

## ПОЛУЧЕНИЕ $TiO_2$ ИЗ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЧЕРНОВОГО ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОКЛАВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

*Атмаджиди А.С., Гончаров К.В., Садыхов Г.Б., Олюнина Т.В.*

*Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г.Москва*

**Ключевые слова:** титаномагнетит, месторождение Гремяха-Вырмес, автоклавное выщелачивание, титан, ванадий, железо.

**Аннотация.** В России низкотитанистые титаномагнетиты Качканарского месторождения используются на Нижнетагильском металлургическом комбинате с применением доменной плавки, в результате которой получают чугуны и ванадиевый шлак, которые затем перерабатываются на сталь и пентаоксид ванадия. За рубежом (Китай, ЮАР, Канада и др.) реализуются две схемы переработки такого сырья – доменная плавка и электроплавка, причем последняя применяется при содержании  $TiO_2$  более 4%. При этом независимо от технологии титан безвозвратно теряется с отвальным шлаком. В связи с этим работа посвящена изучению возможности переработки титаномагнетитового концентрата месторождения Гремяха-Вырмес с высоким содержанием диоксида титана с извлечением не только железа и ванадия, но и титана.

## OBTAINING $TiO_2$ FROM THE PRODUCTS OF ENRICHMENT OF ROUGH TITANOMAGNETITE CONCENTRATE USING AUTOCLAVE LEACHING

*Atmadzhidi A.S., Goncharov K.V., Sadykhov G.B., Olyunina T.V.*

*A.A. Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science  
of Russian Academy of Sciences, Moscow*

**Keywords:** titanomagnetite, Gremyakh-Vyrmes deposit, autoclave leaching, titanium, vanadium, iron.

**Abstract.** In Russia, low-titanium titanomagnetites of the Kachkanarskoye deposit are used at the Nizhniy Tagil Metallurgical Plant using blast-furnace smelting, as a result of which pig iron and vanadium slag are obtained, which are then processed into steel and vanadium pentoxide. Abroad (China, South Africa, Canada, etc.), two schemes for processing such raw materials are being implemented - blast-furnace smelting and electric smelting, the latter being used with a  $TiO_2$  content of more than 4%. At the same time, regardless of the technology, titanium is irretrievably lost with the waste slag. In this regard, the work is devoted to studying the possibility of processing titanomagnetite concentrate from the Gremyakh-Vyrmes deposit with a high content of titanium dioxide with the extraction of not only iron and vanadium, but also titanium.

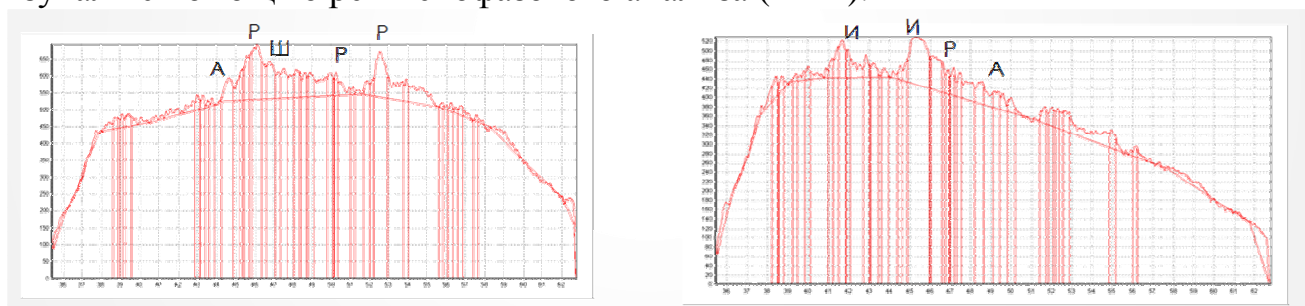
Титаномагнетиты представляют собой комплексное сырье с высоким содержанием ценных компонентов: железа (35-65%), ванадия (0,5-1,5%) и титана (2-14%) [1]. На сегодняшний день переработка титаномагнетитовых концентратов осуществляется по двух способам: доменному (Россия, Китай) и с применением электроплавки (ЮАР). Доменный способ применим только для низкотитанистых титаномагнетитов. В случае использования титаномагнетитовых концентратов с содержанием диоксида титана более 4% применим способ электроплавки с предварительным восстановлением. Обе технологии направлены на извлечение двух компонентов железа и ванадия, в то

время как титан не извлекается [2]. В связи с этим разработана комплексная технология переработки титаномагнетитового концентрата с получением железа в гранулированном виде, пентаоксида ванадия и искусственного рутила, пригодного для получения пигментного  $TiO_2$  является актуальной. Россия занимает второе место после Китая по запасам титаномагнетитов. Одним из крупных титаномагнетитовых месторождений является месторождение Гремяха-Вырмес, расположенное на Кольском полуострове [1].

