

УДК 669.168

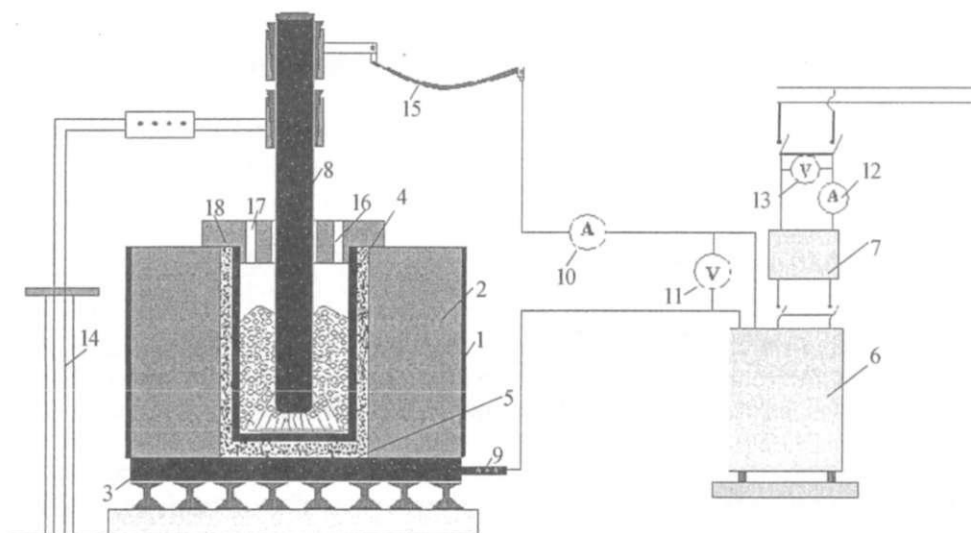
ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕКОНДИЦИОННЫХ БОКСИТОВ

Б.А. Капсалямов, В.М.Шевко, С.К.Картбаев, А.С.Колесников
ЮКГУ им. М.О.Ауезова. г.Шымкент,
МКТУ им. Х.А.Ясави, г.Туркестан

Для улучшения степени использования бокситовых руд необходима разработка технологии вовлечения в сферу производства бокситов с кремниевым модулем $Al_2O_3/SiO_2 < 2,6$. Работа в этом направлении начата в последние 20-25 лет [1,2], несмотря на ряд способов по получению ферросиликоалюминия из нестандартного сырья, при разработке бокситовых руд образуется большое количество некондиционного боксита, исчисляемого миллионами тонн и не используемого в промышленности.

В настоящей работе приводятся результаты лабораторных опытов по получению ферросиликоалюминия из некондиционных бокситов Тургайского месторождения с кремниевым модулем 1,27-1,38.

Опыты проводили в однофазной электропечи (рисунок 1), в которую был вставлен графитовый тигель диаметром 150 мм. Масса перерабатываемой шихты на основе прокаленного боксита составляла 5-6 кг. После электроплавки в течение 1 часа (после загрузки последних порций шихты) тигель охлаждался в течение 15-18 часов, затем извлекался из печи и разбирался. Продукты электроплавки взвешивались и анализировались. Суммарное содержание Si+Al в получаемом ферросилиции определялось по его плотности в соответствии с методикой [3].



1 – кожух печи, 2 – хромомagneзитовая футеровка, 3 – углеграфитовая подина, 4 – графитовый тигель, 5 – углеграфитовая «подушка», 6 – трансформатор ОСУ-80, 7 – тиристорный регулятор, 8 – графитовый электрод, 9 – нижний токоподвод, 10 – 13 – контролируемые амперметры и вольтметры, 14 – механизм перемещения электрода, 15 – гибкая часть короткой сети, 16 – отверстие для вывода газов, 17 – отверстие для загрузки шихты, 18 – крышка печи

Рисунок 1- Схема лабораторной установки для электроплавки

Характеристика исходных реагентов приведена в таблице 1.

Таблица 1- Химический состав исходных материалов

Материалы	Содержание, %							
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	H ₂ O	C	Fe ₂ O ₃	Прочие
Прокаленный боксит	43,34	33,0	1,35	0,7	-	-	20,63	0,98
Металлургический кокс	1,8	4,9	1,5	0,4	1,9	86,6	2,2	0,7
Железо стружковое							Fe =99,7	0,3

Таблица 2 - Исходные данные для планирования экспериментов

Переменные	Кодированный вид		Натуральный вид	
	X ₁	X ₂	Z ₁	Z ₂
Нижний уровень	-1	-1	14	1,3
Верхний уровень	+1	+1	22	7,7
Нулевой уровень	0	0	18	4,5
Интервал варьирования	Δ	Δ	4	3,2
Плечо + α	+1,44	+1,44	23,6	9
Плечо - α	-1,44	-1,44	12,3	0,0

Исследования проводили методом планирования эксперимента [4]. В качестве независимых факторов были количество кокса, % от массы руды (x_1 -кодированный вид, z_1 -натуральный вид) и количество железа, % от массы руды (x_2 -кодированный вид, z_2 -натуральный вид). Параметром оптимизации являлось содержание Si + Al в ферросплаве.

