

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АГЛОМЕРАТА

С.М.Сафьянц, А.Л.Попов, Е.К.Сафонова
ДНТУ

Засобом контролю та ефективним методом управління тепловим процесом запалювання шихти при агломерації є значення різниці в змісті монооксида заліза у верхній кірці і у всім шарі агломерату (ΔFeO).

Повышение эффективности использования топлива и улучшение качества агломерата связано с правильной организацией внешнего нагрева спекаемого слоя шихты на агломерационной машине.

Основным назначением внешнего нагрева шихты является создание в верхней части слоя такого количества тепловой энергии, которое необходимо для нормального протекания процесса спекания с минимальной затратой твердого топлива и для обеспечения постоянства температурно-тепловых условий процесса по всей высоте слоя. Критерием оценки качества зажигания при этом может быть прочность верхней корки и слоя агломерата в целом.

В работе представлены результаты промышленных исследований высокотемпературного и дополнительного нагрева шихты на агломашине с удлиненным горном. При производстве офлюсованного агломерата с повышенной окисленностью железа в качестве контролируемых параметров измеряли содержание кислорода (O_2) в горновых газах и под слоем шихты, температуру продуктов сгорания, расход воздуха и природного газа.

Для получения удовлетворительной прочности спека, режим зажигания на агломерационной машине с удлиненным горном сводится к поддержанию температуры 1100-1200⁰ С в первой секции и 950-1100⁰ С – в последующих. В настоящее время высокотемпературный нагрев ведут с избытком тепла, что приводит к перерасходу газообразного и твердого топлива и снижению удельной производительности агломашин.

В таблице 1 представлены данные изменения скорости спекания и содержания FeO в агломерате в зависимости от длительности зажигания и содержания углерода топлива в шихте 3,7 и 4,5% ,соответственно. В исследуемом диапазоне изменения расхода

топлива, снижение вертикальной скорости спекания при продолжительности внешнего нагрева более 2,5 мин и содержании FeO в верхней корке агломерата выше 15%. О количестве избытка тепла в аломерируемом слое можно судить по росту содержания FeO в спеке.

Таблица 1 -Влияние длительности зажигания на вертикальную скорость спекания и содержание FeO в агломерате

Длительность зажигания, с	Расход углерода, %	Скорость спекания, мм/мин	Содержание FeO, %
120	3,7	28,1	10,71
150	3,7	27,8	11,05
180	3,7	27,7	11,23
210	3,7	27,1	12,82
120	4,5	25,8	12,63
150	4,5	25,2	13,20
180	4,5	24,6	14,75
210	4,5	22,1	17,56

При исследовании высокотемпературного нагрева шихты критерием оценки избытка тепла, поступающего в слой от горновых газов, принята разность в содержании монооксида железа в верхней корке агломерата и во всем спеке (Δ FeO).

Для всех значений изменения температуры в горне, проводили замеры содержания кислорода O_2 в отходящих газах и из слоя шихты без подсосов воздуха с последующим испытанием агломерата верхней корки на прочность. Шихтовые условия, расход топлива (С - 3, 9%) и влажность шихты для этих опытов были постоянными. Высоту зоны горения определяли по изменению содержания CO_2 в слое.

При увеличении Δ FeO выше 3% (табл. 2) резко уменьшается поверхность пор (более 500 мкм) верхней корки агломерата. Это связано с изменением структуры агломерата от мелкопористой к оплавленной, при росте избытка тепла от зажигания. Высота зоны горения увеличивается в 2 раза, а прочность агломерата возрастает незначительно.

Таблица 2 – Влияние длительности зажигания на показатели качества агломерата

Длительность зажигания, с	ΔFeO , %	Поверхность пор размером > 500мкм, %	Прочность агломерата, %	Высота зоны горения, мм
120	0,2	52,1	61,5	36
140	1,0	49,8	63,9	38
160	2,1	48,2	68,0	48
200	2,9	46,0	72,2	52
240	4,1	27,8	73,1	57
280	5,4	12,4	74,5	65

При достаточной интенсивности внешнего нагрева продолжительность первого периода должна соответствовать суммарной продолжительности нагрева поверхностного слоя шихты до температуры воспламенения твердого топлива. Кроме того, продолжительность первого периода внешнего нагрева является функцией высоты зоны горения.

