

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УРФУ 05.08.19  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА НАУК**

от «19» февраля 2021 г. № 4

о присуждении Рогожникову Денису Александровичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Азотнокислотная переработка полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов» по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите диссертационным советом УрФУ 05.08.19 «02» декабря 2020 г., протокол № 16.

Соискатель, Рогожников Денис Александрович, 1987 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Комплексная гидрометаллургическая переработка многокомпонентных сульфидных промпродуктов» защитил в 2013 г. в диссертационном совете при Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина;

в 2019 г. окончил докторантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов;

работает в должности старшего научного сотрудника кафедры «Metallургия цветных металлов» Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре «Metallургия цветных металлов» Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, старший научный сотрудник, Мамяченков Сергей Владимирович, ФГАОУ ВО «Уральский

федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, кафедра «Металлургия цветных металлов», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

**Немчинова Нина Владимировна**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, кафедра металлургии цветных металлов, заведующая кафедрой;

**Лебедь Андрей Борисович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма Свердловской обл., кафедра металлургии, заведующий кафедрой;

**Мальцев Геннадий Иванович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма Свердловской обл., Исследовательский центр, главный специалист

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 53 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 53 работы, из них 26 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, включая 22 статьи – в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и WoS; 1 патент РФ на изобретение; 1 монография в соавторстве. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 31,5 п.л., авторский вклад – 12,2 п.л.

Список основных публикаций по теме диссертации:

*статьи в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ*

1. Рогожников, Д.А. Азотнокислотное выщелачивание полиметаллических промпродуктов обогащения / **Д.А. Рогожников**, С.В. Карелов, С.В. Мамяченков, О.С. Анисимова // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2013. – № 5. – С. 22-25; 0,2 п.л./0,1 п.л.

*Rogozhnikov, D.A. Nitric acid leaching of polymetallic middlings of concentration / D.A. Rogozhnikov, S.V. Mamyachenkov, S.V. Karelov, O.S. Anisimova // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – April 2013. – Volume 54, Issue 6. – P. 440-442 (Web of Science, Scopus).*

2. **Rogozhnikov, D.A.** Thermodynamics processes of nitric acid leaching of multicomponent middling / Contemporary Engineering Sciences. – 2014. – Volume 7. – P. 1789-1792; 0,2 п.л. (Scopus),

3. Рогожников, Д.А. Оптимальные параметры электроэкстракции меди из нитратсодержащих растворов / Д.А. Рогожников, С.В. Мамяченков, О.С. Анисимова // *Металлург.* – 2015. – № 8. – С. 75-78; 0,2 п.л./0,1 п.л.

*Rogozhnikov, D.A. Optimum parameters of the electroextraction of copper from nitrate-bearing solutions / D.A. Rogozhnikov, S.V. Mamyachenkov, O.S. Anisimova // Metallurgist. – September 2015. – Volume 56, Issue 7-8. – P. 712-717 (Web of Science, Scopus).*

4. Рогожников, Д.А. Кинетические закономерности азотнокислотного выщелачивания многокомпонентных сульфидных промпродуктов / Д.А. Рогожников, С.В. Мамяченков, О.С. Анисимова // *Известия вузов. Цветная металлургия* – 2015. – Спецвыпуск. – С. 26-29; 0,2 п.л./0,1 п.л.

5. **Rogozhnikov, D.A.** Technological research of multicomponent middlings processing I. Technological scheme of sulfide multicomponent middlings leaching / Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, Issue 21-24. – P. 1099-1103 (Scopus), (0,3 п.л.).

6. Рогожников, Д.А. Азотнокислотное выщелачивание медно-цинковых сульфидных промпродуктов / Д.А. Рогожников, С.В. Мамяченков, О.С. Анисимова // *Металлург.* – 2016. – № 2. – С. 94-97; 0,2 п.л./0,1 п.л.

*Rogozhnikov, D.A. Nitric Acid Leaching of Copper-Zinc Sulfide Middlings / D.A. Rogozhnikov, S.V. Mamyachenkov, O.S. Anisimova // Metallurgist. – January 2016. – Volume 60, Issue 1-2. – P. 229-273 (Web of Science, Scopus).*

7. Rogozhnikov, D.A. Polymetallic ore concentration middlings Nitric Acid leaching kinetics / **D.A. Rogozhnikov**, B.V. Kolmachikhin // Solid State Phenomena. – 2017. – 265 SSP. – P. 1065-1070; 0,3 п.л./0,1 п.л. (Scopus).

