

ПОРИСТОСТЬ ХРОМОВЫХ РУД ПОСЛЕ НАГРЕВА В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

А.В. Сенин, Т.А. Муксинова, О.В. Кузнецова

В работе исследовано изменение открытой пористости кусковых образцов хромовых руд после нагрева в восстановительных условиях в интервале температур 500-1500 °С. Исследованы руды (табл. 1) с различным типом вмещающей породы. Хромовые руды массива Рай-Из (шифр образцов РИ-2) содержат серпентин; в хромовых рудах Уфалейского массива Волчьегогорского рудопроявления (шифр образцов ВЧ-3) вмещающей породой является хлорит.

Ранее было показано [1-3], что заметная пористость возникает в рудах после их нагрева до температур 700-1000 °С. Причиной увеличения пористости является термический распад компонентов вмещающей породы (серпентина и хлорита), сопровождающийся удалением конституционной воды в количестве 13,0-13,6 % от массы серпентина или хлорита, а также растрескивание образцов в результате термических напряжений.

Методика экспериментов состояла в следующем. Образцы для исследований вырезали из одного куска руды в виде кубиков со стороной примерно 20 мм. Каждый образец размещали в графитовом тигле и засыпали графитовой крошкой. Тигель с образцом помещали в изотермическую зону вертикальной печи с угольным нагре-

вателем (печь Таммана), нагрев проводили вместе с печью до заданной температуры, выдерживали образец не менее 1 часа, охлаждали вместе печью. Температуру контролировали с помощью термопар - хромель-алюмелевой (до 1200 °С) и вольфрам-рениевой (более 1200 °С). Термопару в корундовом чехле размещали внутри тигля возле поверхности образца.

Перед измерением пористости поверхность образцов зачищали. Открытую пористость $P_{откр}$, объем V и кажущуюся плотность $\rho_{каж}$ образцов определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 2409-95 (ИСО 5017-88) «Огнеупоры. Метод определения кажущейся плотности, открытой и общей пористости, водопоглощения». В качестве пропитывающей жидкости использовали этиловый спирт с удельной массой 0,803 г/см³. Результаты измерений приведены в табл. 2 и на рис. 1.

Видно, что пористость образцов РИ-2 заметно возрастает с 9 до 23 об.% в интервале температур 500 - 900 °С, что совпадает с температурным интервалом дегидратации брусита и серпентина. При более высоких температурах среднее значение пористости не меняется и составляет примерно 20 об.%. Характерно, что по внешнему виду образцы с различными типами вмещающей породы

Таблица 1

Химический состав образцов хромовых руд

Шифр образца	Содержание компонентов, мас.%							Сумма
	Cr ₂ O ₃	FeO _{общ}	Al ₂ O ₃	MgO	SiO ₂	CaO	п.п.п.	
РИ-2	41,94	12,52	7,58	23,55	10,26	не обн.	3,44	99,62
ВЧ-3	26,90	13,77	10,41	23,44	17,48	0,1	7,00	99,10

Таблица 2

Результаты исследований

Температура T , °С	Масса прокаленного образца m , г	Объем образца V , см ³	Кажущаяся плотность $\rho_{каж}$, г/см ³	Открытая пористость $P_{откр}$, об.%
Образцы РИ-2				
495	18,92	5,73	3,30	9,31
590	20,782	6,42	3,24	12,8
775	20,534	6,50	3,16	19,3
905	18,053	6,20	2,91	23,2
980	16,716	5,63	2,97	22,7
1095	13,718	4,57	3,00	21,5
1240	20,379	6,44	3,17	19,1
1420	23,401	7,75	3,02	21,9
1520	22,102	6,90	3,21	20,0
Образцы ВЧ-3				
1340	20,743	7,20	2,88	18,4
1520	16,148	5,31	3,04	20,8

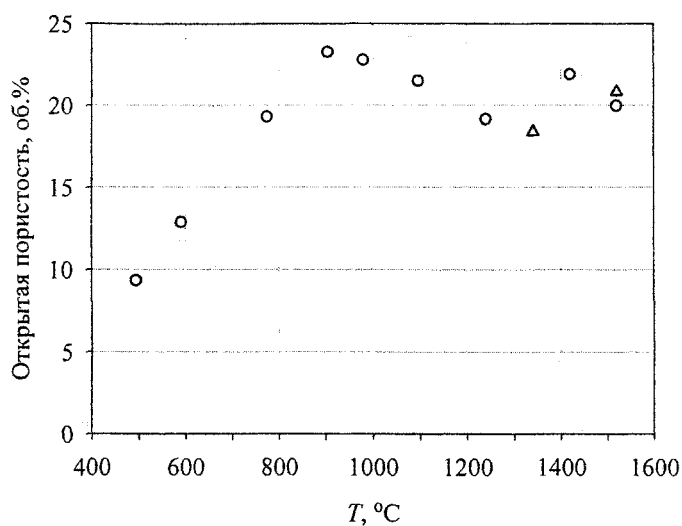


Рис. 1. Открытая пористость кусковых образцов хромовых руд в зависимости от температуры восстановительного нагрева: ○ – образцы руды РИ-2; △ – образцы руды ВЧ-3

