

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева,

доктор технических наук, профессор

И. В. Воротынцев



25 » сентября 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Тарганова Игоря Евгеньевича на тему: «Сорбция рения и кобальта при комплексной переработке шлифотходов никелевых суперсплавов» по научной специальности 2.6.8 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов выполнена на кафедре технологии редких элементов и наноматериалов на их основе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В процессе подготовки диссертации Тарганов Игорь Евгеньевич, 29 сентября 1997 года рождения, является аспирантом кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева с 01 сентября 2020 года по настоящее время.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 году.

Научный руководитель – доктор технических наук (специальность 05.17.02 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов), профессор, профессор кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева Трошкина Ирина Дмитриевна.

По результатам рассмотрения диссертации Тарганова Игоря Евгеньевича на тему: «Сорбция рения и кобальта при комплексной переработке шлифотходов никелевых суперсплавов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью обеспечения отечественной сырьевой базы соединениями критически важных редких и цветных металлов, которые могут быть получены сорбционным методом при комплексной переработке шлифотходов никелевых суперсплавов.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Впервые изучены сорбционно-десорбционные характеристики комплексообразующего ионита ТВЭКСа-ДИДА, содержащего диизододециламин, и макропористого анионита марки Indion 850 с функциональными группами третичных и четвертичных аминов при извлечении рения и кобальта, соответственно, из растворов комплексной переработки шлифотходов никелевых суперсплавов.

2. Определены кинетические характеристики сорбции рения ТВЭКСом-ДИДА из раствора выщелачивания рения при комплексной переработке шлифотходов никелевых суперсплавов: время полусорбции – $9,90 \cdot 10^2$ с, константа скорости – $6,70 \cdot 10^{-3}$ г·мг⁻¹·мин⁻¹, эффективный коэффициент диффузии – $7,57 \cdot 10^{-12}$ м²/с.

3. Определены кинетические характеристики сорбции кобальта при температуре 70 °С из модельного раствора выщелачивания цветных металлов из шлифотходов никелевых суперсплавов с помощью макропористого анионита марки Indion 850 с функциональными группами третичных и четвертичных аминов: время полусорбции – $2,64 \cdot 10^3$ с, константа скорости – $6,97 \cdot 10^{-5}$ г·мг⁻¹·мин⁻¹, эффективный коэффициент диффузии – $2,56 \cdot 10^{-12}$ м²/с.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

1. Определены оптимальные условия окислительного выщелачивания рения растворами соляной кислоты из шлифотходов рений-никелевого суперсплава.

2. Показана возможность количественного извлечения рения комплексобразующим сорбентом ТВЭКС-ДИДА и кобальта макропористым анионитом Indion 850 из солянокислых растворов комплексной переработки шлифотходов рений-никелевого суперсплава.

3. Предложена блок-схема сорбционного извлечения рения и кобальта при комплексной переработке шлифотходов рений-никелевого суперсплава.

4. Проведены укрупненные лабораторные испытания сорбционного извлечения рения и кобальта из солянокислых растворов выщелачивания шлифотходов рений-никелевого суперсплава с получением перрената аммония и оксида кобальта, что позволяет рекомендовать выбранные в работе сорбенты для комплексной переработки шлифотходов рений-никелевых суперсплавов.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 17 печатных изданиях, в том числе в изданиях из перечня ВАК – 2 статьи, в журналах, входящих в базы данных научного цитирования Scopus – 2 статьи.

Результаты диссертации представлены на 13 международных и всероссийских конференциях, в том числе на Международных конгрессах молодых ученых по химии и химической технологии МКХТ (Москва, 2019 г., 2021 г., 2022 г., 2023 г.), VI и VII Всероссийских конференциях с международным участием «Техническая химия. От теории к практике» (Пермь, 2019 г., 2022 г.), XIX Всероссийской конференции-конкурсе студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (Санкт-Петербург, 2021), 1 и 2-ой международных научно-практических конференциях «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение», Сажинские чтения (Москва, 2021 г., 2022 г.), Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» (Ташкент, Республика Узбекистан, 2022 г.), VI международная научная конференция «Успехи синтеза и комплексобразования»

(Москва, 2022 г.), XX Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов» (Москва, 2023 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Тарганов И.Е., Трошкина И.Д. Кинетика серно-кислотного выщелачивания никеля из шлифотходов ренийсодержащих суперсплавов // Известия вузов. Цветная металлургия. 2021. Т. 27, № 4. С. 24–31. DOI: [dx.doi.org/10.17073/0021-3438-2021-4-24-31](https://doi.org/10.17073/0021-3438-2021-4-24-31). (**Scopus**)
2. Тарганов И.Е., Бардыш А.В., Трошкина И.Д. Сорбция рения из маточных кобальт-никелевых растворов комплексной переработки отходов ренийсодержащих суперсплавов // Журн. прикладн. химии. 2022. Т. 95. Вып. 11–12. С. 1439–1447. DOI: 10.31857/S0044461822110081; EDN: GQZVJH. (**Scopus**)

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. Тарганов И.Е., Солодовников М.А., Трошкина И.Д. Окислительное выщелачивание рения из шлифотходов ренийсодержащих суперсплавов // Известия вузов. Цветная металлургия. 2023. Т. 29. № 5 С. 25–33. DOI: 10.17073/0021-3438-2023-5-25-33 (**ВАК**).
2. Targanov I.E., Buintseva E.A., Troshkina I.D. Sorption of cobalt by anion exchangers from solutions for complex processing of rhenium-containing superalloys waste // Journal of Advanced Materials and Technologies. 2023. Vol. 8. № 3. P. 217–226. DOI: 10.17277/jamt.2023.03.pp.217-226 (**ВАК**).