Анализ результатов исследований показал, что целесообразно ограничить температуру зажигания в первой секции горна $1150 \pm 20^\circ\text{C}$.

При стабилизации температуры в первой секции горна на этом уровне, изменяли температуру во второй секции, фиксируя те же показатели и параметры, что и в предыдущем исследовании (табл. 2).

Установлено, что повышение температуры во второй секции горна выше 1000°C приводит к росту содержания FeO в верхней корке агломерата и во всем опеке, совпадает с увеличением разности в содержании FeO в агломерате и в верхней корке более 3%. При этом прочность агломерата возрастает незначительно. Уменьшение температуры зажигания во второй секции ниже 950°C приводит к снижению прочности верха спека ниже допустимой.

При исследовании спекания шихты с различным содержанием твердого топлива (3,5-4,8)% температуру зажигания во второй секции горна поднимали от 950 до 1050°C через 50°C . Установлено, что 97% случаев начала интенсивного роста содержания FeO в верхней корке агломерата совпадает с увеличением значения ΔFeO (разности в содержании FeO в спеке и корке) более чем на 3%.

Исследования взаимовлияния длительности и интенсивности зажигания, содержания кислорода в горновых газах и качества агломерата для агломашин НЛМК показали, что:

- целесообразно температуру в первой секции горна удерживать на уровне 1150-1180, а во второй -950-980°С;
- для скорости движения аглоленты от 3,3 до 4,5 м/мин, необходимо подключение всех рядов горелок первой секции (всего по три на секцию), и отключение последнего ряда горелок во второй секции до двух;
- для скорости ленты от 4, 5 м/мин и выше, следует подключать все ряды горелок второй секции;
- распределение кислорода во второй секции горна должно быть следующим: в районе последнего ряда горелок по их оси 10-14%, а предпоследнего - 4-6%;
- для контроля за уровнем температуры зажигания периодически и после изменения шихтовки определяется разность в содержании FeO спека и корки после зажигания и если эта величина превышает 3%, то пропорционально превышению, снижают температуру во второй секции горна.

Испытания вышеперечисленных рекомендаций осуществления внешнего нагрева на агломерационной машине площадью спекания 252м² (Табл.3) подтвердили правильность направления исследований и позволили получить следующие результаты:

- расход газа во второй секции горна снижен с 4500-3500 до 2500-2000 м³/ч или в среднем на 40%;
- за весь период исследований не было случая увеличения FeO в агломерате выше 15, 5%;
- содержание FeO в верхней корне агломерата уменьшилось на 25-40%, а во всем спеке на 6-15,0% без существенного снижения прочности агломерата;
- уменьшение FeO в верхней части спекаемого слоя привело к выравниванию по высоте спека содержания FeO, то есть получению более однородного агломерата;
- для базового агломерата (FeO 11, 6%) максимальное отклонение FeO от среднего значения составило 5, 52%, а для опытного (FeO 9, 48%) - 2, 58%, или, соответственно, на 47, 6 и 27, 2%;
- механическая прочность спека сохраняется на уровне 65%.

Таблица 3 - Прочность и содержание FeO по высоте спека в период испытаний технологии внешнего нагрева

Место отбора агломерата	Прочность по ГОСТ 15137-77					
	БП ₊₅ , %	Отн. изменение, %	БП _{-0,5} , %	Отн. изменение, %	Содержание FeO, %	Изменение FeO, %
Корка спека	64,0	- 6,9	5,3	- 3,8	18,68	- 33,8
	59,5		5,1		12,37	
Верх спека	60,4	+ 1,2	4,4	+ 4,2	17,12	- 29,6
	59,7		5,0		12,06	
Средина спека	68,1	+ 0,7	6,4	+ 3,1	10,10	-9,7
	68,6		6,6		9,12	
Низ спека	66,1	+ 0,2	6,6	+ 19,7	7,60	- 4,3
	66,2		7,9		7,27	
Усредненное по спеку	64,9	0	6,0	+ 8,7	11,6	- 18,7
	64,9		6,5		9,9	

Примечание: числитель - базовый период, знаменатель - опытный.