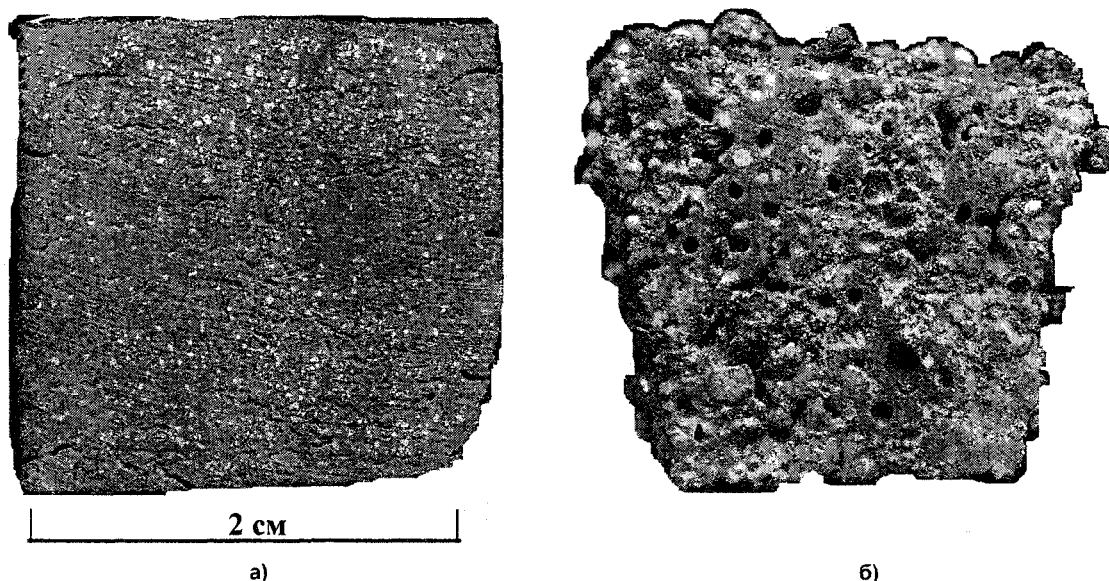


Рис. 2. Образцы руд после нагрева в восстановительных условиях при 1520 °С: а) образец РИ-2; б) образец ВЧ-3

резко отличаются друг от друга, особенно после нагрева до максимальных температур, рис. 2. Продукты термического распада серпентина не плавятся при 1520 °С, поэтому образцы с серпентином (РИ-2) сохраняют свою форму и объем, восстановленный металл выделяется в виде мелких корольков. Продукты термического распада хлорита расплавляются при 1410-1430 °С, в результате образцы с хлоритом (ВЧ-3) испытали некоторую усадку, сформировались крупные пустоты в образцах, в «жидкой» шлаковой фазе восстановленный металл скоагулировался до крупных капель. Однако значения открытой пористости для обоих типов образцов оказались примерно одинаковыми и значительными по величине — пятая часть объема образцов приходится на пустоты.

Таким образом, при нагреве в восстановительных условиях открытая пористость в хромо-

вых рудах сохраняется, даже при расплавлении нерудной составляющей.

Литература

1. Чернобровин, В.П. Термический распад серпентина и хлорита хромовых руд / В.П. Чернобровин, А. В. Сенин, И.Ю. Пашкеев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». - 2004. - Вып. 4. - № 8(37). - С. 46-48.
2. Исследование пористости хромовых руд / А.В.Сенин, В.П. Чернобровин, И.Ю. Пашкеев, О.В. Кузнецова // Вестник ЮУрГУ Серия «Металлургия». - 2005. - Вып. 5. - № 3(43). - С. 80-84.
3. Невраева, К.И. Изменение пористости хромовых руд месторождения «Центральное» массива Рай-Из / К.И. Невраева, И.Ю. Пашкеев, Г.Г. Михайлов // Вестник ЮУрГУ Серия «Металлургия». - 2006. - Вып. 7 - № 10(65). - С. 43-48.