

4. Андреев А. А. Дисс. Разработка фторидной технологии получения пигментного диоксида титана из ильменита: автореф. – Томск: Томский госуниверситет, 2008. – 22 с.
5. Puzhel A. O., Borisov V. A., Osipov A. R. et al. *Russ. J. Non-ferrous Metals*, 2021. – V. 62. – P. 174–178.

## ОБЕСКРЕМНИВАНИЕ ПЛАЗМОАКТИВИРОВАННОГО ЦИРКОНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Д. В. Брянкин, А. А. Смороков

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

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dvb43@tpu.ru, wolfraum@yandex.ru

Производство циркония в России сильно зависит от Евросоюза, Китая и Украины, откуда поступает до 80 % обогащенных концентратов этого металла для его производства. При этом, Россия располагает крупной сырьевой базой, достаточной для обеспечения внутренних потребностей страны в циркониевом сырье.

Выпускаемый в стране бадделеитовый концентрат являются уникальным высококачественным циркониевым сырьем и практически полностью экспортируется. Отечественные предприятия используют импортный циркониевый концентрат для производства металлического циркония (в т. ч. ядерной чистоты), его сплавов и изделий из них. По выпуску циркониевого проката страна является одним из мировых лидеров, обеспечивая около пятой части рынка [1].

Основными проектами освоения циркониевого сырья в России являются Туганское и Зашихинское месторождения.

Туганское месторождение исследовано, там уже ведется добыча таких видов сырья, как циркон, ильменит. Поэтому с использованием туганского циркона возможно создание российского производства циркониевого концентрата. Для этого необходимо разработать эффективную и экономически выгодную технологию.

В данной работе исследовался процесс обескремнивания плазмоактивированного циркона в растворе гидрофторида аммония.

В качестве объекта исследования использовался циркон, обработанный в высокочастотном индукционном плазматроне мощностью 1000 кВ·А и частотой 440 кГц [2].

Обескремнивание осуществлялось в растворе гидрофторида аммония, при массовом соотношении твердой фазы к жидкой равном 1 : 5. Процесс проводился при постоянном перемешивании в течение фиксированного времени (1, 2, 3 и 4 часа). Концентрация раствора гидрофторида аммония варьировалась от 10 до 40 % с шагом в 10 %. Температура поддерживалась постоянной в диапазоне 80–90 °С.

После реакции, образцы отфильтровывали и сушили в сушильном шкафу при температуре 80 °С до постоянной массы.

Концентрации элементов в полученных порошках определяли с помощью энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра ARL QUANT'X. ИК-спектры исходного сырья, полученных остатков и образцов сравнения получили с помощью ИК-Фурье спектрометра Nicolet 6700.

В результате экспериментов для одного образца удалось добиться высокой степени перехода кремния в раствор (более 95 %), при этом целевой компонент  $ZrO_2$  оставался в твердой фазе. ИК-спектр образца подтверждает данные элементного анализа.

На рисунке 1 представлено сравнение ИК-спектров исходного сырья, полученного остатка с наивысшей степенью обескремнивания и образцов сравнения.

На спектре исходного сырья видны характерные полосы поглощения  $SiO_2$  (1119–1109 и 472  $cm^{-1}$ ). Их отсутствие на спектре образца после обескремнивания говорит о том, что диоксид кремния переходит в раствор. При этом, характерные полосы поглощения  $ZrO_2$  (739–735  $cm^{-1}$  и 566–562  $cm^{-1}$ ) присутствуют как на спектре исходного сырья, так и на спектре образца после обескремнивания.

Проведенное исследование доказывает эффективность метода жидкофазного обескремнивания плазмоактивированного циркона в растворе гидрофторида аммония.

