

А.С.Попов ⁽¹⁾, аспирант
С.Н.Подгорный ⁽¹⁾, научн. сотрудник
Ю.А.Бубликов ⁽¹⁾, доцент, к.т.н.
А.И. Зубарев ⁽²⁾, аспирант

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ ХРОМОВЫХ РУД ПОБУЖЬЯ

⁽¹⁾ Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск,

⁽²⁾ Национальный горный университет, г. Днепропетровск

Подано результати лабораторних досліджень хімічного, мінералогічного та гранулометричного складу Побужького хромового концентрату Липовенківського родовища. Випробовано технологію збагачення концентрату методом магнітної сепарації із використанням постійних магнітів і показано її перспективність.

Представлены результаты лабораторных исследований химического, минералогического и гранулометрического состава Побужьского хромового концентрата Липовенковского месторождения. Опробована технология магнитного обогащения концентрата методом магнитной сепарации с применением постоянных магнитов и показана ее перспективность.

Введение. Среднее Побужье является единственным районом в Украине, где известны месторождения и рудопроявления хромитов [1].

Проявления рудоносности хромитов на Украине были выявлены еще в 50-х годах прошлого века. Ожидаемые ресурсы руды до глубины 600 м были оценены в 23 млн. тонн. Однако из-за относительно малой продуктивности рудных тел и большой потребности промышленности Украины в хромитах, при наличии богатых руд Казахстана и Западного Урала, геологоразведочные работы в те годы имели ограниченный характер, а обнаруженные проявления хромитов оценивали как малоперспективные. Предварительные исследования керновых проб показали, что по химическому и минералогическому составам, текстуре рудных тел хромиты Побужья не соответствовали действовавшим в те годы кондициям на хромовые руды и концентраты. Со временем из-за возросшей потребности в хромитах были пересмотрены нормативные документы как на собственно хромиты, так и на хромистые ферросплавы в направлении снижения содержания Cr_2O_3 в рудах, концентратах и хрома в хромистых ферросплавах.

Тем не менее, химический состав руд Побужья не позволяет применять их для производства стандартного феррохрома из-за низкого соотношения $Cr : Fe$, равного $\sim 1 : 1$, хотя данное сырье является ценным источником хрома, так как содержит его в среднем порядка 25 %.

Постановка задачи исследования. Задачей исследований является изучение характеристик Побужьского хромового концентрата как металлургического сырья, а также определение принципиальной возможности его обогащения методами магнитной сепарации.

Результаты исследований и их обсуждение. Для более детального изучения сырья использовали три представительные партии (примерно по 30 кг) Побужьского хромового концентрата Липовенковского месторождения, полученные после измельчения и промывки сырой руды (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав опытных партий Побужского хромового концентрата

Материал		Номер партии	Химический состав, % масс.						
			Cr	Fe	Ni	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
Побужский концентрат	Исходный	1	24,00	24,60	0,36	4,40	0,90	7,50	12,60
		2	22,30	29,60	0,38	3,50	3,60	4,60	11,00
		3	23,86	26,80	0,38	3,40	1,40	6,20	10,80
		Сред.	23,39	27,00	0,38	3,77	1,97	6,10	11,47
	Магнитная составляющая	1	21,35	33,20	0,47	2,50	1,96	5,00	10,30
		2	20,26	31,80	0,48	3,30	1,30	6,30	8,20
		3	20,87	33,50	0,48	2,50	2,30	4,40	9,40
		Сред.	20,83	32,83	0,48	2,77	1,85	5,23	9,30
	Немагнитная составляющая	1	26,52	19,60	0,24	5,50	1,70	8,40	9,50
		2	26,72	19,90	0,25	5,70	1,40	9,40	10,30
		3	26,86	20,80	0,17	5,60	0,84	9,40	12,30
		Сред.	26,70	20,10	0,22	5,60	1,31	9,07	10,70

Как видно из данных табл. 1, концентрат достаточно однороден по химическому составу. В частности, пределы колебания по содержанию хрома от среднего значения не превышают 4,62 % отн. (~1 % масс.).

Минералогическое исследование хромитового концентрата проводили под биноклем МБС-9 при увеличении $\times 24$. Результаты анализа приведены в табл. 2, из которой видно, что концентрат в состоянии поставки содержит порядка 50 % хромита. Судя по валовому химическому составу (табл. 1), хромиты представлены, главным образом, хромпикотитом $(Mg,Fe)O \cdot (Cr,Al)_2O_3$ и магнохромитом $(Mg,Fe)O \cdot Cr_2O_3$, что оценочно подтверждается минералогическими исследованиями. Основными железосодержащими минералами являются магнетит Fe_3O_4 (порядка 30 %) и гидрооксиды железа (15...20 %).

Известно, что магнетит обладает достаточно высокой электромагнитной восприимчивостью которая составляет $(1...5) \cdot 10^{-1} \text{ см}^3/\text{г}$ [2], в то время как для хромитов величина электромагнитной восприимчивости в 1000 раз меньше $(1...2,5) \cdot 10^{-4} \text{ см}^3/\text{г}$ [3]. Соответственно, если прораствание этих минералов друг в друга не очень велико, возможно их разделение методом магнитной сепарации даже с применением постоянных магнитов, создающих магнитное поле относительно невысокой напряженности $\leq 110...120 \text{ кА/м}$.