8. Rogozhnikov, D.A. Research of Polymetallic Sulfide Industrial Waste Nitric Acid Treatment / **D.A. Rogozhnikov**, A.A. Shoppert, O.A. Dizer // KnE Materials Science. – 2017. – P. 174-181; 0,4 п.л./0,2 п.л. (Web of Science).

9. Рогожников, Д.А. Исследование закономерностей процесса выщелачивания сульфатизированных огарков обжига медно-цинковых промпродуктов / А.М. Паньшин, С.В. Мамяченков, Д.Л. Тропников, О.С. Анисимова, **Д.А. Рогожников** // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 2017. – № 3. – С. 23-30; 0,4 п.л./0,1 п.л.

*Rogozhnikov, D.A. Improvement of Sulfatizing Roasting of Refractory Copper-Zinc Sulphide Raw Material / A.M. Panshin, S.V. Mamyachenkov, D.L. Tropnikov, O.S. Anisimova, D.A. Rogozhnikov // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – April 2017. – Volume 58, Issue 4. – P. 345-350 (Web of Science, Scopus).*

10. Рогожников, Д.А. Азотнокислотное вскрытие упорных сульфидных концентратов, содержащих благородные металлы / **Д.А. Рогожников**, Р.Э. Русалев, О.А. Дизер, С.С. Набойченко // Цветные металлы. – 2018. – № 12. – С. 38-43; 0,3 п.л./0,1 п.л.

*Rogozhnikov, D.A. Nitric acid loosening of rebellious sulphide concentrates containing precious metals / D.A. Rogozhnikov, R.E. Rusalev, O.A. Dizer, S.S. Naboichenko // Tsvetnye Metally. – January 2019. – Volume 16. – P. 38-44 (Scopus).*

11. Rogozhnikov, D.A. Investigation of complex treatment of the gold-bearing antimony flotation concentrate / R.E. Rusalev, **D.A. Rogozhnikov**, A.A. Koblik // Solid State Phenomena. – 2018. – 284 SSP. – P. 863-869; 0,4 п.л./0,2 п.л. (Scopus).

12. Rogozhnikov, D.A. Leaching kinetics of sulfides from refractory gold concentrates by nitric acid / **D.A. Rogozhnikov**, A.A. Shoppert, O.A. Dizer,

K.A. Karimov, R.E. Rusalev, // Metals. – April 2019. – Volume 9, Issue 4, № 465. 0,8 п.л./0,3 п.л. (Web of Science, Scopus).

13. Rogozhnikov, D.A. Increased As adsorption on maghemite-containing red mud prepared by the alkali fusion-leaching method / A.A. Shoppert, I.V. Loginova, **D.A. Rogozhnikov**, K.A. Karimov, L.I. Chaikin // Minerals. – January 2019. – Volume 9, Issue 1, № 60. 0,8 п.л./0,2 п.л. (Web of Science, Scopus).

14. Rogozhnikov, D.A. Leaching kinetics of arsenic sulfide-containing materials by copper sulfate solution / K.A. Karimov, **D.A. Rogozhnikov**, E.A. Kuzas, A.A. Shoppert // Metals. – December 2019. – Volume 10, Issue 1, № 7. 1,0 п.л./0,3 п.л. (Web of Science, Scopus).

15. Rogozhnikov, D.A. Effect of preliminary alkali desilication on ammonia pressure leaching of low-grade copper-silver concentrate / K.A. Karimov, A.A. Shoppert, **D.A. Rogozhnikov**, E.A. Kuzas, S.V. Zakhar'yan, S.S. Naboichenko // Metals. – June 2020. – Volume 10, Issue 6, № 812. 0,9 п.л./0,3 п.л. (Web of Science, Scopus).

#### *Патент*

16. Способ переработки сурьмусодержащего сырья: пат. № 2682365 Рос. Федерация : МПК С22В 3/46, С22В 30/02 / Лобанов В.Г., Бошняк М.В., Наумов К.Д., Рогожников Д.А., Русалев Р.Э. ; патентообладатель ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина". – № 2018113042; заяв. 10.04.2018; опубл. 19.03.2019, Бюл. №8.