Публичные доклады на международных и российских научных мероприятиях:

1. Трошкина И.Д., Балановский Н.В., Вацура Ф.Я., Жукова О.А., Пьяе Пьо Аунг, Тарганов И.Е. Импрегнаты и твэкссы в технологии редких элементов // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. XXXIII, № 1 (211). С. 66–67.

2. Вацура Ф.Я., Тарганов И.Е., Субботина И.А., Шляпникова А.А., Жукова О.А., Трошкина И.Д. Сорбция рения импрегнатами на основе вторичных и третичных аминов // Тезисы VI Всероссийской конференции с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященной 85-летию со дня рождения чл.-корр. РАН Ю.С. Клячкина (1934-2000): Сб. тезисов. Пермь: Институт технической химии УРО РАН – филиал ПФИЦ Уро РАН. 2019. С. 99.

3. Вацура Ф.Я., Тарганов И.Е., Кадирбеков А.А., Пьяе Пьо Аунг, Трошкина И.Д. Адсорбционная очистка рафинатов, содержащих амин // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. XXXIII, № 9 (219). С. 37–39.

4. Тарганов И.Е. Растворение ренийсодержащих шлифотходов суперсплава на основе никеля // XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования», 14-16 апреля 2021 г. // Тезисы докладов. Санкт-Петербургский горный университет, 2021. С. 175–177.

5. Тарганов И.Е., Вацура Ф.Я., Трошкина И.Д. Исследование анодного растворения шлифотходов ренийсодержащих суперсплавов // Успехи в химии и химической технологии. 2021. Т. XXXV, № 9 (244). С. 112–114.

6. Тарганов И.Е., Трошкина И.Д., Полькин В.Э., Солодовников М.А. Химическое растворение шлифотходов ренийсодержащих никелевых суперсплавов // Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение. РедМет–2021 («Сажинские чтения»). Сборник тезисов. Москва. 9–10 декабря 2021 г. – Москва: WAYprint, 2021. – 194 с. С. 147–148.

7. Трошкина И.Д., Тарганов И.Е., Гакиев А.Л., Солодовников М.А. Сорбционное извлечение рения импрегнатами // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов». Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент, 12-14 мая 2022 г. 832 с. С. 774–775.

8. Тарганов И.Е., Бардыш А.В., Трошкина И.Д. Сорбция рения из маточных растворов осаждения цветных металлов, образующихся при комплексной переработке отходов ренийсодержащих суперсплавов // Тезисы VII Всероссийской конференции с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященной 50-летию академической науки на Урале.: Сб. тезисов / под ред. Г.В. Черновой; Институт технической химии УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН. Пермь, 2022. 210 с. С. 31.

9. Тарганов И.Е., Гакиев А.Л., Солодовников М.А., Трошкина И.Д. Сорбционное извлечение никеля из растворов выщелачивания ренийсодержащих шлифотходов // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXXVI, № 9 (258). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2022. – 160 с. С. 67–69.

10. Targanov I.E., Troshkina I.D., Gakiev A.L. Features of the kinetics of impregnation of a polymer carrier trialkylamine // The Sixth International Scientific Conference «Advances in Synthesis and Complexing»: the book of abstracts of the Sixth International Scientific Conference «Advances in Synthesis and Complexing». Moscow, RUDN University, 26-30 September 2022 г. – Moscow: RUDN University, 2022. 474 с. С. 414.

11. Тарганов И.Е., Бардыш А.В., Трошкина И.Д. Сорбционное извлечение рения из маточных растворов осаждения никель-кобальтового концентрата при комплексной переработке отходов жаропрочных суперсплавов // 2-ая Международная научно-практическая конференция «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение» памяти академика Н.П. Сажина (РЕДМЕТ–2022) Сборник тезисов. Москва. 23–25 ноября 2022 г. – Москва: АО «Гиредмет», 2022. 412 с. С. 35–36.

12. Тарганов И.Е., Буинцева Е.А., Солодовников М.А., Трошкина И.Д. Сорбционное извлечение кобальта при комплексной переработке отходов ренийсодержащих суперсплавов // Успехи химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXXVII, № 9 (273). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2023. – 141 с. С. 80–82.

13. Тарганов И.Е. Адсорбционное извлечение первичных и третичных алкиламинов из водных растворов // XX Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико- химия и технология неорганических материалов». Сборник трудов. Москва. 17–20 октября 2023 г. – Москва: ИМЕТ РАН, 2023. 354 с. С. 335.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов по направлению исследования: «Получение промежуточных соединений необходимой степени чистоты, гранулометрического состава и т.п. для производства металла или изделий».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Тарганова Игоря Евгеньевича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Тарганову Игорю Евгеньевичу; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Сорбция рения и кобальта при комплексной переработке шлифотходов никелевых суперсплавов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, состоявшемся «21» декабря 2023 года, протокол № 6.

В обсуждении приняли участие: заведующий кафедрой Степанов С.И., профессор Трошкина И.Д., профессор Чижевская С.В., доцент Бояринцев А.В., доцент Жуков А.В. доцент Сафиулина А.М., ассистент Бояринцева Е.В., ассистент Франкив С.О., ассистент Королева Е.О., ведущий специалист аналитического отдела Гиганов В.Г.

Принимало участие в голосовании 10 человек. Результаты голосования: «За» – 10 человек, «Против» – нет, воздержались – нет, протокол № 6 от «21» декабря 2023 г.

Заведующий кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, д.х.н., профессор



Степанов С.И.

Секретарь кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе, ведущий инженер, к.х.н.



Чибрикина Е.И.