

## НОВАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАРГАНЦЕВОГО АГЛОМЕРАТА

**А.А.Вяткин, В.П.Жилкин**

*ООО «Уралмаш — металлургическое оборудование»*

**А.В.Малыгин, В.С.Швыдкий, Е.Г.Дмитриева**

*ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет — УПИ»*

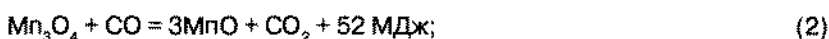
Использование горячего воздуха зоны охлаждения агломерата при спекании обеспечивает повышение производительности и снижение вредных выбросов, однако не находит применения в отечественной практике из-за трудности организации подачи теплоносителя в слой при агломерации.

«Уралмаш-МО» располагает апробированными техническими решениями организации рециркуляции теплоносителей на обжиговых машинах, имеет положительный опыт внедрения подачи горячего воздуха с охладителя агломерата на машину на металлургическом заводе в г. Руркела (Индия). Использование специальных уплотнений, применение укрытий телескопической конструкции обеспечивают надежность и экологичность работы контуров рециркуляции.

На основе имеющегося опыта фирма «Уралмаш-МО» предлагает схему производства марганцевого агломерата на агломерационной машине АКМ-26/50. Такая конструкция агломашины может быть использована для снижения затрат тепла и улучшения качества агломерата.

Особенностью процесса агломерации марганцевых руд является то, что оксиды, присутствующие в исходной руде ( $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $Mn_3O_4$ ), непрочны и восстанавливаются при невысоких температурах.

Восстановление  $MnO_2$  и  $Mn_2O_3$  начинается при температурах 190–200 °С и  $Mn_3O_4$  — при 570 °С по следующим реакциям:



Кроме того,  $MnO_2$  также легко диссоциирует еще в зоне интенсивного нагрева при температуре более 400 °С:



Как видно из реакций (1)–(3), процесс восстановления высших оксидов марганца является экзотермическим, но основное количество тепла выделяется не в зоне горения топлива и формирования агломерата, а в зоне сушки и интенсивного нагрева шихты. Это приводит к расширению высокотемпературной зоны и снижению максимальной температуры в зоне плавления и формирования агломерата.

Кроме того, основные минералы нефлюсованного марганцевого агломерата, в частности тефроит  $Mn_2SiO_4$ , плавятся при более высоких температурах, чем минералы железорудного сырья, поэтому содержание коксовой мелочи в шихте, состоящей из марганцевых концентратов, должно быть выше: до 8–12% общей массы шихты при высоте слоя 280–300 мм.

Несмотря на высокое содержание углерода в шихте, тепла, выделяемого при горении твердого топлива, обычно не хватает для полноценного протекания процесса агломерации, особенно в верхней половине спекаемого слоя.

При спекании железорудного агломерата максимальный выход годного обеспечивается, если время пребывания материала при температуре 1200 °C составляет более 1,5 мин [1]. Доля расплава в этом случае составит более 60%, что соответствует холодной прочности агломерата 75%. В таких условиях происходит формирование агломерата мелкоблочной структуры с высокой газопроницаемостью. Увеличение доли расплава свыше 65% приводит к снижению газопроницаемости слоя и прочности готового агломерата из-за перетекания образующегося расплава в нижние слои шихты и образования крупнопористого спека в верхней части слоя.

На рис. 1 приведены расчетные значения среднего (по длине укрытия) времени пребывания материала в зоне высоких температур при различной температуре воздуха, идущего на спекание (поступающего в укрытие). Значения времени указаны для верхней части слоя. Очевидно, что подача горячего воздуха в слой существенно увеличивает время образования расплава. Например, при подаче воздуха с температурой 300 °C среднее время пребывания материала при температуре свыше 1200 °C 1,3 мин, в то время как при температуре воздуха 40 °C — всего 0,5 мин.

Поскольку затраты тепла на производство марганцевого агломерата значительно выше, чем на производство железорудного агломерата, использование рециркуляции горячего воздуха позволит существенно улучшить теп-

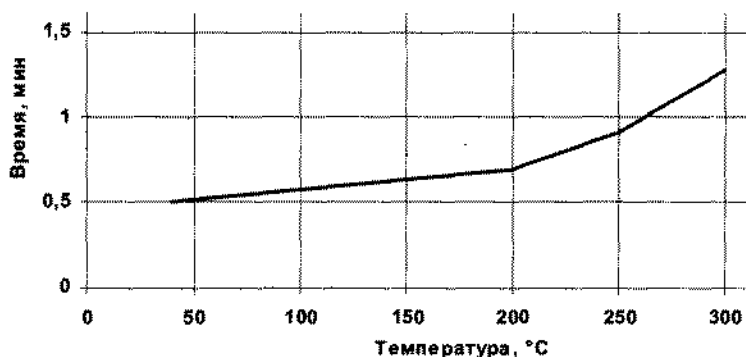


Рис. 1. Зависимость среднего времени пребывания материала при температуре свыше 1200 °C от температуры воздуха, поступающего в слой

