

Рудоугольные брикеты в доменном процессе

*Айтбер Бижанов, к.т.н.
Представитель в России и СНГ*

The Global Leader in Stiff Extrusion



ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Наименование компонентов	Fe _{общ.}	FeO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O+ Na ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	SiO ₂	ZnO	S	C
Доменный шлак	35,8	11,1	44,6	0,17	0,8	6,4	1,2	0,05	7,8	0,6	0,4	27,3
Колошниковая пыль	48,1	9,0	58,7	0,4	0,8	4,45	1,04	0,05	5,9	1-2	0,1	17,0
Конвертерный шлак	56,3	52,0	22,7	-	0,3	12,0	1,3	0,05	2,0	1,5- 2,5	0,1	2,3
Отсев окатышей	65			0,034	0,95	1,3	0,75	0,10	2,50		0,015	-
Железорудный концентрат	66,3	27,9	63,7	0,108	0,18	0,26	0,48	-	7,22	0,003	0,02	-
Окалина	73,5	65,1	32,7	1,07	0,1	0,36	0,02	-	0,6	-	2	0,5
Коксовая мелочь	1,7	-	-	2,24	3,2	1,0	0,5	-	7,5	-	0,5	85,6



Сравнение горячей прочности агломерата и брикета экструзии (брэкса)

Компоненты брэксов	Массовая доля компонентов, %	
	брэкс №2	брэкс №4
Портландцемент ПЦ 500	9,1	9,0
Коксовая мелочь	-	13,5
Бентонит	-	0,9
Шлам доменный	54,5	-
Шлам конвертерный	36,4	-
Железорудный концентрат	-	76,6

Испытуемый материал	Показатель RDI (+6,3), %
Брэкс №4* (основность 0,75)	96,5
Брэкс №2* (основность 1,93)	61,9
Агломерат (основность 1,2)	64
Агломерат (основность 1,4)	60
Агломерат (основность 1,6)	77

Опыт освоения технологии проплавки рудоугольных брэксов
при увеличении их доли в шихте до 100 %

Показатели работы доменной печи	100 % руды	80 % брэксов	100 % брэксов
Расход, кг/т:			
железной руды	1500	372	-
брэксов	-	1425	1960
известняка	150	-	-
доломита	144	-	29
скрапа	132	-	-
кварцита	-	-	13
брэксов из Mn руды	-	19	75
кокса*	680	530	490
Fe _{общ.} в офл. шихте, %	57,6	50,4	45,5
Производительность, т/м ³ в сут.	1,9	1,62	2,0
Температура дутья, °С	925	900	1000
Давление дутья, кг/см ²	0,5	0,34–0,38	0,38–0,42
[Si], %	1,0–1,8	1,0–1,5	0,8–1,1
[Mn], %	0,2	0,4–0,5	0,7–0,8
[C], %	3,8–4,0	3,75–3,90	3,80–3,95
[S], %	0,050–0,060	0,038–0,050	0,038–0,042
Темп-ра чугуна, °С	1380–1440	1400–1450	1410–1450
(CaO), %	34,86	33,12	38,0–39,0
(SiO ₂), %	31,98	30,23	30,0–32,0
(Al ₂ O ₃), %	23,87	17,98	16,0–18,8
(MgO), %	9,46	9,48	8,0–9,5
(FeO), %	1,01	1,26	0,6–1,15
(MnO), %	0,35	0,75	1,3-1

*

Крупность 15–25 мм

Частичная замена агломерата рудугольными брикетами в доменной шихте

- Эффективность использования брикетов в шихте больших доменных печей оценивалась методом математического моделирования доменной плавки с использованием программы DOMNA.
- Моделировалась доменная плавка в печи объемом 4297 м³, работающей в условиях НЛМК.
- Моделирование доменной плавки проводилось для смеси, состоящей из 3 компонентов - агломерата, окатышей и брикета.
- Доля окатышей в доменной шихте определяется производительностью фабрики окомкования (Стойленский ГОК, 6 млн т окатышей в год).
- Основность брикета из железорудного концентрата и слабоспекающегося угля определяется исходя из содержания цемента (6%) и бентонита (1%) в составе брикета, взятого по результатам предварительного анализа. испытаний, а также с учетом содержания угля в шихте. При указанном содержании цемента и бентонита основность брикета 0,50 - 0,55.