Таблица 2 - Минералогический состав Побужского хромового концентрата

Материал	Минерал	Содержание, %	Доля составляющей
Исходный концентрат	хромпикотит и магнохромит	45...55	100
	магнетит	25...35	
	гидрооксиды железа	15...20	

	кварц	5...10	
Магнитная составляющая	хромпикотит и магнохромит	25...30	56...58
	магнетит	50...60	
	гидрооксиды железа	15...17	
	кварц	0,5	
Немагнитная составляющая	хромпикотит и магнохромит	65...68	44...42
	магнетит	1...2	
	гидрооксиды железа	5...10	
	кварц	15...20	

Опыты по магнитному обогащению проводили на лабораторном сепараторе ПБСУ-25/30. Анализ минералогического состава продуктов обогащения показал, что в результате сепарации в магнитную составляющую практически полностью переводит магнетит, остаточное содержание которого в немагнитной фракции составляет 1...2 % масс. При этом снижается и доля гидрооксидов железа (на 7...10 % абс.), а доля хромитов возрастает до 65...68 %. Однако с минералами железа в магнитную составляющую захватывается и значительное количество хромита. Негативным моментом является также повышение доли кварца, но это полностью компенсируется увеличением концентрации хрома более чем на 3,0 % масс. по сравнению со средневзвешенным составом исходного концентрата и, что важно, увеличением отношения $Cr : Fe$ до 1,3 против 0,87 в исходном материале.

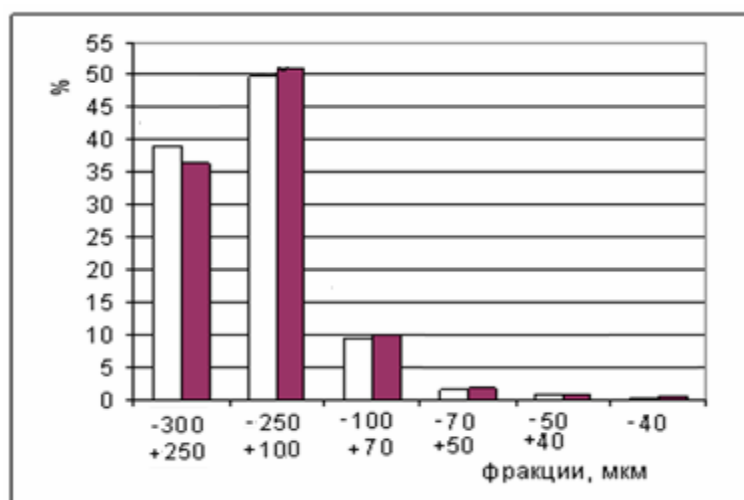


Рисунок 1 – Результаты исследований гранулометрического состава:

длительность грохочения 5 мин
 длительность грохочения 10 мин

Отметим, что в концентратах, обеспечивающих производство стандартного по хрому (≥ 60 % масс.) сплава, это соотношение должно быть $\geq 3,0$, то есть немагнитная фракция не может эффективно использоваться для выплавки стандартного феррохрома.

Оценку гранулометрического состава концентрата производили на лабораторной установке «РОТАП». Длительность отсева варьировали от 5 до 10 минут. Полученные результаты представлены на рис. 1. При увеличении длительности отсева вдвое количество крупной фракции (+250 мкм) уменьшилось на 2,80 % при незначительном увеличении содержания всех остальных мелких фракций.

Обычно применяемая в цветной металлургии степень измельчения не превышает 70...80 мкм. В нашем случае > 98 % материала имеет больший размер, поэтому при более глубоком измельчении возможно получение более богатого хромом сырья.

При выполнении исследования по влиянию размера частиц на степень обогащаемости концентрата партию концентрата подвергали рассеву на фракции -300 +250 и -250 +0 мкм в течение 10 минут. Результаты отсева представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты отсева партии концентрата

Фракции, мкм	Выход, %	Выход магнитной составляющей, %	Выход немагнитной составляющей, %
-300 +250	39,10	45,89	54,11
-250 +0	60,90	73,83	26,17

Из табл. 3 видно, что из концентрата более мелкого фракционного состава полнее извлекается магнитная составляющая (магнетит).

После проведения сепарации выполнен химический анализ составляющих концентрата, результаты которого приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Химический анализ рассеянного материала после проведения магнитной сепарации, % масс

Фракции, мкм	Хром		Железо	
	м	н/м	м	н/м
-300...+250	21,0	27,2	33,6	18,7
-250...+0	20,8	31,4	33,8	12,0

Примечание: м- магнитная составляющая; н/м - немагнитная составляющая

Приведенные данные позволяют предположить, что при измельчении всей массы руды до фракции -80 мкм разделение магнетита и хромитов будет происходить более полно.

Выводы

1. Исследован химический состав опытных партий Побужского хромового концентрата Липовенковского месторождения, Показано, что концентрат достаточно однороден по химическому составу, в частности содержание хрома в нем колеблется в пределах 22,3...24,0 % масс.

2. Результаты минералогического анализа установлено, что основными хром-содержащими минералами являются хромпикотит и магнохромит, основной железосодержащий минерал – магнетит.

3. Показана принципиальная возможность обогащения данного сырья методом магнитной сепарации. Проанализировано влияние размеров частиц сырья на степень обогащаемости и сделано предположение, что измельчение руды до фракции -80 мкм позволит достаточно полно отделить хромитную составляющую от магнетита и гидроксидов железа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея: пер. с англ. – Л.: Недра. Ленингр. отделение, 1985. – 512 с.
2. Кармазин В. И. Магнитные методы обогащения / В. И. Кармазин, В. В. Кармазин. – М.: Недра, 1984. – 416 с.
3. Курочкин М. Г. Обогащение хромовых руд / М. Г. Курочкин. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1988. – 141 с.

Стаття надійшла до редакції 09.02.2011 р.
Рецензент, проф. В.П. Грицай