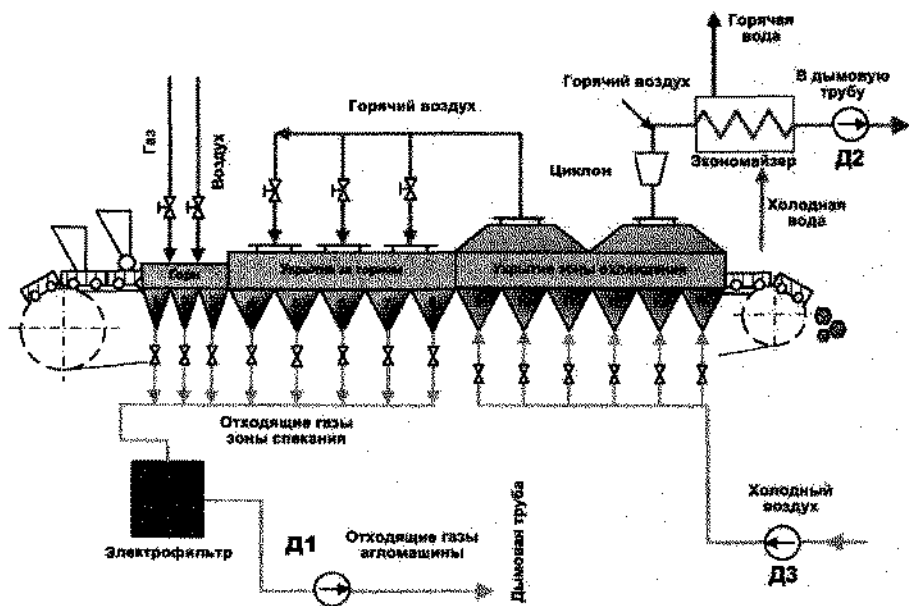


Рис. 2. Схема рециркуляции горячего воздуха на агломашине АКМ-26/50

ловой баланс зоны формирования марганцевого агломерата и, соответственно, повысить его качество при одновременном снижении расхода твердого топлива.

На основе расчетно-теоретического анализа разработана схема, предполагающая подачу горячего воздуха из зоны охлаждения агломерата (из последних пяти дутьевых камер) в укрытие зоны спекания непосредственно за горном (рис. 2). При этом исключается резкое падение температуры в поверхностном слое на выходе из горна.

Расчет газопотоков на агломашине выполнен при оптимальном удельном расходе воздуха на спекание —  $800 \text{ м}^3/\text{ч}$  на 1 т аглошихты (скорость фильтрации  $0,53 \text{ м/с}$ ).

Охлаждение агломерата до среднemasсовой температуры  $100^\circ\text{C}$  обеспечивается при скорости фильтрации охлаждающего воздуха  $1,0 \text{ м/с}$ . Воздух для охлаждения подается вентилятором Д3.

Укрытие зоны охлаждения разделено перегородкой на две секции. Воздух из первой секции ( $\sim 44\%$  от общего объема горячего воздуха) с температурой  $350\text{--}400^\circ\text{C}$  перетокком поступает в укрытие зоны спекания, представляющее собой металлический кожух, внутренняя поверхность которого футеруется теплоизолирующим слоем (рис. 3). Применение новых жаропрочных материалов при изготовлении элементов укрытий позволяет избежать их преждевременной замены.

В укрытии имеются патрубки для входа горячего воздуха, которые расположены с шагом, обеспечивающим равномерное распределение теплоносителя над слоем по длине укрытия. Разрежение в вакуум-камерах зоны спекания создается эксгаустером Д1. Очистка аглогазов производится электрофильтром с эффективностью улавливания  $0,9$ .

Горячий воздух из второй секции проходит очистку в циклонах с эффективностью улавливания пыли 0,85. После очистки воздух поступает в экономайзер для подогрева технической воды и дымососом Д2 подается в боров. Возможно использование воздуха из второй секции для подогрева шихты.

В дополнение к устанавливаемой на агломашине стандартной системе КИП и автоматике машина снабжена устройствами управления работой тракта рециркуляции с применением микропроцессорной техники, обеспечивающими регулирование по контуру управления разрежением под укрытием зоны спекания при запуске, нормальной работе и остановке агломшины.

