

С.В. КРИВЕНКО, канд. техн. наук, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» (Мариуполь, Украина)

СПЕКАНИЕ АГЛОШИХТЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТОРФА

В статье приведены результаты исследования спекания агломерационной шихты при воздействии различных факторов.

У статті наведені результати дослідження спікання агломераційної шихти при впливі різних факторів.

При спекании подогретой агломерационной шихты с использованием воздуха, обогащенного кислородом, происходит существенное снижение времени спекания. Изменение скорости передвижения зоны горения в слое влияет на температурные уровни процессов и их продолжительность. При несогласованности передвижения фронта горения топлива (горизонта с температурой воспламенения) и теплопередачи (горизонта с максимальной температурой) происходит ухудшение прочности агломерата. Поэтому необходим подбор таких параметров спекания (высота слоя, разрежение, расход твердого топлива и т.д.), которые бы обеспечили образование однородной структуры агломерата с отсутствием крупных пор и объемов, непропитанных жидкой фазой.

Скорость зажигания топлива непосредственно под зоной горения зависит не только от температуры шихты и содержания кислорода в газах, но и от температуры воспламенения топлива. Температура зажигания обычного основного агломерационного топлива (мелкого кокса и антрацитного штыба) составляет 600 ч 750 °С. Для ускорения процесса зажигания топлива, следовательно, и процесса горения, к исходной шихте, возможно, добавить топливо с температурой зажигания ниже, чем у основного топлива, которое используется при спекании, с частичной его заменой. При приближении зоны горения к любому горизонту агломерируемого слоя при условии достаточного количества кислорода начинает гореть топливо с низкой температурой зажигания. Практически сразу температура в зоне, где начало гореть дополнительное топливо, увеличивается до уровня, который превышает 726 ч 805 °С и начинает гореть основное топливо.

В качестве такого топлива возможно использовать торф с температурой воспламенения $t_{\text{в}} \approx 250 \times 300$ °С, гранулированные древесные опилки [1], лигноцеллюлозное [2], нефтяной кокс [3] и т. д. В [4] предложено повышать реакционную способность различных видов твердого топлива, применяемых при агломерации, добавлением к шихте раствора калия.

Целью работы является выявления возможности повышения скорости спекания шихты за счет более раннего зажигания топлива под зоной горения.

Проведены лабораторные спекания шихты с добавлением к ней подготовленного активированного торфа. Его содержание в агломерационной

шихте составило 3 %. Спекания проводились в чаше диаметром $D_ч=140$ мм. Высота исходного слоя шихты постоянная и равна $H_{сл}=180$ мм. Химический состав компонентов шихты и агломерата постоянный. Разрежение в вакуум-камере во время спекания поддерживали равным $ДР=10$ кПа.

Разработан способ спекания агломерационной шихты с совместным использованием ее предварительного подогрева и обогащенного кислородом воздуха [5]. За счет совмещения интенсифицирующих факторов устранены недостатки, присущие каждому из них. Поэтому влияние торфа исследовали дополнительно для подогретой шихты и обогащенного кислородом воздуха.

Подогрев агломерационной шихты до температуры $t_{ш}$ осуществляли после окомкования в жаровом электрошкафу, а затем загружали в чашу для спекания. Максимальная температура предварительного подогрева шихты составила 120 ч 125 °С и была ограничена возможностями оборудования. При подогреве окомкованной шихты выше 100 °С в состав исходной шихты добавляли связующее вещество, которое не допускает разрушение гранул при сушке и ухудшения газопроницаемости, в качестве которого использовали бентонит. Также в качестве связующего вещества могут быть использованы водный раствор полиакриламида (до 1,5 кг/т шихты), гумат натрия (70 кг/т шихты), жидкое стекло, сульфидный щелок, железный купорос, мазут (2,5-10 кг/т шихты), известь (до 10 %) и т. д.