Частичная замена агломерата рудоугольными брикеттами в доменной шихте. Численная модель

Показатели работы печи	База	Вариант 1	Вариант 2•
Расход агломерата В2 = 1,7 , кг/т	1109	-	-
Расход агломерата В2 = 3,0 , кг/т	-	557	575
Расход окатышей СГОК, кг/т	546	557	541
Расход брэксов, кг/т	-	557	575
Расход руда СГОК, кг/т	-	17	-
Содержание Fe в шихте, %	58,2	57,45	57,15
Расход кокса, кг/т	391	354	284
Расход природного газа, нм3/т	125	125	35
Расход ПУТ, кг/т	-	-	160
Расход дутья, м ³ /мин	7483	7568	7340
Температура дутья, °С	1240	1240	1240 •
Содержание O ₂ в дутье, %	30,5	30,5	30,5
Влажность дутья, г/м ³	10	10	20
Выход колошникового. газа, м ³ /т	1545	1540	1470
Давление колошникового. газа, кПа	240	240	240 •
Содержание СО, %	24,4	24,9	26,2
Содержание СО ₂ , %	23,2	22,6	23,9
Содержание Н ₂ , %	9,7	9,9	8,2
Выход шлака, кг/т	318	314	323
Основность шлака, В2	1,01	1,01	1,02
Производительность, т/сутки	12465	12624	12708
Производительность, т/м ² ·сутки	92,48	93,66	94,3
Эффективность восстановления, %	94,2	94,2	94,2

Моделирование проводилось для [Si] = 0,4%; [C] = 4,8%; Т чугуна = 1500 °С;

Результаты показали, что за счет углерода, содержащегося в брикете, расход кокса для производства чугуна снижается по сравнению с базовым вариантом на 10%.

При вдувании ПУТ с расходом 160 кг /т чугуна расход кокса составляет 284 кг / т чугуна.

При вдувании природного газа с расходом 125 м3/т чугуна достигается расход кокса 354 кг/т чугуна.



Частичная замена агломерата рудоугольными брикетами в доменной шихте. Математическая модель (Китай)

Результаты численного моделирования работы доменной печи производительностью 6250 тонн в сутки с 10% рудоугольных брикетов в рудной части шихты (1680 кг га тонну чугуна) показали, что:

- Восстановление брикетов происходит в диапазоне температур 400-850 ° С. Заметим, что в этом случае практически полностью сохранилась бы связующая функция цемента.
- Углерод брикетов взаимодействует с оксидами железа при температуре 650 ° С.
- Газификация углерода на 85% завершается выше зоны когезии.
- Температура колошникового газа снижается на 8 ° С в сравнении с базовым режимом.
- Использование 10% брикетов в рудной части доменной шихты позволяет сэкономить 101 кг агломерата и 52,2 кг кокса на тонну чугуна.



