

АНАЛИЗ РАБОТЫ ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЖИМА ИНТЕНСИВНОЙ СУШКИ

Одним из действенных путей увеличения производительности и повышения качества конечного продукта относительно процесса производства железорудных окатышей является теоретически обоснованная интенсификация работы зоны сушки обжиговой конвейерной машины. Сложность проблемы рациональной организации работы зоны сушки обуславливает многообразие подходов к ее решению [1, 2, 3]. Одним из таких подходов является рассмотренная в работе [4] высокотемпературная сушка окатышей.

С помощью динамической математической модели обжига железорудных окатышей [5], проведено исследование по отработке эффективного высокотемпературного режима сушки, осуществлено сравнение особенностей и результатов работы зоны сушки в базовом и опытном высокотемпературном режимах. Анализировали влияние режима сушки на прочность окатышей, содержание FeO, распределение температур по высоте слоя и производительность обжиговой машины. В качестве объекта для исследований была выбрана обжиговая машина ОК-1-520 как наиболее современная из используемых в настоящее время и отвечающая большинству требований, которые предъявляются к обжиговым агрегатам конвейерного типа.

Используемая для исследования динамическая математическая модель, основана на описании реальных физико-химических и тепловых механизмов, вовлеченных в процесс обжига окатышей. Превращения в этой системе анализируются из позиций кинетики, основанной на кинетических уравнениях. Для общего случая топохимического реагирования модель массопереноса включает химическое взаимодействие и диффузию газового компонента в пограничной пленке и через пористый слой продукта реагирования.

В общем виде модель представлена следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} L_{H_2O} \cdot \rho_{ок} \cdot (1 - \xi) \cdot \frac{\partial W_{H_2O}}{\partial \tau} = -a_v \cdot (t_{ок} - t_{вн}), \\ \rho_{ок} \cdot (1 - \xi) \cdot C_{ок} \cdot \frac{\partial t_{ок}}{\partial \tau} = -a_v \cdot (t_z - t_{ок}) + Q_1 - Q_2 + Q_3, \\ \rho_z \cdot C_z \cdot W_z \cdot \frac{\partial t_z}{\partial x} = a_v \cdot (t_{ок} - t_z); \end{cases} \quad (1)$$

где: $\rho_{ок}$ – плотность концентрата; ξ – пористость слоя окатышей; W_{H_2O} – содержание влаги в окатышах; $t_{ок}$ – температура окатышей; τ – время; a_v – коэффициент теплопроводности (от газа к окатышам); t_g – температура газа; Q_1 – теплота окисления магнетита; Q_2 – теплота разложения известняка; Q_3 – теплота окисления углерода.

Для описания физико-химических процессов окисления магнетита, окисления углерода, диссоциации известняка применяются соответствующие частные модели этих процессов.

Решение системы (1) проводилось методом конечных разностей по явной схеме.

Для определения прочности обожженных окатышей на сжатие используется математическая модель, которая включает частные подмодели для определения влияния на процесс упрочнения: химического состава исходных окатышей – через использования показателей основности CaO/SiO_2 , глиноземного Al_2O_3/SiO_2 и магнезиального MgO/SiO_2 модулей; динамики нагрева окатышей; температуры обжига; диаметра окатышей.

Между базовым и опытным периодами установлены следующие различия:

- *базовый период*: температура в зоне сушки 1 (1а, 1, 2, 3, 4 вакуум-камеры) – 350 °С, скорость газа – 1,2 м/с (движение газа снизу вверх); температура в зоне сушке 2 (5, 6-я вакуум-камеры) – 450 °С, скорость газа – 1,2 м/с (движение газа сверху вниз);

- *опытный период*: температура в зоне сушки 1 (1а, 1, 2, 3 вакуум-камеры) – 350 °С, скорость газа – 1,2 м/с (движение газа снизу вверх); температура в зоне сушки 1 (4-я вакуум-камера) – 500 °С, скорость газа – 0,6 м/с (движение газа снизу вверх); температура в зоне сушке 2 (5-я вакуум-камера) – 800 °С, скорость газа – 0,7 м/с (движение газа сверху вниз); температура в зоне сушке 2 (6-я вакуум-камера) – 1000 °С, скорость газа – 0,85 м/с (движение газа сверху вниз).

Также в опытном периоде температура в зоне подогрева составляла 1100 °С.

В обоих периодах: высота слоя окатышей – 0,3 м, диаметр окатышей – 15 мм, содержание кремнезема – 7,56 %, известняка – 5 %, бентонита – 0,5 %.

При моделировании опытного периода изменяли скорость движения обжиговых тележек, подбирая ее таким образом, чтобы влагосодержание окатышей на входе в зону подогрева было не выше, чем при базовом периоде.

В результате проведенного моделирования установлено, что сушка окатышей в опытном высокотемпературном режиме, по сравнению с базовым, дает следующие преимущества:

- позволяет осуществить окисление слоя окатышей приблизительно на 50 %, в то время как в базовом режиме значительного окисления не происходит;

- обеспечивает более благоприятный, по сравнению с базовым режимом, прогрев слоя, чем осуществляет подготовку для перехода к зоне подогрева и дает возможность повысить температуру в зоне подогрева до 1100 °С;

- способствует определенному улучшению качества конечного продукта: прочность на сжатие обожженных окатышей в опытный период, в сравнении с базовым, выросла в среднем по высоте слоя на 5,44–5,58 %;

- повышает производительность обжиговой конвейерной машины на 6,56 %.

Выводы

Моделирование работы зоны сушки обжиговой машины ОК-1-520 в высокотемпературном режиме показало, что данный режим позволяет не только полностью провести удаление влаги из окатышей, но и достаточно интенсивно реализовать их окисления (окисляется до 50 % FeO), оптимизировать распределение температур в слое, а также повысить производительность обжиговой машины на 6,56 %.

Список используемых источников

1. *Абзалов В.М.* Эффективность работы зон сушки обжиговых машин // *Сталь*. 2008. № 12. С. 25–27.

2. *Абзалов В.М.* Интенсификация процесса сушки окатышей на обжиговых конвейерных машинах // *Сталь*. 2006. № 6. С. 28–30.

3. Пути интенсификации процесса сушки окатышей на конвейерных машинах / *Е.В. Некрасова, А.П. Буткарев, Г.М. Майзель, С.А. Мариев*. В кн.: *Интенсификация процессов окускования железорудного сырья*. Свердловск: Уралмеханобр, 1985. С. 58–63.

4. *Ковалев Д.А., Худяков А.Ю.* Исследование и разработка режимов высокотемпературной сушки окатышей // *Новини науки Придніпров'я*. 2010. № 1. С. 176–180.

5. Разработка динамической математической модели для управления обжигом углеродсодержащих железорудных окатышей / *Ковалёв Д.А., Ванюкова Н.Д., Бойко М.Н.* // *Системні технології : регіон. міжвуз. зб. наук. праць*. Дніпропетровськ: Системні технології. 2008. № 1. С. 93–102.