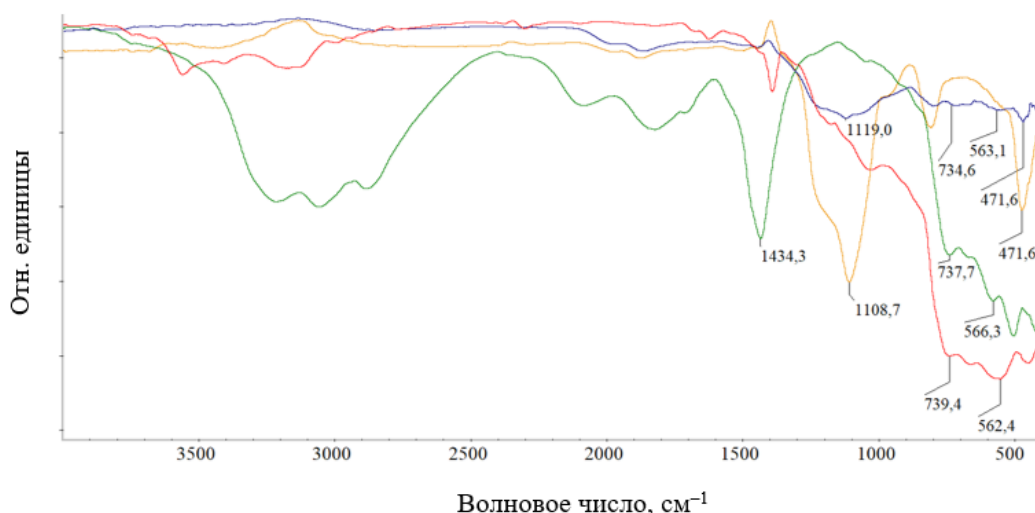


Рис. 1. Сравнение ИК-спектров  $\text{SiO}_2$  (желтый),  $\text{ZrO}_2$  (красный), исходного сырья (синий), образца после обескремнивания (зеленый)

### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году». Под ред. Л. И. Ремизова. – М.: ВИМС, 2020. – 426 с.
2. Фарнасов Г. А., Лисафин А. Б. // Физика и химия обработки материалов, 2015. – № 2. – С. 29–34.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СКАНДИЯ ЧИСТОТОЙ НЕ МЕНЕЕ 99,99 % ИЗ ОКСИДА

С. А. Василенко, Т. В. Добрынина, А. М. Чапыгин, Д. В. Коротаев, В. В. Апанасенко, А. А. Сорокина, Д. А. Самиева, А. А. Семенов, Е. С. Кошель  
Научный руководитель – начальник лаборатории С. А. Василенко

АО Государственный научно-исследовательский и проектный институт  
редкометаллической промышленности «Гиредмет»  
111524, Россия, г. Москва, ул. Электродная, д. 2, стр. 1, SAIVasilenko@rosatom.ru

Активное использование уникальных свойств скандия в настоящее время сдерживается незначительным производством этого металла, что, в свою очередь, объясняется высокой стоимостью его производства [1].

В последнее время в мире возник серьезный интерес к полупроводниковым гетероструктурам на основе нитрида алюминия-скандия (ASN) [2]. Предполагается, что устройства на базе ASN станут следующим поколением силовой электроники.

При производстве полупроводниковых устройств на основе нитридов металлов проблемной примесью является кислород. Он может встраиваться в кристаллическую структуру полупроводника, ухудшая электрофизические свойства материала.

В ряде исследований требуемая чистота металлического скандия, применяемого

для магнетронного распыления, составляет 99,99 масс. % [3].

Целью настоящей работы является разработка технологии получения металлического скандия чистотой не ниже 99,99 масс. % (по сумме металлических примесей) и содержанием кислорода не более 200 ppm.

В качестве исходного соединения использовали оксид скандия (ТУ 95.148-77) производства АО «Далур» как отечественный и доступный продукт. Входной аналитический контроль показал разброс содержания примесей, а также высокое содержание кальция (до 0,15 масс. %), натрия, калия, магния (до 0,1 масс. %), железа (до 0,05 масс. %), алюминия (до 0,08 масс. %), фтора (до масс. 0,5 %).

Известна технология получения металлического скандия через стадии получения фторида скандия и кальцийтермическое восстановление.