#### *Монография*

17. Рогожников, Д.А. Азотнокислотная переработка сульфидного сырья цветных металлов / **Д.А. Рогожников**, О.А. Дизер, К.А. Каримов, А.А. Шопперт, Е.А. Кузас, С.В. Захарьян; под ред. С.С. Набойченко. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2020. – 242 с. (13,4 п.л./4,6 п.л.).

На автореферат поступили отзывы:

1. Богатыревой Елены Владимировны, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры цветных металлов и золота ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,

г. Москва. Содержит замечания и вопросы, связанные с определением лимитирующих стадий исследуемых процессов, выбора реагентов для осаждения мышьяка.

2. Калашниковой Марии Игоревны, доктора технических наук, заведующей лабораторией гидрометаллургии ООО «Институт Гипроникель», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы, связанные с операциями утилизации нитрозных газов; выделения меди, цинка и мышьяка из растворов выщелачивания.

3. Блохина Александра Андреевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)». Содержит замечания и вопросы, связанные с эффективностью улавливания нитрозных газов; последовательностью извлечения компонентов, чистотой получаемых продуктов.

4. Юхина Юрия Михайловича, доктора технических наук, профессора, руководителя группы неорганического синтеза, главного научного сотрудника ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск. Содержит замечания, связанные с аппаратурной схемой предлагаемой технологии; способами осаждения меди и цинка из растворов.

5. Захарьяна Семена Владимировича, доктора технических наук, главного инженера Опытного гидрометаллургического завода ТОО «Казахмыс Смэлтинг», г. Караганда. Содержит вопросы, связанные с остаточным содержанием нитрат-ионов в растворе после азотнокислотного выщелачивания; выбором железа (III) и пирита в качестве дополнительных реагентов при проведении кинетических исследований.

6. Кузьмина Владимира Ивановича, доктора химических наук, заведующего лабораторией гидрометаллургических процессов, и Белоусова Олега Владиславовича, кандидата технических наук, старшего научного

сотрудника лаборатории гидрометаллургических процессов ФГБУН Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Красноярск. Содержит вопросы и замечания, связанные с анализом исследуемых объектов и представительностью проб; точностью определения порядков в кинетических уравнениях.

7. Сабирзянова Наиля Аделевича, доктора технических наук, заведующего лабораторией химии гетерогенных процессов, главного научного сотрудника ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, связанные с распространением результатов исследований на переработку техногенного сырья; практических мероприятий по снижению выбросов.

8. Короля Юрия Александровича, кандидата технических наук, вице-президента по контроллингу за производством и инвестициям АО «Русская медная компания», г. Екатеринбург. Содержит замечания, связанные с необходимостью сравнения разработанного процесса с известными в мире, использующими азотную кислоту; отрицательным влиянием избытка пирита на растворение сырья.

9. Фоменко Ильи Владимировича, кандидата технических наук, генерального директора ООО «Научно-исследовательский центр «Гидрометаллургия», г. Санкт-Петербург. Отзыв содержит вопросы и замечания, связанные с трактовкой результатов исследований, полученных при помощи диаграмм Пурбэ; использованием чистого кислорода для процесса окисления монооксида азота.

10. Якорнова Сергея Александровича, кандидата технических наук, заместителя технического директора по металлургии - начальника управления стратегического планирования ОАО «Уральская горно-металлургическая компания», г. Верхняя Пышма. Содержит замечания и вопросы, связанные с поведением мышьяка, элементной серы и цветных металлов при

выщелачивании; возможностью предварительного тонкого измельчения концентрата.

11. Булатова Константина Валерьевича, кандидата технических наук, генерального директора АО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, связанные с поведением свинца в исследуемых условиях; вероятностью внешнедиффузионных затруднений подвода реагентов и отвода продуктов реакций в жидкой фазе.

12. Тимофеева Константина Леонидовича, кандидата технических наук, начальника Технического отдела инженерно-производственного управления, и Мاستюгина Сергея Аркадьевича, доктора технических наук, главного технолога Технического отдела инженерно-производственного управления АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма Свердловской обл. Содержит вопросы, связанные с альтернативными вариантами поглотителей при абсорбции нитрозных газов; образованием ионов железа и мышьяка в высших степенях валентности.

13. Каримовой Люции Монировны, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории металлургии ТОО «КазГидроМедь», г. Караганда. Содержит вопросы, связанные с анализом золота в материалах при проведении минералогических исследований; выбором математических моделей для описания процесса абсорбции нитрозных газов.

