

Власенко Д. А.
к.т.н., доц. каф. МЧМ,
Диментьев А. О.
к.т.н., доц. каф. МЧМ,
Савенчук В. С.
магистрант каф. МЧМ
 ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ФРАКЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Технология подготовки шихты на современных агломерационных фабриках включает в себя множество этапов: фракционную подготовку компонентов шихтовых материалов, усреднение шихты по физико-механическим свойствам и химическому составу, смешивание и окускование с добавлением воды. Обязательным критерием эффективной работы агломерационных машин и получения агломерата высокого качества является подача на спекание шихты, максимально однородной по гранулометрическому и химическому составу. Гранулометрический состав шихтовых материалов (в данном случае — твердого топлива) оказывает существенное влияние на удельный расход кокса, производительность процесса агломерации, качество готового агломерата и вредные выбросы в атмосферу [1–3].

Качество твердого топлива — его химический состав и фракция (гранулометрический состав), оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели агломерационного процесса, а также вредные выбросы в атмосферу. Если на показатели химического состава агломерационного топлива (содержание золы, серы, летучих веществ, влаги) в агломерационном процессе оказывать влияние в достаточной степени сложно, то возможность улучшения его гранулометрического состава (его стабилизации) непосредственно обеспечиваются за счет процессов измельчения, реализуемых на участке подготовки шихты.

Эффективность использования в агломерационном процессе коксовых отходов, антрацита, других углей различного фракционного состава детально исследована многими специалистами. При этом в большинстве исследовательских работ установлено, что наибольшая теплота сгорания углерода топлива в слое достигается в случаях использования фракции 0,5...3 мм, что наглядно продемонстрировано на рисунке [1].

В то же время резко выраженным оказалось влияние на процесс спекания агломерационного сырья класса топлива крупности 0...0,5 мм (табл. 1).



Рисунок — Эффективность использования различных фракций топлива в агломерации

Таблица 1 — Показатели процесса агломерации с использованием твердого топлива, полученного из газовых углей, при различном содержании в нем фракции 0...0,5 мм

Показатели	Содержание в твердом топливе фракции 0...0,5 мм				
	100	60	40	20	0
Средний диаметр частиц, мм	0,25	0,36	0,48	0,7	1,26
Вертикальная скорость спекания, мм/мин	20	22	24	26,2	28
Удельная производительность по агломерату, т/(м ² ·ч)	0,9	1,25	1,47	1,67	1,83
Выход годного, %	60	66	70	73	77
Содержание FeO в агломерате, %	14,1	16,6	18,7	22,0	25,7
Выход агломерата фракции — 5 мм из аглоспека, %	18	15,4	13,1	12,9	12,8
Максимальная температура в слое, °С	1080	1180	1230	1300	1320

По данным таблицы 1 видно, что сжигание топлива, не содержащего фракции 0...0,5 мм, обеспечивает более высокую (на 100...140 °С) температуру в слое, позволяет увеличить на 10...17 % выход годного продукта, а также повысить удельную производительность на 20...30 % и более, в том числе за счет увеличения скорости спекания, обусловленного удалением мелочи из топлива аглошихты [1]. К подобным выводам приводят показатели применения топлива крупностью 0...3 и 0,5...3 мм (табл. 2). При этом замечено, что использование мелкой фракции топлива оказывает существенное влияние на отношение CO/CO₂ в продуктах горения в агломерационном слое.

Таблица 2 — Влияние фракции твердого топлива на показатели агломерационного процесса

Показатели	Фракция твердого топлива (кокса), мм			
	0...3		0,5...3	
Содержание углерода в шихте, %	3,95	3,95	3,75	3,35
Содержание FeO в агломерате, %	19	20	17,5	17,2
Удельная производительность, т/(м ² ·ч)	1,60	1,52	1,71	1,8
Содержание O ₂ в агломерационном газе, %	3,11	2,87	4,34	5,03
Отношение CO/CO ₂ :				
– в агломерационном газе	0,13	0,12	0,12	0,12
– в продуктах горения в слое	1	0,95	0,89	0,82

Так, в работе [2] определено, что уменьшение среднего размера кусков топлива в шихте с 1,6 мм до 1,2 мм позволяет увеличить удельную площадь поверхности частиц и тем самым повысить скорость их сгорания в слое агломерационной шихты, что даст возможность повысить вертикальную скорость спекания агломерата.

Из анализа полученных закономерностей в работах [3, 4] установлено, что при снижении содержания фракции твердого топлива менее 0,5 мм в коксовой мелочи верхнего слоя шихты с 45 % до 0 с соответствующим увеличением крупных частиц размером более 3 мм наблюдается снижение удельной производительности агломерационной машины с 1,028 до 0,895 т/(м²·ч) из-за падения вертикальной скорости спекания. Выход годного агломерата, напротив, возрастает с 63,6 % до 73,5 % за счет увеличения доли фракции более 25 мм в агломерате с 8,6 % до 22,2 % соответственно. При этом прочностные характеристики агломерата по мере снижения содержания фракции менее 0,5 мм в твердом топливе верхнего слоя шихты улучшаются: прочность на удар увеличивается с 61,8 % до 67,2 %, на истирание — уменьшается с 4,7 % до 4,3 %. В то же время наблюдается снижение содержания в агломерате частиц размерами менее 0,5 мм при его выгрузке на бункерной эстакаде доменного цеха.

При этом в работах [3, 4] описывается, что уменьшение содержания фракции 0,5 мм в железорудной шихте на 1 % приводит к уменьшению расхода кокса в доменном процессе на 0,5 % за счет повышения прочностных характеристик готового агломерата и росту производительности самих доменных печей.

Таким образом, по мнению авторов, использование фракции твердого топлива, включающей содержание мелкодисперсных частиц (менее 0,5 мм), положительно сказывается на основных показателях процесса агломерации железосодержащих материалов и физико-химических свойствах готового агломерата, при этом уменьшение содержания фракции 0...5 мм в железорудной шихте может позволить снизить расход кокса в доменном процессе и повысить производительность доменных печей.

Список литературы

1. Совершенствование технологии и оборудования агломерационного производства / И. М. Мищенко [и др.] // *Металлургические процессы и оборудование*. — Донецк : Изд-во ассоциация механиков «Ассом». Технопарк ДонНТУ, 2011. — С. 35–44.
2. Ni, Wenjie. Effects of Fuel Type and Operation Parameters on Combustion and NO_x Emission of the Iron Ore Sintering Process / Wenjie Ni, Hai-feng Li, Yingyi Zhang, Zongshu Zou // *Energies*. — 2019. — № 12. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/330281913_Efects_of_Fuel_Type_and_Operation_Parameters_on_Combustion_and_NO_x_Emission_of_the_Iron_Ore_Sintering_Process (дата обращения: 18.02.2020).
3. Одинцов, А. А. Повышение качества железорудного агломерата на основе разработки ресурсосберегающей технологии подготовки твердого топлива : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.16.02 / Одинцов Антон Александрович. — Новокузнецк : ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», 2015. — 23 с.
4. Рябчиков, М. Ю. Модель разрушения металлургического агломерата / М. Ю. Рябчиков // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. — Магнитогорск : Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2016. — С. 159–166.