

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФТОРИРОВАНИЯ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Ле Шон Хай, Карелина Н.В., Карелин В.А.

Научный руководитель Жерин И.И., д.х.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail:son.hut2006@gmail.com

В настоящее время существуют две схемы переработки титаносодержащих концентратов: сернокислотная и хлоридная. Сернокислотная технология приводит к загрязнению окружающей среды, а получаемый диоксид титана имеет высокую стоимость. Ежегодно в окружающую среду сбрасываются сотни тысяч тонн сульфатсодержащих отходов (в виде CaSO_4). Хлоридный способ считается более благоприятным в экологическом отношении. Однако и здесь, образуются огромные количества газовых, жидких и твердых хлоридных производственных сбросов, а общее извлечение титана в очищенный хлорид не превышает 89 % мас. При мировом производстве пигментного TiO_2 2750 тыс. т/год образуется 1467 тыс. т/год или 4890 т/сут вредных хлоридных производственных твердых отходов [1, 2]. Все это является предпосылкой для разработки и создания более прогрессивной и перспективной технологии по переработке титаносодержащих концентратов, наиболее распространенный из них – ильменитовый. В связи с тем, что ильменитовые концентраты содержат значительные количества оксидов железа (до 40 %), то для их отделения проводят восстановительную плавку исходного сырья. При этом получают шлак, обогащенный оксидом титана, который направляют на фторирование. В табл. 1 представлен примерный состав ильменитовых концентратов

Таблица 1. Состав ильменитовых концентратов

Место-рождение	Состав ильменитовых концентратов, %												
	TiO_2	FeO	Fe_2O_3	MnO	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	V_2O_5	P_2O_5	Cr_2O_3	U	Th
Ilmenite Hung Thinh I	51,74	23,31	16,73	3,35	2,48	0,06	0,23	1,02	0,14	0,12	0,05	0,0002	0,005

Разрабатываемая нами фторидная технология получения титана [3, 4] в виде высококачистого металлического порошка включает процессы фторирования ильменита, выделения образовавшегося TiF_4 из газового потока и электролитического восстановления титана во фторидном расплаве.

Один из основных процессов предлагаемой технологии – фторирование ильменитовых шлаков. Для изучения особенностей фторирования ильменитовых шлаков выполнены кинетические исследования этого процесса. С использованием нескольких кинетических уравнений определены значения энергии активации и предэкспоненциального множителя (см. рис. 1).

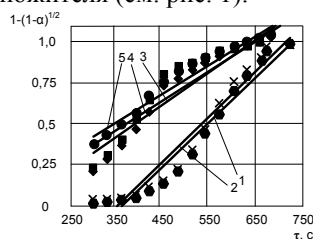


Рис. 1. Зависимость изменения степени превращения α от времени τ при температуре: 1 – 300 °C; 2 – 380 °C; 3 – 450 °C; 4 – 520 °C; 5 – 600 °C

Показано, что полученная зависимость наиболее точно описывается уравнением сокращающегося цилиндра:

$$1 - (1 - \alpha)^{1/2} = 0.0047 \cdot e^{\frac{261.82}{RT}} \cdot \tau.$$

Таким образом скорость процесса фторирования определяется диффузионными факторами, т.е. скоростью подвода газообразного фтора к частицам ильменитового шлака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lane D.A. Pollution caused by waste from the titanium dioxide industry: Directive 89/428 // Boston College International and Comparative Law Review. 1991. V. 14. Issue 2 Symposium on European Community. Article 16. Environmental Law. URL: lawdigitalcommons.bc.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1500&context=iclr
- Vondruska M., Bednarik V., Sild M. Stabilization/solidification of waste ferrous sulphate from titanium dioxide production by fluidized bed combustion product. // Waste Management. 2001. V. 21, № 1. P. 6-11.
- Karelin V.A. et al. Research of fluorination process of rutile concentrate // Procedia Chemistry. 2014. V. 11. P. 49-55.
- Karelin V.A., Voroshilov F.A., Sazonov A.V., Karelina N.V. Processing of rutile concentrates by fluorination // International Journal of Civil Engineering (IJCE). 2020. V. 9. P. 9-26.