

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Пироженко Кирилла Юрьевича на тему «Сорбционное извлечение скандия из возвратных растворов скважинного подземного выщелачивания урана», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Скандий входит в перечень основных видов стратегического минерального сырья Российской Федерации, однако сегодняшний день в России отсутствуют мощности со стабильным производством соединений скандия, что провоцирует рост цен на скандий, ограничивая возможность его применения. В связи с этим новые исследования, касающиеся технологии получения скандия из доступного сырья, являются актуальными.

Диссертационная работа Пироженко К.Ю. посвящена разработке способа сорбционного извлечения скандия из возвратных растворов скважинного подземного выщелачивания урана с содержанием скандия 0,5-2 мг/л. Метод скважинного подземного выщелачивания урана достаточно распространён в мире, поэтому разработка технологии попутного извлечения скандия из возвратных растворов после выделения урана позволит решить проблему стабильного источника сырья для извлечения скандия. Преимущество технологии заключается в отсутствии необходимости перевода скандия в раствор, что удешевляет извлечение скандия за счет снижения расхода реагентов и упрощает технологию.

Экспериментальной части работы предшествует подробный анализ научно-технической литературы по проблеме (с. 9-39), на основании которого сделаны выводы о целесообразности разработки технологической схемы, ориентированной на получение фторида скандия, используемого в производстве алюминиево-скандиевой лигатуры. Главной идеей, положенной в основу разрабатываемой технологии, является использование для извлечения селективных к скандию сорбентов, а для десорбции гидродифторида аммония, что дает возможность отделить скандий от основных сопутствующих элементов, в том числе и радиоактивных, а также выделить его в виде фторидного концентрата, пригодного для получения лигатуры после предварительной доочистки. Такой подход является оригинальным и обоснованным.

К научной новизне работы следует отнести:

- На основе экспериментально полученных данных по равновесию и кинетике сорбции скандия из раствора сернокислотного скважинного подземного выщелачивания урана с использованием фосфорсодержащих сорбентов последнего поколения установлено, что

лучшие сорбционные характеристики имеют иониты Purolite S957 и волокнистый ионит ФИБАН Р-1-3.

- По данным кинетического исследования сорбции скандия на макропористых ионитах Purolite S957, Lewatit TP260 и волокнистом ионите ФИБАН Р-1-3 из сернокислых растворов сульфата скандия установлен внутридиффузионный характер кинетики сорбции скандия для ионитов Lewatit TP260 и Purolite S957 и внешнедиффузионный для волокнистого ионита ФИБАН Р-1-3.
- Изучено равновесие в системе $(\text{NH}_4)_3\text{ScF}_6\text{-NH}_4\text{HF}_2\text{-H}_2\text{O}$ и построены изотермы растворимости гексафторскандиата аммония в растворе гидрофторида аммония в интервале концентраций NH_4HF_2 0,05–3,5 моль/л при температурах 18 и 90°C; установлен инконгруэнтный характер растворимости $(\text{NH}_4)_3\text{ScF}_6$ в исследованных условиях.
- Впервые из раствора гексафторскандиата аммония выделена новая фаза соединения $(\text{NH}_4)_5\text{Sc}_3\text{F}_{14}$, и определены условия ее существования. С применением рентгеноструктурного анализа установлено, что новая фаза имеет тетрагональную решетку (пространственная группа $I41/a$) с периодами $a=0,80843$ нм и $c=2,5177$ нм; определены координаты атомов, длины связей и установлена структура соединения.

Практическая значимость работы:

- В результате исследований, проведенных совместно с сотрудниками ИФОХ НАН Беларуси, разработан новый волокнистый ионит ФИБАН Р-1-3 на основе полиакрилонитрила с аминотетрафосфоновой функциональной группой для извлечения скандия из растворов сложного солевого состава, имеющий высокую селективность к скандию.
- Предложен новый метод десорбции скандия с фосфорсодержащих ионитов 1М раствором гидрофторида аммония. Его использование, по сравнению с известными методами десорбции скандия карбонатами щелочных металлов и фторида аммония, позволяет эффективно проводить процесс без повышения температуры, а также организовать циркуляцию десорбента.
- Разработана принципиальная технологическая схема получения фторида скандия из возвратного раствора скважинного подземного выщелачивания урана, включающая сорбцию скандия с использованием ионита PuroliteS957 или ФИБАН Р-1-3, десорбцию примесей раствором серной кислоты с последующим донасыщением ионита по скандию, десорбцию скандия 1М раствором гидрофторида аммония, сорбцию скандия из десорбата на анионите АВ-17 с десорбцией 1М раствором гидрофторида

аммония, осаждение смеси фторидов скандия фторидом натрия, и получение фторида скандия известным способом.

Укрупненные лабораторные испытания предложенного способа на предприятии ООО Интермикс Мет с использованием растворов скважинного подземного выщелачивания урана одного из предприятий АО Атомредметзолото позволили получить фторидный концентрат с содержанием скандия 9,1% т.е. подтвердили эффективность разработанной схемы.

Обоснованность результатов и сделанных выводов в диссертации определяется использованием комплекса физико-химических исследований (ИК и Мёссбауэровская спектроскопия, РФА, рентгеноструктурный анализ. ионометрия, и др.), а также результатами укрупненно-лабораторных испытаний.

Результаты работы достаточно широко опубликованы в научной литературе и доложены на международных и отечественных конференциях и симпозиумах.

Автореферат отражает содержание диссертации, а опубликованные работы с достаточной полнотой передают ее содержание.

В качестве вопросов и замечаний по диссертации можно отметить следующее:

1. Расчет себестоимости предполагаемой продукции – фторида скандия, проведен весьма условно:

–учтены расходы только по материалам, другие статьи расхода (зарплата, накладные расходы и др.) не рассматривались;

–в расходах по материалам не учтены расходы по технологии переработке фторидного концентрата до чистого фторида скандия, собственно конечного товарного продукта, что говорит о том, что полученная и приведенная в диссертации себестоимость фторида скандия, предназначенная для использования в производстве скандий-алюминиевых лигатур, будет значительно выше.

2. Из приведенных данных не ясно, происходит ли сорбция скандия на поверхности или в объеме ионита ФИБАН?

Учитывая актуальность решаемой проблемы, новизну полученных результатов, их практическую значимость, следует заключить, что работа Пироженко К.Ю. соответствует требованиям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства РФ (24.09.13 №842), а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Данные о рецензенте:

Ученая степень, ученое звание: кандидат технических наук, специальность 05.17.02

«Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

Должность: заместитель генерального директора по науке ООО «ЛИТ» ГК «СКАЙГРАД».

Место работы: Группа компаний «СКАЙГРАД», Лаборатория Инновационных Технологий (ООО «ЛИТ»).

Фамилия, имя, отчество: Галиева Жанетта Николаевна

Адрес места работы: г. Королев Московской области, мкр. Юбилейный,
ул. Пионерская 1/4; тел. + 495 515-21-13, тел. моб. +7-926-076-04-83

Электронная почта: zgalieva@gmail.com.

Заместитель генерального директора

по науке ООО «ЛИТ» ГК «СКАЙГРАД»,

канд. техн. наук



Ж. Н. Галиева

Подпись заместителя генерального директора по науке ООО «ЛИТ» ГК «СКАЙГРАД»,
канд. техн. наук Галиевой Жанетты Николаевны удостоверяю:

Генеральный директор ООО «ЛИТ» ГК «СКАЙГРАД»

А.В. Солодовников

