

## УДК 669

Агамирова Александра Ставровна, Гончаров Константин Васильевич,  
к.т.н.  
(ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН)  
Agamirova Alexandra Stavrovna, Goncharov Konstantin Vasilievich, PhD  
(IMET RAS)

### **ОБОГАЩЕНИЕ ЧЕРНОВОГО ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРЕМЯХА-ВЫРМЕС**

### **BENEFICIATION OF TITANOMAGNETITE CONCENTRATE OF GREMYAKHA-VYRMES DEPOSIT**

Титаномagnetитовые руды – перспективное сырье для черной металлургии. Присутствия ценных компонентов, таких как ванадий и титан, позволяют рассматривать его как комплексное сырье. Титаномagnetитовые запасы России представлены коренными месторождениями Урала и Кольского полуострова, а также россыпными. Россия занимает второе место в мире по запасам титанового сырья, однако из собственных источников титан не извлекают. Это связано с отсутствием в нашей стране ильменитовых концентратов.

Более 50 % прогнозных ресурсов титанового сырья находится на Дальнем Востоке в труднодоступных районах, месторождения Кольского полуострова представляют большой интерес для освоения. Одним из перспективных является месторождение Гремяха-Вырмес, расположенное в Мурманской области [1].

Основными рудными минералами месторождения Гремяха-Вырмес являются ильменит и титаномagnetит. В качестве нерудных минералов присутствуют плагиоклазы, пироксены, амфиболы и незначительные количества сульфидов, апатита, кальцита и др. Титаномagnetит представляет собой структуру распада первичного гомогенного минерала, образовавшегося при высокой температуре с выделением небольшого количества пластинчатого ильменита и значительной доли линзовидных зерен магне-алюминиевой шпинели [2].

По оценкам геолого-разведочных работ, запасы руд месторождения Гремяха-Вырмес составляют 1,7 млрд т со средним содержанием 5,53 % диоксида титана. Наиболее перспективным является Юго-Восточный участок данного месторождения, со средним содержанием диоксида титана 10-20 %.

В исследованиях использовали черновой титаномagnetитовый концентрат, состав которого представлен в таблице.

Таблица. 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>
54,05	77,21	9,14	5,98	0,62	3,80	2,00	1,10	0,15	0,08	0,05

Согласно данным РФА, концентрат в основном представлен ильменитом, титаномагнетитом и большим количеством силикатных минералов таких как оливин, альбит и тремолит. 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 – 0,1 мм и крупнее. 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.

В результате мокрой магнитной сепарации предварительно измельченного титаномагнетитового концентрата были выделены магнитная и немагнитная фракция [3]. С помощью магнитной сепарации до 80 % SiO<sub>2</sub> удалось перевести в немагнитную фракцию и таким образом снизить содержание диоксида кремния с 5,98 до 1,43 %. Микроскопический анализ и РФА немагнитной фракции показали, что в ней присутствует примерно 40 % ильменита, остальное – альбит, тремолит и оливин. Присутствие в немагнитной фракции значительного количества ильменита делает этот продукт обогащения потенциальным сырьем для получения ильменитового концентрата путем дополнительного обогащения [4].

По результатам проведенных исследований была разработана принципиальная схема перемешивания титаномагнетитового концентрата, включающая в себя операцию грохочения с целью отделения фракции +0,1 мм для последующего ее измельчения до крупности – 0,1 мм. Фракция – 0,1 мм составляет примерно 40 % от исходной массы и может быть сразу направлена на магнитную сепарацию. В результате получают две фракции – магнитную, являющуюся титаномагнетитовым концентратом и немагнитную, которая содержит до 40 % ильменита и нерудные силикатные примеси.

#### Список литературы

1. Горбунов Г.И., Бельков И.В., Макиевский С.И., и др. Минеральные месторождения Кольского полуострова. Наука, 1981. 272 с.
2. Резниченко В.А., Аверин В.А., Олюнина Т.В. Титанаты. Научные основы. Технология. Производство. – М. : Наука, 2010

3. Атмаджиди А.С., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б. Обогащение чернового титаномагнетитового концентрата методом мокрой магнитной сепарации // Цветные металлы, 2018. № 9. С. 19-24.
4. Агамирова А.С., Гончаров К.В., Садыхов Г.Б. Переработка продуктов обогащения чернового титаномагнетитового концентрата месторождения Гремяха-Вырмес // V-й Конгресс с международным участием «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований» ТЕХНОГЕН-2021, 23-26 ноября, г. Екатеринбург, ИМЕТ УрО РАН. С. 114-116