Определяли время спекания $\tau^{сн}$, выход годного агломерата ВГ (фракции крупнее 10 мм), барабанную пробу БП и относительное увеличение производительности ДП. Прочность агломерата оценивали с помощью испытательного барабана по ГОСТ 15187-69. Относительное увеличение производительности процесса агломерации рассчитывали по формуле

$$\Delta П = \left(\frac{\tau_0^{сн} \cdot ВГ}{\tau^{сн} \cdot ВГ_0} - 1 \right) \cdot 100, \%$$

Из результатов спеканий (табл. 1) следует, что самая низкая производительность аглопроцесса соответствует спеканию, которое осуществлено без использования какого-либо фактора, интенсифицирующего горение топлива в слое. Это спекание принято за базовое и отвечает существующей технологии производства агломерата на большинстве металлургических предприятий СНГ.

При спекании не подогретой шихты $t_{ш}=20$ °С с добавлением торфа увеличение производительности аглопроцесса составило ДП=42,1 % без ухудшения качества агломерата. Повышение производительности произошло из-за интенсификации горения топлива за счет его более раннего зажигания и ускорения роста температуры шихты непосредственно под зоной горения, которое способствует ускорению испарения влаги из зоны переувлажнения шихты и ее перемещению вниз. Улучшение качества агломерата состоялось за счет дополнительного тепла сгорания углерода активированного торфа при неизменном содержании основного топлива. Полученное увеличение производительности больше, чем при спекании такой же не подогретой ших-

ты со всасыванием воздуха, обогащенного кислородом, на $(42,1-29,9)=12,2\%$. Это указывает на большое влияние температуры зажигания топлива шихты на скорость процесса спекания.

Таблица 1

Результаты спеканий агломерата

№	$t_{из}$, °С	[O ₂], %	Расход топлива, %	Добавка		Показатель спекания			
				Бенто нит	Торф	$\phi^{сн}$, мин.	ВГ, %	БП, %	ДП, %
1.		21	5,02	-	-	11,0	80,1	69,6	0,0
2.	20	21	5,02	-	+	7,5	82,7	73,9	42,1
3.	80	21	5,02	-	-	5,5	59,1	71,0	47,5
4.	80	21	5,02	-	+	5,5	72,3	74,2	121,6
5.	120	21	5,02	+	-	2,6	51,7	53,5	173,2
6.	120	21	5,02	+	+	4,5	67,0	76,3	192,2
7.	20	25	5,02	-	-	9,0	85,2	81,9	29,9
8.	80	25	5,02	-	-	4,3	77,2	70,2	149,5
9.	120	25	5,02	+	-	3,0	65,1	72,8	198,2
10.	120	25	4,02	+	-	3,5	70,1	68,8	174,9
11.	120	25	4,02	+	+	4,0	66,8	75,2	129,4
12.	120	25	3,02	+	+	3,5	77,8	77,3	205,3

Были проведены спекания подогретой до $t_{из}=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ шихты с добавлением активированного торфа. Полученное увеличение производительности составило ДП=121,6 % с удовлетворительным качеством агломерата. В сравнении с производительностью спекания одинаково подогретой шихты без добавления активированного торфа разница составляет $(121,6-47,5)=74,1\%$ при одинаковом времени спекания $\phi=5,5$ мин. Повышение производительности состоялось лишь за счет улучшения качества агломерата. Таким образом, при отсутствии зоны переувлажнения во время спекания топливо с низкой температурой зажигания способствует повышению температуры в зоне спекания за счет внесения дополнительного тепла без расширения зоны горения топлива и, соответственно, без ухудшения газопроницаемости слоя.

При спекании подогретой до температуры $t_{из}=120\text{ }^{\circ}\text{C}$ шихты с добавлением к ней топлива с меньшей температурой зажигания, чем основное топливо шихты, бентонита 2% и всасыванием в слой воздуха, обогащенного кислородом до 25 %, полученное увеличение производительности аглопроцесса составило ДП=129,4 % при ухудшении качества агломерата. В сравнении со спеканием без торфа и таким же содержанием основного топлива получена производительность аглопроцесса более низкая на $(174,9-129,4)=45,5\%$. Это произошло из-за значительного перерасхода топлива и ухудшения газопроницаемости слоя шихты при оплавлении агломерата.

