

© Б.Н. Нурмаганбетова, 2012 г.
ЕИТИ им. академика К. Сатпаева,
г. Экибастуз,
Республика Казахстан

© В.А. Павлов, А.В. Жданов, И.Н. Кель, Д.А. Лобанов,
Е.Ю. Казанцев, Д.А. Панков, 2012 г.
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург,
Россия
avzhd@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАЗМЯГЧЕНИЯ ХРОМИТОВОЙ РУДЫ ДОНСКОГО ГОКА*

Производство высокоуглеродистого феррохрома из хромитовых руд в мире осуществляется в рудовосстановительных электропечах переменного тока, где необходимым условием является применение рудного сырья определенного фракционного состава. Общемировой проблемой является сокращение запасов богатых кусковых хромитовых руд, что стимулирует предприятия искать пути применения мелких фракций богатых руд либо все более широко вовлекать в технологический процесс производства ферросплавов бедные хромитовые руды, что приводит к получению в печах высокоуглеродистого феррохрома с пониженным (менее 60 %) содержанием хрома (т. е. charge chrome). Такие ферросплавы в силу ряда причин менее востребованы сталеплавильщиками на постсоветском пространстве, а, кроме того, при транспортировке до потребителя издержки на единицу хрома в сплаве возрастают, и в зависимости от условий поставки снижают привлекательность сплава для потребителя либо производителя.

Поэтому поиск путей производства стандартного сплава из мелочи богатых руд представляет интерес, а одним из возможных способов решения проблемы является окускование: окомкование, брикетирование либо агломерация. Последний способ представляется наиболее привлекательным, но основным препятствием являются высокие температуры процесса, связанные с высокими температурами плавления хромитовых руд. При этом для организации процесса спекания необходимо

* Работа выполнена в рамках стажировки по программе «Болашак» и договора № 2.1.1./5 от 01.07.2012 г. в рамках выполнения п. 2.1.2.1. плана реализации мероприятий Программы развития УрФУ на 2010–2020 гг.

иметь представление о природе сырья, оценку которого обычно производят по ряду его свойств.

Одним из важнейших физико-химических характеристик хроморудного сырья являются температуры начала, конца и температурный интервал размягчения (соответственно $t_{н.р.}$, $t_{к.р.}$, Δt), позволяющие прогнозировать поведение руд в процессах нагрева и плавления и определяющие максимальную температуру в шахтных печах.

Характеристика размягчения руд и агломератов зависят, главным образом, от их минералогического состава и площади контакта частиц, представляющих разные минералы. Поэтому отличие во фракционном составе должно оказывать существенное влияние на процесс размягчения при нагревании, когда непрерывно образуются новые минеральные соединения и эвтектики, нарушаются внутренние силы сцепления, и руда переходит в жидкое состояние.

Нами были экспериментально определены температуры начала, конца и температурный интервал размягчения хромитовой руды Донского ГОКа (Казахстан) фракции $-5 +3$ мм и -3 мм. Фракция руды отбиралась от одной пробы, подвергавшейся дроблению и рассеву с последующим химическим анализом материала.

Химический состав руды по фракциям приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав хромитовой руды Донского ГОКа

№	Материал	Cr ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	FeO	S	P
1	Хромитовая руда фракции $-5 +3$ мм	47,7	9,7	5,0	22,2	0,5	11,5	0,022	0,010
2	Хромитовая руда фракции -3 мм	48,2	8,58	7,08	20,6	1,04	11,9	0,023	0,015

Методика определения температур размягчения хромитовых руд соответствовала ГОСТ 26517-85.

Результаты определения температур размягчения хромитовой руды фракции $-5 +3$ мм и -3 мм приведены на рисунке и в табл. 2.