На основе предварительных исследований выбраны следующие диапазоны изменения факторов (таблица 2).

План и результаты проведенных экспериментов в натуральном масштабе переменных приведены в таблице 3.

Таблица 3 - План и результаты экспериментов

№ опыта	Кокс, %	Железная стружка, %	$y_{экс}$, %	$y_{рас}$, %	Δy_c , %
1	14	1,3	46,6	46,8	-0,36
2	22	1,3	54,8	55,1	-0,48
3	14	7,7	63,2	59,6	5,67
4	22	7,7	61,7	58,2	5,66
5	23,66	4,5	55,4	57,0	-2,88
6	12,34	4,5	50,4	52,1	-3,43
7	18	9,03	56,6	60,9	-7,63
8	18	0,0	50,6	49,6	1,96
9	18	4,5	61,5	59,7	2,93
10	18	4,5	58,8	59,7	-1,53
11	18	4,5	61,4	59,7	2,77
12	18	4,5	58,6	59,7	-1,88
13	18	4,5	58,2	59,7	-2,58

Δy_c - относительная ошибка

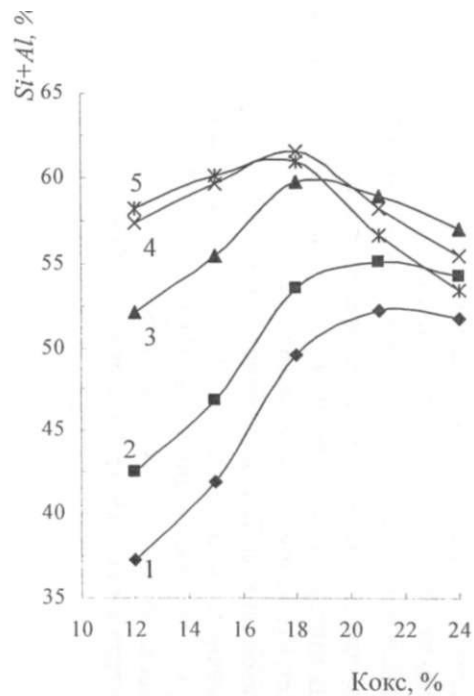
После проведения по матрице планирования 13 экспериментов были получены следующие адекватные уравнения регрессии в кодированном и натуральном видах:

$$Y = 59,7 + 1,72 * x_1 + 3,99 * x_2 - 2,56 * x_1^2 - 2,21 * x_2^2 - 2,425 * x_1 * x_2 \quad (1)$$

$$Y = -25,18 + 7,0407 * z_1 + 6,5923 * z_2 - 0,16 * z_1^2 - 0,2158 * z_2^2 - 0,189 * z_1 * z_2 \quad (2)$$

На рисунке 2 приведена информация о влиянии количества кокса и железа в составе шихты на суммарное содержание элементов кремния и алюминия в образовавшемся ферросплаве. Как видно из рисунка, увеличение количества восстановителя ведет к увеличению содержания кремния и алюминия в сплаве. Однако, с увеличением железа в шихте $\geq 4,5\%$ при содержании кокса в шихте $> 18\%$ наблюдается уменьшение содержания кремния и алюминия в ферросплаве. На рисунке 3 приведена информация о влиянии кокса и железа в шихте на поверхность отклика, из которого следует, что форма поверхности имеет куполообразный вид.

Для определения границ составов шихты на содержание кремния и алюминия в ферросплаве были выполнены сечения поверхности с шагом в 5 %. Полученные результаты приведены на рисунке 4, из которых следует, что ферросилиций марки ФС45, легированный алюминием, можно получить в области составов, обозначенных плоскостью АБСД, т.е. в области содержания кокса от 13,2 до 16,3% и Fe-стружки от 0,9 до 3,1% от массы боксита.