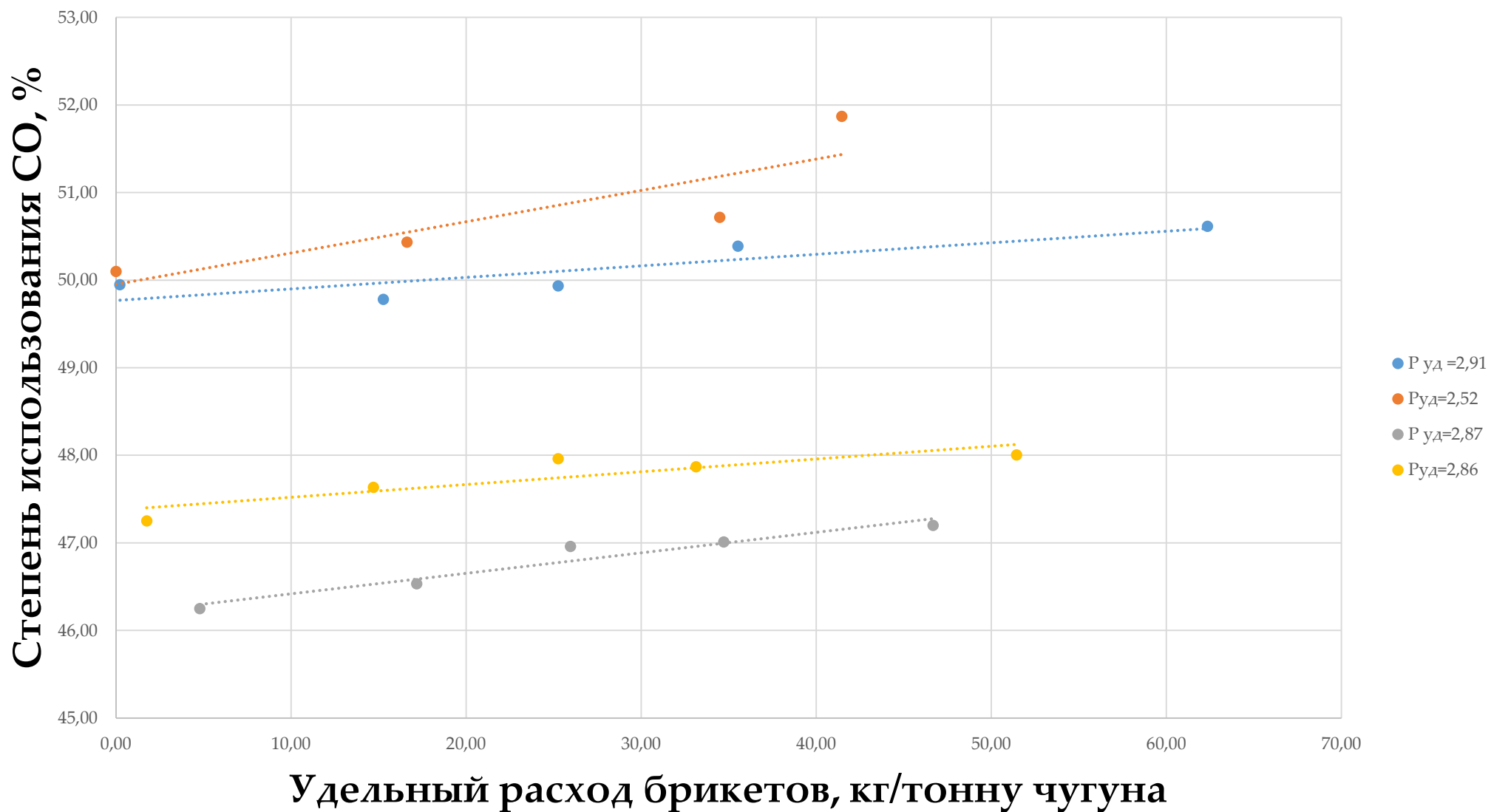
Частичная замена агломерата рудоугольными брикетами в доменной шихте. Математическая модель (Китай)

Результаты численного моделирования работы доменной печи производительностью 6250 тонн в сутки с 10% рудоугольных брикетов в рудной части шихты (1680 кг га тонну чугуна) показали, что:

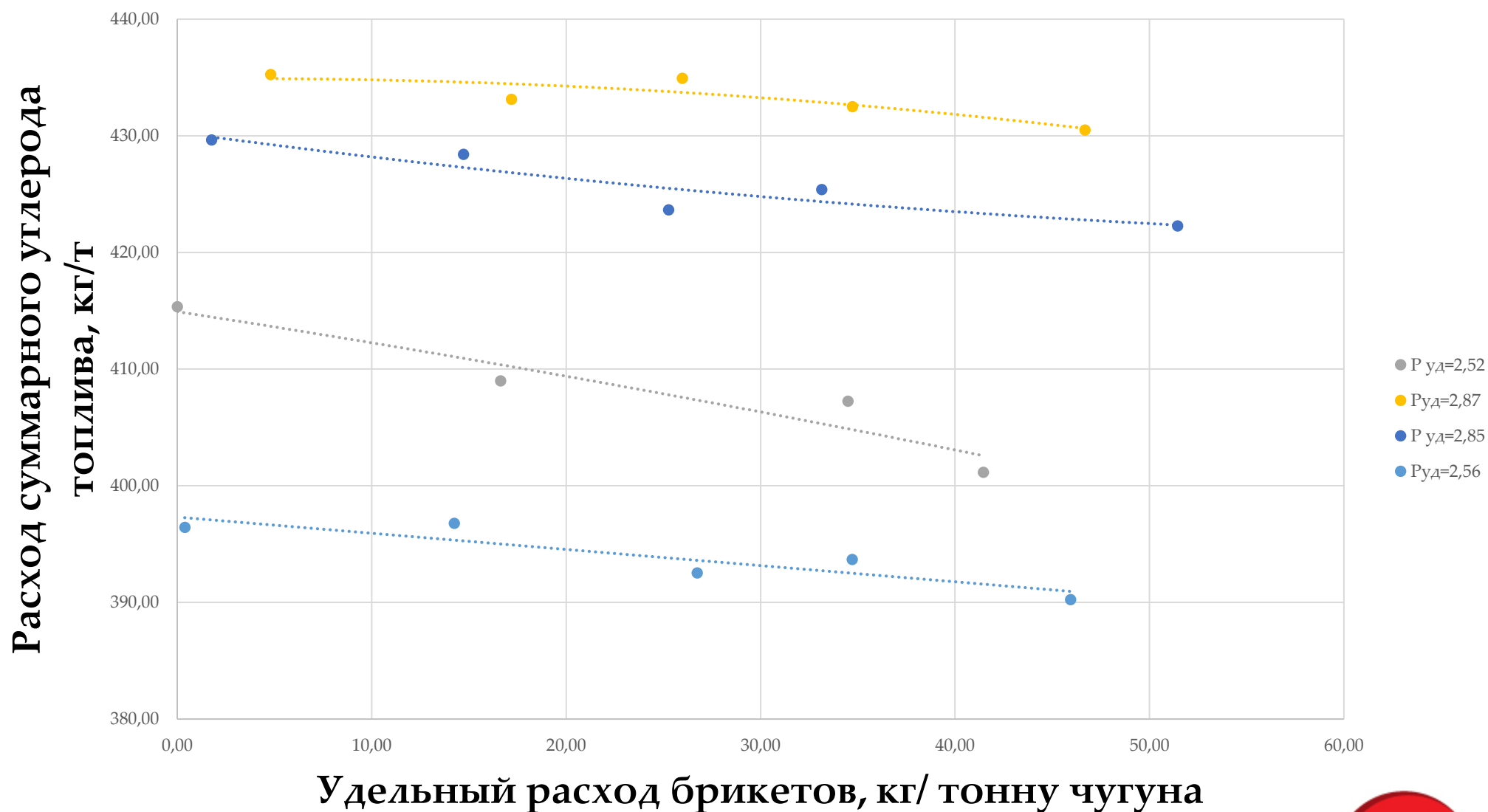
- Восстановление брикетов происходит в диапазоне температур 400-850 ° С. Заметим, что в этом случае практически полностью сохранилась бы связующая функция цемента.
- Углерод брикетов взаимодействует с оксидами железа при температуре 650 ° С.
- Газификация углерода на 85% завершается выше зоны когезии.
- Температура колошникового газа снижается на 8 ° С в сравнении с базовым режимом.
- Использование 10% брикетов в рудной части доменной шихты позволяет сэкономить 101 кг агломерата и 52,2 кг кокса на тонну чугуна.



Частичная замена агломерата рудоугольными брикетами в доменной шихте. Практические результаты



Частичная замена агломерата рудоугольными брикетами в доменной шихте. Практические результаты



Частичная замена агломерата рудугольными брикетами в доменной шихте. Практические результаты

Таким образом использование рудугольных брикетов в доменной шихте, сопровождающееся развитием реакций твердофазного восстановления, приводит к снижению суммарного расхода углерода и к снижению эмиссии диоксида углерода при производстве чугуна. Данный вывод дополняет эффект снижения выбросов вследствие реализации, предложенной ранее концепции частичной замены агломерата такими брикетами