Предлагаемая схема спекания и охлаждения агломерата на машине с рециркуляцией горячего воздуха позволяет:

- повысить максимальную температуру в зоне спекания на 10% (на 100 °С) за счет подачи в слой горячего воздуха;
- увеличить выход годного на 5–7% за счет увеличения времени пребывания материала при температурах выше температуры начала плавления шихты и улучшения структуры агломерата;
- поднять производительность зоны спекания агломшины на 3–5% в результате повышения скорости спекания при дополнительном обогреве слоя после горна;
- снизить потери тепла с горячим агломератом и отходящими газами более чем на 50%;
- уменьшить расход твердого топлива на 8–12%.

Согласно расчетам, сокращение суммарных выбросов газов в атмосферу за счет использования горячего воздуха на спекание составляет более 20%, а уменьшение выбросов пыли на 15–20%.

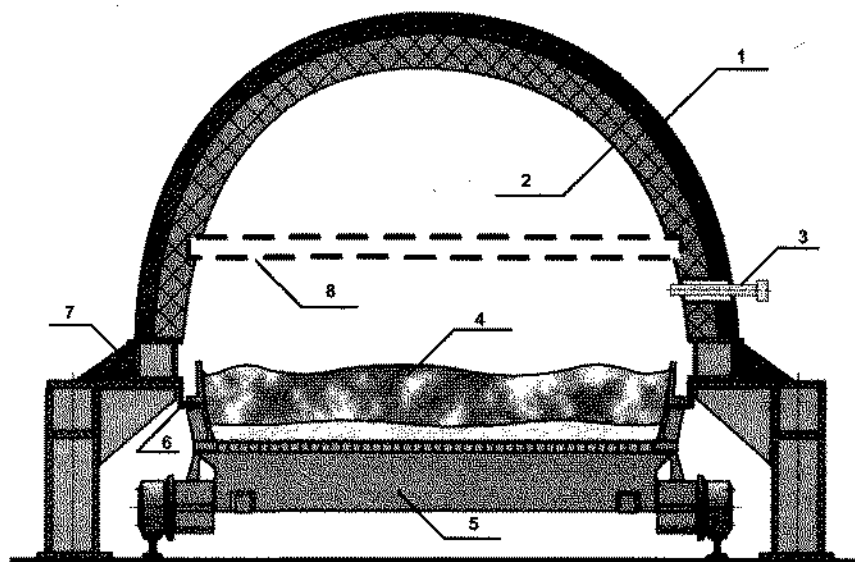


Рис. 3. Укрытие для подвода горячего воздуха с охладителем:

- 1 — металлический кожух; 2 — огнеупорная футеровка; 3 — термопара; 4 — слой шихты; 5 — спекательная тележка; 6 — бортовое уплотнение; 7 — опоры укрытия; 8 — воздухораспределительное устройство

При запыленности воздуха на выходе из зоны охлаждения  $3 \text{ г/м}^3$  [2], запыленности газов зоны спекания  $5 \text{ г/м}^3$  [3] и эффективности улавливания пыли слоем шихты 0,65 [4] рециркуляция горячего воздуха уменьшит годовой выброс пыли более чем на 100 т.

Помимо этого, ожидается достижение экологического эффекта, благодаря снижению тепловыделений в окружающую среду и уменьшению объемов вредных выбросов.

Применение новых материалов и технологий при разработке схем рециркуляции и более совершенная схема подвода воздуха обеспечат равномерное распределение горячего воздуха над поверхностью слоя, возможность регулирования температуры по длине и ширине укрытия, что позволит повысить долговечность элементов конструкции.

Автоматизация управления процессами позволит добиться устойчивой работы трактов рециркуляции и агломашины в целом.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. **Каплун Л.И.** Анализ процессов формирования агломерата и совершенствование технологии его производства. Автореф. ... д-ра техн. наук. / Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2000. – 49 с.
2. **Лившиц Э.Я., Грушева М.А., Кушнерев Б.В. и др.** Промышленные испытания системы дутьевого охлаждения агломерата с рециркуляцией тепла // *Сталь*, 1990. № 9. С. 14–17.
3. **Лившиц Э.Я., Шеац М.Н., Ганжа Г.Ф. и др.** Основные направления сокращения вредных выбросов при производстве агломерата // *Сталь*, 1980. № 5. С. 444–446.
4. **Верц Г.Й., Отто Ю., Ренгерсем Я.** Улучшение экологии при агломерации железных руд путем возврата отходящих газов в процесс. // В сб.: *Металлургический завод и технология*. – М.: *Металлургия*, 1996. С. 88–89.