

Список литературы

1. Фрог Б. Н., Левченко А. П. // *Водоподготовка*. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОБЕСКРЕМНИВАНИЯ АКТИВИРОВАННОГО ЦИРКОНОВОГО КОНЦЕНТРАТА РАСТВОРОМ ГИДРОДИФТОРИДА АММОНИЯ

Е. Д. Содномова, А. С. Кантаев

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОЯТЦ ТПУ А. С. Кантаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eds11@tpu.ru*

Россия ежегодно потребляет около 10 тыс. тонн циркониевого сырья, большая часть которого представлена импортным цирконовым концентратом и в меньшей степени отечественным бадделеитовым концентратом. Не смотря на малое использование отечественного сырья Россия является одним из мировых лидеров по выпуску циркониевого проката, обеспечивая около пятой части рынка. Полученный на месторождениях Мурманской области бадделеитовый концентрат является уникальным сырьем с содержанием 98,64 % ZrO_2 и по экономическим соображениям практически целиком направляется на экспорт [1].

Получение бадделеитового концентрата является важным вопросом в циркониевой технологии. В декабре 2021 года запустился Туганский горно-обогатительный комбинат «Ильменит» для добычи циркон-рутил-ильменитовой россыпи. В связи с чем вырос интерес получения бадделеита из цирконового концентрата. Был разработан способ обескремнивания активированного цирконового концентрата раствором гидрофторида аммония.

В качестве исходного сырья был взят плазмоактивированный циркон, обработанный в высокочастотном индукционном плазматроне мощностью 1000 кВт·А и частотой 440 кГц [2]. Состав активированного цирконового концентрата представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав активированного цирконового концентрата

Соединение	ZrO_2	SiO_2	Al_2O_3	HfO_2	П.п.
Содержание, %	73,80	19,67	4,82	1,25	0,41

Таблица 2. Состав бадделеитового концентрата

Соединение	ZrO_2	SiO_2	Al_2O_3	HfO_2	П.п.
Содержание, %	89,53	1,78	4,74	1,48	2,47

Циркон обескремнивали 30 %-м раствором гидрофторида аммония при 80–90 °С с соотношением Т:Ж = 1:5 в течении часа. Степень обескремнивания достигала 95 %. Также в раствор переходило около 20 % циркония. Алюминий в виде фтораммонийного комплекса оставался в твердой фазе. После выщелачивание проводили горячую фильтрацию и полученный фильтрат отстаивали при комнатной температуре. Кек фильтрации подвергали пирогидролу при 700 °С в течении 4 часов в муфельной печи с программным управлением МИМП-П. Состав бадделеитового концентрата представлен в таблице 2.

После отстаивания из фильтрата выпали кристаллы, которые в дальнейшем тоже отфильтровали. Солевая часть осветленного раствора составила около 22 %. Состав маточного раствора и высушенных кристаллов представлены в таблицах 3, 4.

Концентрацию элементов определяли на электродисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL QUANT'X. Для уточнения состава также провели термогравиметрический анализ образцов с помощью термоанализатора Simultaneous DSC-TGA Q Series TM, или SDT Q600. Также определяли содержание фторид-ионов в осветленном маточном растворе с помощью рН-метра Анион 4100,

Таблица 3. Состав осветленного маточного раствора

Соединение	$(\text{NH}_4)_3\text{ZrF}_7$	$(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$	NH_4F	NH_4HF_2	Вода
Содержание, %	1,84	3,49	11,41	5,31	77,94

Таблица 4. Состав кристаллов, выпавших из маточного раствора

Соединение	$(\text{NH}_4)_3\text{ZrF}_7$	$(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$	NH_4F	П.п.
Содержание, %	60,10	37,25	2,5	0,15

оснащенным фторселективным электродом ЭЛИС-131F.

Для обеспечения безотходного производства целесообразно проводить осаждение кремния из осветленного маточного раствора электролизом, а отфильтрованный от кремния раствор

направлять на обескремнивание цирконового концентрата. Выпавшие в результате отстаивания маточного раствора кристаллы можно объединить с кеком после обескремнивания и также подвергнуть пирогидролиту.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году» / Петров Е. И., Тетенькин Д. Д. – М: ВИМС, 2021. – 572 с.
2. Фарнасов Г. А., Лисафин А. Б. // Физика и химия обработки материалов, 2015. – № 2. – С. 29–34.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕТРАФТОРИДА УРАНА «СУХИМ» СПОСОБОМ

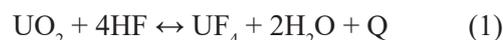
А. В. Струков, А. Л. Хлытин, В. В. Смолин, С. В. Бондаренко, М. В. Супруненко
 ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»
 г. Новосибирск, ул. Богдана Хмельницкого, 94, MVSsuprunenko@rosatom.ru

Основные способы и технология получения тетрафторида урана ТФУ описаны в открытых научных изданиях и делятся на 3 группы. «Мокрый» способ заключается в растворении диоксида урана в смеси соляной и фтористоводородной кислот с последующим осаждением кристаллогидратов ТФУ, измельчением, сушкой и прокаливанием.

Недостатки «мокрого» способа: множество трудоемких операций, наличие технологических растворов, обладающих высокими коррозионными свойствами, попутное образование маточных растворов, отрицательно влияющее на величину выхода урана в ТФУ, необходимость нейтрализации и обезвреживания этих растворов.

В основе «полусухого» способа процесс гидрофторирования диоксида урана плавиковой кислотой в пульпе, фильтрация образующегося кристаллогидрата ТФУ с последующей прокалкой в восстановительной атмосфере.

«Сухие» методы основаны на взаимодействии диоксида урана с фторирующими агентами при повышенной температуре.



Обработка газообразным фтористым водородом является обратимой с выделением тепловой энергии, для прямого прохождения реакции необходим отвод тепла (после инициирования реакции с подведением тепла) и избыток фторирующего агента [1].

В источниках описаны способы получения ТФУ фреонами, для получения ТФУ использовались фреон-11 (CCl_3F), фреон-12 (CCl_2F_2), фреон 113 ($\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$), фреон 114 ($\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$). Недостатками фторирования оксидов урана фреонами является выделение токсичного газа фосгена в результате реакции, а также высокая стоимость фреонов.

Среди твердых фторирующих агентов наиболее удобны в использовании фторид аммония или бифторид аммония, эти вещества не токсичны