

УДК 669

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ ЧЕРНОВОГО ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРЕМЯХА-ВЫРМЕС

Агамирова А.С., младший научный сотрудник

Гончаров К.В., старший научный сотрудник

Научный руководитель: Садыхов Г.Б., д.т.н.

Институт metallurgии и материаловедения им. А.А.Байкова РАН  
г. Москва

Россия занимает второе место после Китая по запасам титанового сырья. Однако, большая часть запасов сосредоточена в титаномагнетитовых рудах. Титаномагнетит – минерал сложного состава, представляющий собой раствор шпинели ( $MgO \cdot Al_2O_3$ ) и ульвошпинели ( $2FeO \cdot TiO_2$ ) в магнетитовой матрице. В результате распада твердого раствора образуются ильменит и шпинель, расположенные в магнетитовой матрице [1]. Титаномагнетитовые руды используется в качестве источника сырья для железа и ванадия.

Большой интерес представляет ильменит-титаномагнетитовое месторождение Гремяха-Вырмес, расположенное на Кольском полуострове в Мурманской области [2]. На юго-восточном участке месторождения были выявлены шесть рудных тел с общими прогнозными запасами около 87 млн. т руды при среднем содержании двуокиси титана 13,4 %. При обогащении руд месторождения Гремяха-Вырмес получают два концентрата ильменитовый и титаномагнетитовый. Ильменитовый концентрат содержит не менее 47 %  $TiO_2$  при его извлечении 45–55 %, а титаномагнетитовый содержит  $Fe_{общ}$  не менее 53 % при извлечении 40–45 % [3]. Ильменитовый концентрат не выходит за рамки требований по содержанию примесей и пригоден для переработки на титан и его соединения, а титаномагнетитовый концентрат является черновым и требует доводки.

В исследованиях был использован черновой титаномагнетитовый концентрат, состав которого представлен в таблице 1. Согласно данным рентенофазового анализа (РФА) этот концентрат, в основном, представлен титаномагнетитом, ильменитом и большим количеством силикатных минералов, такими как оливин  $2(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$ , альбит  $NaAlSi_3O_8$  и tremolit  $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$  (рис. 1).

Таблица 1. Химический состав чернового титаномагнетитового концентрата, %

Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

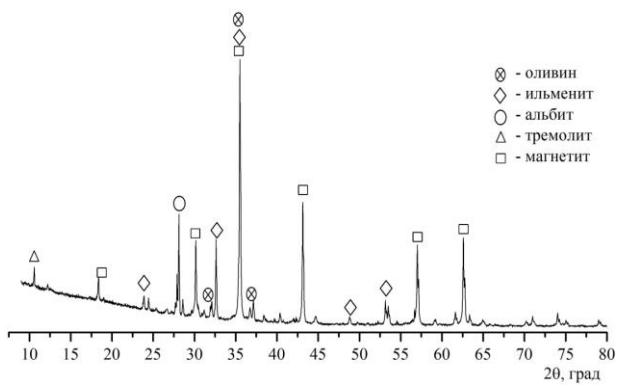


Рисунок 1. Дифрактограмма исходного чернового титаномагнетитового концентрата

Микроскопический анализ показал, что ильменит и силикаты находятся как в виде свободных зерен, так и в виде сростков с титаномагнетитом. Также было установлено, что наибольшее количество сростков присутствует во фракциях крупностью  $-0,16+0,1$  мм и крупнее (рисунок 2а), а во фракциях крупностью  $-0,1$  мм количество таких сростков минимально (рисунок 2б).

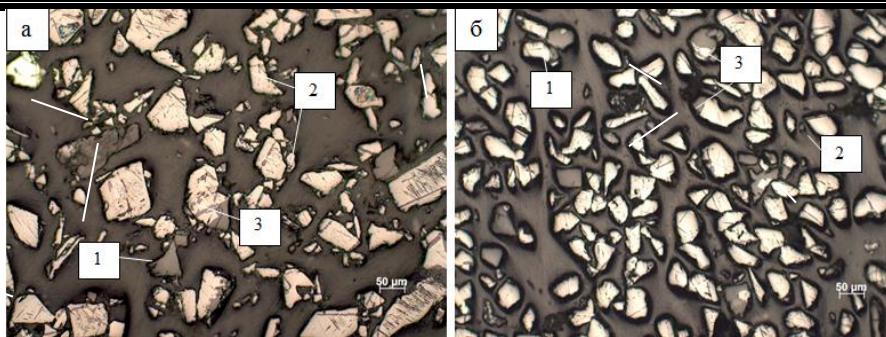


Рисунок 2. Микрофотографии чернового титаномагнетитового концентрата  
а – фракция  $-0,16+0,1$  мм; б – фракция  $-0,1$  мм  
1 – свободные зерна силикатов, 2 – зерна титаномагнетита, 3 – сростки

Таким образом, для наиболее полного механического разделения и последующего удаления силикатов и ильменита путем мокрой магнитной сепарации необходимо измельчать исходный черновой титаномагнетитовый концентрат до крупности  $-0,1$  мм.

С помощью магнитной сепарации удалось до 80%  $\text{SiO}_2$  перевести в немагнитную фракцию, и таким образом снизить содержание  $\text{SiO}_2$  в концентрате с 5,98% до 1,43%. Содержание  $\text{TiO}_2$  снизилось с 9,14% до 6,37% за счет того, что большая часть зерен ильменита ушла в немагнитную фракцию. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  увеличилось с 77,21% до 84,86%, а содержание  $\text{V}_2\text{O}_5$  возросло с 0,62% до 0,74%. РФА магнитной фракции показал, что она представлена титаномагнетитом с небольшим количеством остаточного ильменита и силикатов, что также подтверждается данными микроскопического анализа. Шпинель, диагностируемая РФА, входит в состав титаномагнетита, как продукт распада твердого раствора.

Таким образом, в результате проведенных исследований показано, что для получения кондиционного титаномагнетитового концентрата необходимо провести мокрую магнитную сепарацию с предварительным измельчением. В результате сепарации получена магнитная фракция следующего состава 6,37%;  $\text{TiO}_2$ , 59,40%  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , 1,43%  $\text{SiO}_2$ , 0,74%  $\text{V}_2\text{O}_5$ , который пригоден для дальнейшей переработки для извлечения ванадия, железа и титана. Далее немагнитная фракция может быть перечищена с целью извлечения ильменитового концентрата, например, флотационными методами. Полученный из магнитной фракции шлак будет менее богатый по титану, по сравнению со шлаками получаемыми из ильменитового концентрата.

#### Список литературы:

1. Резниченко В.А., Аверин В.В., Олюнина Т.В. Титанаты: научные основы, технология, производство. – М.: Наука, 2010. – 267 С.
2. Горбунов Г.И., Бельков И.В., Макиевский С.И. Минеральные месторождения Кольского полуострова. – М.: Наука, 1981. – 272 С.
3. Ракаев А. И., Алексеев С. А., Морозова Т. А., Черноусенко Е. В. Изучение особенностей вещественного состава ильменит-титаномагнетитовых руд месторождения Юго-Восточная Гремяха (ЮГВ) и выбор рациональной схемы обогащения // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12, № 4. С. 614–618.