При обогащении руд Юго-Восточного участка данного месторождения получают два концентрата – титаномагнетитовый и ильменитовый. Ильменитовый концентрат пригоден для дальнейшей переработки на титан и его соединения. При этом получающийся титаномагнетитовый концентрат является черновым и требует дополнительной переработки.

В исследованиях был использован черновой титаномагнетитовый концентрат, химический состав которого следующий, %: 55,05  $Fe_{общ}$ , 77,21  $Fe_2O_3$ , 9,14  $TiO_2$ , 5,98  $SiO_2$ , 0,62  $V_2O_5$ , 3,80  $Al_2O_3$ , 2,00  $MgO$ , 1,10  $CaO$ , 0,15  $MnO$ , 0,08  $Cr_2O_3$ , 0,05  $P_2O_5$ . Ранее авторами было проведено обогащение концентрата методом мокрой магнитной сепарации [3]. В результате были получены две фракции – магнитная, являющаяся титаномагнетитовым концентратом с содержанием 59,40 %  $Fe_{общ}$ , 6,37 %  $TiO_2$ , 1,43 %  $SiO_2$ , 0,74 %  $V_2O_5$  и др., и немагнитная, которая содержит примерно 40 % ильменита и нерудные силикатные примеси и нуждается в дополнительной переработке с целью выделения ильменитового концентрата. Данная работа посвящена переработке полученной немагнитной фракции методом автоклавного выщелачивания с целью извлечения диоксида титана, пригодного для переработки на искусственный рутил. Полученная немагнитная фракция содержит: 21,18 %  $TiO_2$ , 25,48  $SiO_2$ , 0,08 %  $V_2O_5$ , 38,43 %  $Fe_2O_3$ .

Выщелачивание проводили при Т:Ж=1:4 в ампульном автоклаве. Температура выщелачивания варьировалась в интервале 160-200 °С. Опыты по выщелачиванию проводились при концентрациях серной кислоты 20-30 %, соляной - 15-22 %. Изменение фазового состава продуктов выщелачивания изучали с помощью рентгенофазового анализа (РФА).



И-ильменит, Р-рутил, А-альбит, Ш-шпинель

а

б

Рис. 1. Дифрактограммы полученных остатков от выщелачивания:

а – в соляной кислоте,  $[HCl]=22\%$ ,  $T=180\text{ }^{\circ}C$ ;

б – в серной кислоте,  $[H_2SO_4]=25\%$ ,  $T=180\text{ }^{\circ}C$

При выщелачивании полученной немагнитной фракции раствором соляной кислоты получается титансодержащий продукт с содержанием диоксида титана до 60 %. Согласно данным РФА (рис. 1) данный продукт представлен в основном рутилом и ильменитом.

В результате экспериментов установлено, что обогащение немагнитной фракции кислотной обработкой необходимо проводить при концентрации соляной кислоты 22 % и температуре 180 °С с получением более богатого по  $TiO_2$  продукта, содержащего легкорастворимый в разбавленных растворах NaOH свободный кремнезем.

#### Список литературы

1. Титаномагнетиты. Месторождения, металлургия, химическая технология / под ред. В. А. Резниченко – М.: Наука, 1986. – 292 с.
2. Производства ванадиевых сплавов за рубежом. Обзорная информация. / В. И. Чумарова // Черметинформация. Серия: Ферросплавное производство. Вып. 2. – М., 1986. – 22 с.
3. Ахмаджиди А.С., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б. Обогащение черного титаномагнетитового концентрата методом мокрой магнитной сепарации // Цветные металлы. 2018. №9. С. 19-23.

#### Сведения об авторах:

*Ахмаджиди Александра Ставровна* – аспирант, младший научный сотрудник, ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, г. Москва;

*Гончаров Константин Васильевич* – к.т.н., старший научный сотрудник, ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, г. Москва;

*Садыхов Гусейн Бахлулович* – д.т.н., заведующий лабораторией проблем переработки комплексных руд им. И.П. Бардина (№1), ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, г. Москва;

*Олюнина Татьяна Владимировна* – старший научный сотрудник, ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН, г. Москва.