что является недостаточным для нормального теплового состояния агломерируемого слоя.

Приоритетными направлениями по повышению производительности и снижению затрат энергоресурсов на производство агломерата являются мероприятия по утилизации тепла охлаждения агломерата и увеличения ширины паллет. В свою очередь, направлению совершенствования процесса зажигания шихты уделено мало внимания. Работы по этому направлению в свою очередь сводятся к поиску вариантов замещения дорогостоящих топлив на альтернативные.

Можно сделать вывод о существующем многообразии конструкций агломерационных горнов и подходов к осуществлению процесса зажигания агломерационной шихты. Также следует отметить различные взгляды авторов на начальный период агломерации, которые делятся на два основных направления: односекционный горн с интенсивным подводом высококалорийного топлива и многосекционный горн с различными температурными условиями по каждой секции. Существенным недостатком всех рассмотренных конструкций является ограниченное содержание кислорода в продуктах сгорания, значения которого лежат в интервале от 1 до 5%. Низкое содержание кислорода не дает возможности нормальной организации зоны горения из-за чего ее образование происхо-

дит за пределами горна, а ее высота растягивается. Вследствие этого ухудшается газодинамический режим спекания и затягивается общее время процесса.

Характеристика начального периода агломерации с точки зрения теплотехнических процессов подробно рассмотрена в работах Фролова Ю.А. [6]. Определена необходимость применения многокамерных зажигательных горнов с организацией зон высокотемпературного и дополнительного нагрева шихты. Организация зажигания аглошихты в многокамерных горнах позволяет в большем диапазоне контролировать состав горновых газов [2], чем в коротких горнах, что позволяет более рационально и с меньшими энергетическими затратами вести процесс спекания.

В работе предлагается устранить проблему нехватки кислорода при зажигании с организацией на начальном периоде агломерации трехсекционного зажигательного горна, отличительной особенностью которого является нагрев аглошихты газами с содержанием кислорода более 15%. Это обеспечит в сочетании с температурой газового потока 1200 °С необходимые условия для качественного зажигания агломерационной шихты в пределах горна. Длина горна должна обеспечивать полное спекание верхнего слоя.

Предлагаемая конструкция должна обеспечить повышение качественных характеристик получаемого агломерата с одновременным снижением удельных энергетических затрат на спекание.

Библиографический список

1. Внешний нагрев при агломерации / В.А. Шурхал. – Киев: Наук. думка, 1985. – 192 с.
2. Иванов А.И., Махов Г.Г., Безбородов Д.Л., Константинов Г.Е. К вопросу о термодинамике реакции водяного газа//Металургія: Наук. пр. ДонНТУ. – 2002.- вип. 40. – С. 36-42.
3. С.М. Сафьянц, А.Л. Попов, Е.К. Сафонова, Д.Л. Безбородов Влияние расхода топлива и крупности окомкованной шихты на степень развития окислительно-восстановительных реакций по высоте активной зоны при агломерации//Наукові праці ДонНТУ. Серія: Металургія. Випуск 102 - Донецьк, 2005
4. Способ контроля агломерационного процесса конвейерной агломерационной машины с зоной охлаждения: Пат. 14377 Украина, МПК С22В1/20 (2006.1) / Сафьянц Сергей Матвеевич, Попов Анатолий Леонидович, Сафонова Елена Константиновна, Безбородов Денис Леонидович, Мотрошилов Александр Юрьевич. - № u200510716; Заявл. 14.11.2005; Опубл. 15.05.2006
5. Теплотехнические направления повышения технико-экономических показателей работы агломерационных фабрик / Ю.А.Фролов, Л.К.Герасимов, А.Ф.Мысик и др. - Сталь, 1980, №3, с. 165-168.
6. Фролов Ю.А. Теплотехнические аспекты процесса агломерации // Сталь. 2003. №12. с.2-11