Для устранения излишнего оплавления аглошихты было снижено содержание основного топлива (коксовой мелочи) в ней до 3,02 %, то есть на 39,8 % относительно содержания топлива в аглошихте, спеченной без предварительного подогрева и без обогащения кислородом воздуха. В результате спекания аглошихты с добавками 2 % бентонита и 3 % активированного тор-

фа, предварительно подогретой до 120 °С, со всасыванием в слой воздуха, обогащенного кислородом до 25 %, но со сниженным содержанием основного топлива получено максимальное увеличение производительности аглопроцесса ДП=205,3 % при хорошем качестве агломерата.

Для исследования влияния кислорода на процесс спекания подогретой до 120 °С шихты было проведено дополнительное спекание. К исходной шихте прибавили активированный торф и бентонит, потом окомковывали и подогревали до 120 °С, но спекали со всасыванием в слой обычного воздуха. Увеличение производительности относительно базового спекания составил ДП= 192,2 %. В сравнении с спеканием такой же шихты без добавления активированного торфа это на $(192,2-173,2)=19,0$ % выше. Однако производительности выросла лишь за счет улучшения качества агломерата, т.к. время спекания значительно увеличилось $Дф=(4,5-2,6)=1,9$ мин. Таким образом, добавление активированного торфа в состав шихты внесло дополнительное тепло для повышения качества агломерата, но интенсивность горения топлива нужно увеличивать для получения еще большей производительности без ухудшения качества агломерата.

Таким образом, использование легкозажигаемого топлива одновременно с предварительным подогревом аглошихты и обогащением кислородом всасываемого воздуха еще более интенсифицирует процесс горения основного топлива в слое, повышает скорость спекания и степень использования кислорода. В результате производительность аглопроцесса возрастает еще больше без ухудшения качества агломерата. Новое содержание топлива в шихте агломерации определяют путем расчета теплового баланса процесса спекания. При применении активированного торфа его добавляют в состав шихты в дозирочном отделении или на рудном дворе.

Выводы. Максимальную производительность аглопроцесса с хорошим качеством агломерата со снижением расхода основного топлива шихты достигают за счет совместного использования предварительного подогрева шихты более 100°С, всасывания в слой обогащенного кислородом воздуха, добавления в шихту топлива с низкой температурой зажигания и связующего вещества.

Список литературы

1. **Киселев И.Ю.** Способ производства агломерата. И.Ю. Киселев, Е.В. Захарова, С.И. Девочкина. – Пат. 2026377 РФ, МПК С22В1/24, № 4888841/02 Заявл. 10.12.1990; Оpubл. 01.09.1995. Гарсиа ПенаттиДалто, ГуэдесСоаресАлваро. Каталитическое целлюлозное топливо. – Пат. 6758 BR, МПК С10L5/44, № 200301226 Заявл. 23.06.2000, Оpubл. 28.04.2006.
2. **Сысоев Н.П.** Технологические параметры аглопроцесса при использовании мелочи нефтяного кокса. //Н.П. Сысоев, В.Л. Терентьев, М.Ф. Гибадулин и др. Сталь, 2005, №5. –С. 8-9.
3. The influence of potassium on the Boudouard reaction in manganese production. KaczorowskiJakub, Lindstat Tor, Syversten Martin. ISIJ Int. 2007.47, №11. –Р. 1599-1604.
4. Пат. 92284 Укр, МПК (2009) С22В 1/16, С22В 1/14 Спосіб спікання аглошихти. Кривенко С.В., Томаш О.А., Руських В.П. № а 20091085 Заявл. 22.10.2009; Оpubл. Б.№1911.10.2010.