

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хейн Пьей на тему «Извлечение скандия из отходов ММС железо-титано-магнетитов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Скандий является незаменимым легирующим компонентом при производстве сплавов для авиационной и судостроительной промышленности, изготовления профессионального спортивного инвентаря, а в последнее время – и для 3d-печати. Его более широкому использованию препятствуют ряд связанных факторов: высокая цена и ограниченный объём производства, во многом определяемый отсутствием собственных месторождений и необходимостью попутного извлечения при производстве других продуктов. Одним из потенциальных и многообещающих источников этого рассеянного металла являются гигантские накопленные запасы отходов мокрой магнитной сепарации титано-железо-ванадиевых руд Качканарского ГОКа. Предшествующие попытки разработать эффективную технологию переработки этих отходов с получением черного концентрата скандия и других ценных продуктов продемонстрировали значительные затруднения при их кислотном вскрытии и необходимость новых подходов к решению задачи. Разработанный в РХТУ в лабораторном масштабе метод предварительной механоактивации отходов ММС показал принципиальную возможность создания эффективного технологического процесса на его основе, но отсутствие до поры необходимого промышленного оборудования сдерживало освоение разработки. С появлением аппаратов «Активатор 5000» и МПЗ-МП6

возникли условия для масштабирования процесса, вызвавшие постановку задачи настоящего исследования. В этой связи актуальность работы Хейн Пьей, направленной не только на извлечение скандия, но и на снижение загрязнения окружающей среды, не вызывает сомнений.

С применением современных методов исследования и разнообразной аппаратуры автору удалось дать научное обоснование и отработать процесс механоактивации образцов и последующего сернокислотного выщелачивания скандия.

Достигнутое довольно высокое для такого рассеянного элемента, как скандий, извлечение на стадии вскрытия позволило перейти к следующему этапу – экстракционному извлечению его из полученных серноокислых растворов.

Выбор в качестве экстрагента смеси Д2ЭГФК и сульфата МТАА или ТОА в толуоле обеспечил синергетный эффект, высокие значения коэффициента распределения скандия и упростил его реэкстракцию из органической фазы. Использование гидрофобизирующей кремнийорганической жидкости позволило полностью предотвратить образование третьей фазы, губительной для процесса экстракции. В оптимальных условиях очистка от V, Al, Mg, Fe превышала 95%, от Ca, Ti – 80%, степень очистки от Si – 63,5% с высокой степенью концентрирования скандия. При твёрдофазной реэкстракции щёлочно-содовым раствором были получены черновые концентраты скандия, содержащие до 8% целевого компонента.

Для комплексного решения проблемы утилизации хвостов ММС разработан процесс щелочной переработки кремниевого остатка выщелачивания и определены его параметры.

Выполненные автором фундаментальные исследования позволили осмысленно подойти к оптимизации технологической схемы серноокислотного выщелачивания скандия из отходов ММС с последующей экстракционной переработкой полученных растворов.

В свою очередь, результаты опытной проверки предложенного технологического процесса легли в основу исходных данных для проектирования укрупнённой установки производительностью 10 тыс.т/г по отходам ММС для получения 1 т/г  $Sc_2O_3$  чистотой 99,5-99,95%.

К сожалению, в автореферате не представлены даже прикидки экономической оценки предлагаемой технологии, хотя именно от неё будут зависеть перспективы практической реализации разработки.

Материалы, изложенные в диссертации, достаточно полно опубликованы и апробированы на представительных конференциях. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов и требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения учёных степеней», утверждённым постановлением



Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор – Хейн Пьей – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Генеральный директор  
ООО «НПК «Русредмет» к.т.н.



Андрей Валерьевич Нечаев

Профессор-консультант  
ООО «НПК «Русредмет»  
Проф., д.х.н.



Евгений Георгиевич Поляков

198320, Санкт-Петербург, а/я 49  
(812) 741-72-95  
e-mail – [secretar@rusredmet.ru](mailto:secretar@rusredmet.ru)

Подписи

А.В. Нечаева и Е.Г. Полякова заверяю

Начальник

отдела кадров

ООО «НПК «Русредмет»



В.Е. Нечаева

23.11.2018 года