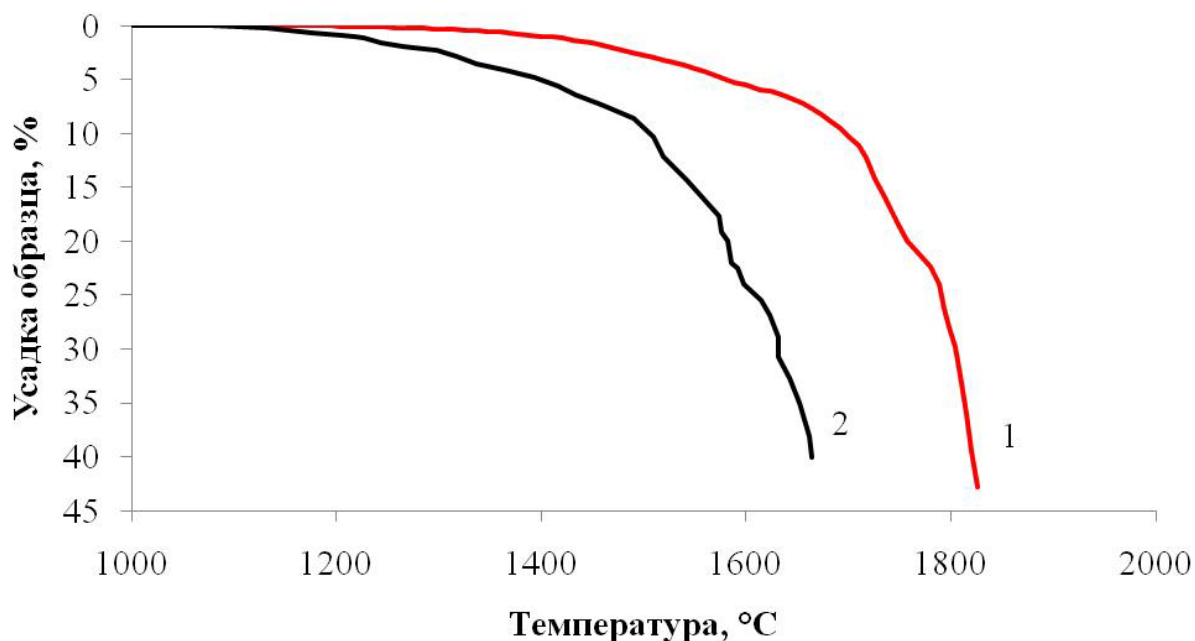


Рис. 1. Зависимость усадки образцов хромитовой руды от температуры (номера соответствуют образцам материалов в табл. 1)

Таблица 2

Температуры начала, конца и размягчения хромовых руд

№ образца**	Температура, °C		
	$t_{н.р.}$	$t_{к.р.}$	Δt
1	1410	1820	410
2	1221	1664	443

Примечание. ** Соответствует номеру образца в табл. 1.

Как следует из рисунка, отличие в температуре начала размягчения (1 % усадки) образца № 1 ($t_{н.р.} = 1410\text{ }^{\circ}\text{C}$) и образца № 2 ($t_{н.р.} = 1221\text{ }^{\circ}\text{C}$), связанное с крупностью материала, составляет $189\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура конца размягчения материала № 1 выше материала № 2 на $156\text{ }^{\circ}\text{C}$, а интервал размягчения, соответственно, составляет $410\text{ }^{\circ}\text{C}$ для образца № 1 и $443\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для образца № 2.

Таким образом, показано, что одним из способов существенного снижения температуры спекания является измельчение материала, способствующее увеличению контактов частиц, представляющих разные составы минералов [1]. Вмещающие породы Кемпирсайского месторождения представлены преимущественно водными силикатами группы серпентин-хлорита, в небольшом количестве карбонаты, хлориды, сульфиды [2], способные формировать легкоплавкие соединения, например, фаялит $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t_{пл} = 1208\text{ }^{\circ}\text{C}$), минералы группы оливина-энстатита

$\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t_{\text{пл}} = 1355\text{--}1557\text{ }^\circ\text{C}$), а также кордиерит $2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ($t_{\text{пл}} = 1380\text{ }^\circ\text{C}$), и стекло.

Температурный диапазон размягчения кусковой руды значительно шире, чем мелочи, что, вероятно, связано с неравномерным распределением в объеме исследуемого материала минералов пустой породы, а также сложностью их взаимодействия между собой с образованием легкоплавких эвтектик в силу нахождения в структуре тугоплавких зерен хромшпинелида, имеющего высокую температуру плавления.

Список использованных источников

1. *Цылев Л.М.* Восстановление и шлакообразование в доменном процессе. М.: Наука, 1969. 158 с.
2. *Рощин А.В., Рощин В.Е., Рябухин А.Г., Гойхенберг Ю.Н.* Роль силикатной фазы вмещающей породы в процессе металлизации вкрапленных хромовых руд //Металлы. 2007. № 4. С. 3–10.