14. Богданова Владимира Ивановича, кандидата технических наук, академика РИА, советника генерального директора по техническим вопросам АО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов», г. Верхняя Пышма Свердловской обл. Содержит вопросы, связанные с оценочной стоимостью газоочистной составляющей технологии азотнокислотного выщелачивания; применением технологий гравитационного их обогащения.

15. Ибраева Иршека Кажикаримовича, доктора технических наук, профессора, академика МАИН, члена-корреспондента РАЕ, профессора кафедры «Нанотехнологии и металлургия» НАО «Карагандинский технический университет», г. Караганда. Содержит вопросы, связанные с

осуществлением разделения твердой и жидкой составляющих пульпы после сорбционного цианирования; определением лимитирующей стадии процессов окисления низших оксидов азота.

16. Акинфиева Николая Николаевича, доктора химических наук, главного научного сотрудника лаборатории геохимии, и Викентьева Ильи Владимировича, доктора геолого-минералогических наук, главного научного сотрудника лаборатории геологии рудных месторождений ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, г. Москва. Отзыв содержит замечания, связанные с возможностью применения технологических процессов сверхтонкого измельчения; пояснениями к полуэмпирическим уравнениям для описания кинетики выщелачивания.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью и широкой известностью в области гидрометаллургических процессов цветной металлургии, в частности, в области разработки и исследования гидрометаллургических технологий извлечения цветных металлов, что подтверждается публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения, позволившие уточнить физико-химические основы гидрохимического растворения сульфидов с использованием азотной кислоты, получить новые данные о термодинамике, кинетике и механизмах процессов выщелачивания, переработки образующихся полупродуктов с получением безопасных отходов и высокорентабельной продукции цветных и благородных металлов. Разработанные технологические решения по гидрометаллургической переработке подобного сложного сырья отвечают современным требованиям

экологической и экономической эффективности и вносят значительный вклад в социально-экономическое развитие страны.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку, наиболее значимые из которых:

- впервые установлен механизм влияния сульфидной серы в исходном выщелачиваемом концентрате на скорость и основные кинетические показатели изучаемых процессов азотнокислотного растворения, что позволяет минимизировать пассивацию поверхности растворяемых сульфидных частиц;

- выявлены особенности механизмов растворения арсенопирита в азотнокислых средах в присутствии ионов Fe (III) и минерала пирита. Показано, что увеличение концентрации азотной кислоты и ионов Fe (III) за счет повышения окислительного потенциала системы позволяет интенсифицировать процесс выщелачивания;

- разработан новый метод воздействия на процесс азотнокислотного растворения арсенопирита при введении в систему пирита, позволяющего минимизировать возникающие вследствие образования элементной серы внутридиффузионные затруднения за счет его каталитического действия, обусловленного предоставлением альтернативной поверхности для восстановления нитрат-ионов при их контакте с арсенопиритом;

- получены новые закономерности азотнокислотного растворения компактного образца арсенопирита; выявлены основные параметры, обеспечивающие переход процесса в режим внутренней диффузии, что связано с образованием сплошных пассивирующих слоев элементной серы на поверхности растворяемого минерала.

Научные результаты, полученные в работе, апробированы в экспериментальных и опытно-промышленных масштабах. Разработана комплексная азотнокислотная технология переработки полиметаллического

упорного сульфидного сырья цветных металлов, обеспечивающая высокие показатели извлечения целевых компонентов в готовую продукцию при выщелачивании и последующей переработке полупродуктов. Представлены новые методы осаждения труднорастворимых стабильных мышьяксодержащих соединений, пригодных для захоронения. Предложено аппаратное оформление стадии улавливания нитрозных газов, обеспечивающее высокую степень регенерации азотной кислоты.

Результаты диссертационной работы использованы при проектировании и освоении Опытного гидрометаллургического завода на территории Жезказганского медеплавильного завода ТОО «Казахмыс Смэлтинг» (г. Караганда), что подтверждено соответствующими актами проведения опытно-промышленных испытаний, внедрения технологии, заключения об экономической эффективности.

На заседании 19 февраля 2021 г. диссертационный совет УрФУ 05.08.19 принял решение присудить Рогожникову Д.А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 05.08.19 в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17 против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

УрФУ 05.08.19

Набойченко Станислав Степанович

Ученый секретарь

диссертационного совета

УрФУ 05.08.19

Сулицин Андрей Владимирович

19.02.2021 г.