Содержание железа (% от массы руды):
 1- 0%; 2- 1,3%; 3- 4,5%; 4- 7,7%; 5- 9%

Рисунок 2 - Влияние количества кокса и железа на суммарное содержание Si и Al в ферросплаве

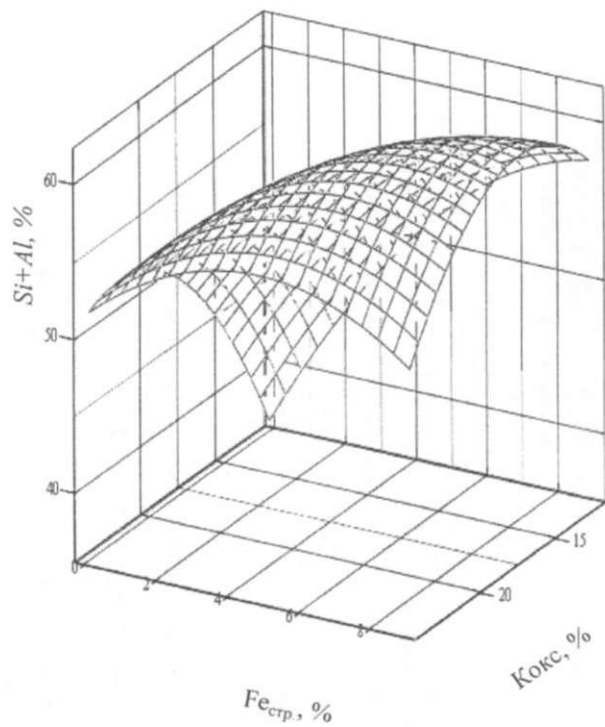
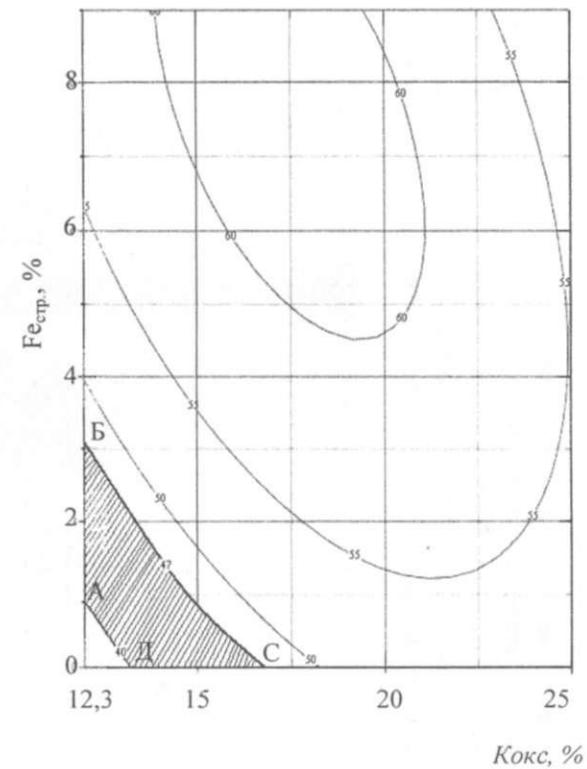


Рисунок 3 - Влияние содержания кокса и железа в руде на концентрацию Si и Al в ферросплаве



Цифры на линиях- суммарное содержание Si и Al (%) в ферросплаве

Рисунок 4 - Влияние количества кокса и железа на форму изолиний суммарного содержания Si и Al в ферросплаве

Однако из бокситов возможно получение ферросиликоалюминия с суммарным содержанием Si и Al в ферросплаве до 61%.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- из некондиционного боксита возможно получение ферросплава с содержанием Si+Al от 40 до 61%;
- ферросилиций марки ФС45 можно получить в области содержания кокса от 13,2 до 16,3% и Fe-стружки от 0,9 % до 3,1% от массы боксита.

Литература

- 1 Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. -Алма-Ата: Наука, 1988.- С.136-167.
- 2 Байсанов С., Толымбеков М., Жарменов А., Амургалинов Б. Разработка и освоение технологии получения ферросиликоалюминия //Физико-химические и технологические вопросы металлургического производства Казахстана. Сб. трудов химико-металлургического института им. Ж.Абишева.- Кн.1.- Алматы:Искандер, 2002.- С.41-52.
- 3 Дымов А.М. Технический анализ руд и металлов. -М: Металлургия, 1949.-483с.
- 4 Ахназарова С.А., Кафаров Б.В. Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности.- М.: Высшая школа, 1978.- 319с.

Қорытынды

Мақалада сапасы төмен Торғай бокситтерінен ферросиликоаллюминийді шығару туралы лабораториялық эксперименттерінің нәтижелері көрсетілген.

Summary

In the present work, the results of laboratory experiences on reception ferrosilicoaluminium from sub-standard bauxite Turgay of a deposit are resulted.