

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хейна Пьея на тему: «Извлечение скандия из отходов ММС железо-титано-магнетитов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Скандий относится к группе рассеянных редких элементов, собственных месторождений не образует, извлекают его попутно в ходе переработки руд других металлов, содержащих скандий, на основные компоненты. Перспективным сырьевым источником скандия являются отходы мокрой магнитной сепарации (ММС) титано-железо-ванадиевых руд Гусевогорского месторождения Качканарского ГОКа. При этом отходы ММС относятся к упорному типу сырья, что вызывает серьезные проблемы с выщелачиванием скандия. Ранее в РХТУ им. Д.И. Менделеева была разработана технологическая схема извлечения скандия из отходов ММС, включающая предварительную механоактивацию отходов ММСЭ, последующее выщелачивание скандия растворами серной кислоты, его извлечение в черновой скандиевый концентрат (ЧСК) и экстракционную переработку ЧСК с получением оксида скандия требуемой чистоты. Однако отсутствие в те годы производства высокопроизводительных механоактиваторов не позволило внедрить эту технологию в промышленную практику. К настоящему времени двумя отечественными предприятиями освоен выпуск промышленных механоактиваторов производительностью до 5 т/час, что явилось основанием для того, чтобы вернуться к ранее разработанной технологии и усовершенствовать ее с учетом необходимости решения проблемы утилизации образующихся отходов. В связи с этим тема диссертационной работы Хейна Пьея, посвященной совершенствованию технологии извлечения скандия из отходов мокрой магнитной сепарации титано-железо-ванадиевых руд Качканарского ГОК с использованием промышленных механоактиваторов высокой производительности и разработке способа утилизации гипсо-кремниевого остатка, образующегося после выщелачивания скандия, является весьма **актуальной**.

В ходе выполнения работы автором установлена линейная корреляция степени извлечения скандия в сернокислые растворы с величиной степени аморфизации отходов ММС, достигнутой в процессе, выявлены оптимальные условия сернокислотного выщелачивания скандия, что позволило повысить степень его извлечения до 95–99 %, определены условия эффективной экстракции скандия из растворов, получаемых в результате выщелачивания, смесями ди-2-этилгексилфосфорной кислоты (Д2ЭГФК) с сульфатами

метилтриалкиламмония (МТАА) и триоктиламмония (ТОА), найдены условия твердофазной рекстракции скандия растворами, содержащими смесь  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaOH}$ , определен состав остатка, образующегося после выщелачивания скандия, и предложен способ его переработки. Все эти данные, в совокупности, являются новыми, и, таким образом, составляет предмет **научной новизны**.

Основным итогом работы является разработка модернизированной технологической схемы извлечения скандия из отходов ММС титано-железо-ванадиевых руд Качканарского ГОК, позволяющая получать черновой скандиевый концентрат (ЧСК) с содержанием скандия от 2 до 8 масс %, включающая также переработку твердого остатка после выщелачивания скандия с получением водных растворов силиката натрия, пригодных для производства «жидкого стекла». Полученные автором данные легли в основу исходных данных для проектирования опытной установки по переработке 10 тыс. т. отходов ММС. Эти результаты предопределяют **практическую значимость** работы

Основное содержание работы достаточно **полно отражено** в научных публикациях.

По тексту автореферата имеются следующие **вопросы и замечания**:

1. Для экстракционного извлечения скандия из растворов после выщелачивания автор использует смесь ди-2-этилгексилфосфорной кислоты с сульфатами метилтриалкиламмония или триоктиламмония. Традиционный способ экстракционного извлечения скандия заключается в использовании ди-2-этилгексилфосфоной кислоты без добавления анионообменных экстрагентов. Следовало бы пояснить, какой эффект достигается при замене ди-2-этилгексилфосфоной кислоты в «чистом виде» на бинарные экстрагенты.
2. Автор утверждает, что из получаемого в результате реализации предлагаемой технологии чернового скандиевого концентрата в ходе дальнейшей переработки может быть получен высокочистый оксид скандия чистотой от 99,5 до 99,995 %, однако в автореферате отсутствуют какие-либо сведения о том, как предполагается осуществлять эту переработку.

Высказанные замечания не затрагивают существа работы и не влияют на ее положительную оценку.

Исходя из приведенных в автореферате сведений, считаю, что диссертационная работа Хейна Пьея по своему содержанию соответствует паспорту специальности 05.17.02 – технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (технические науки), по актуальности, научной новизне и практической значимости полностью отвечает требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»,

утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), применяемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Хейн Пьей – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Д-р техн. наук, профессор,  
заведующий кафедрой

Блохин Александр Андреевич  
26.11.2018

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»,  
кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе.  
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 26.  
Телефон: (812) 494-92-56,  
e-mail: blokhin@list.ru

Подпись *Блохина Александр Андреевич*  
*Андреевич* удостоверяю  
Начальник отдела кадров *Ширяева ДС*

