

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УРФУ 2.6.03.08
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «15» ноября 2024 г. № 12

о присуждении Головкину Дмитрию Игоревичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Гидрометаллургическая переработка золотосодержащих концентратов двойной упорности» по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.03.08 «09» октября 2024 г., протокол № 10.

Соискатель, Головкин Дмитрий Игоревич, 1995 года рождения, в 2019 г. окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия;

в 2023 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов (Metallургия черных, цветных и редких металлов);

работает в должности младшего научного сотрудника Научной лаборатории перспективных технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья цветных и черных металлов Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена в Научной лаборатории перспективных технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья цветных и черных металлов и 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 руководитель – доктор технических наук, доцент, **Рогожников Денис Александрович**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, Научная лаборатория перспективных технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья цветных и черных металлов, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

Петров Георгий Валентинович – доктор технических наук, доцент, ООО «Технолит», г. Санкт-Петербург, генеральный директор;

Тимофеев Константин Леонидович – доктор технических наук, АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма Свердловской обл., Инженерно-производственное управление, технический отдел, начальник отдела;

Федоров Сергей Андреевич – кандидат технических наук, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория пирометаллургии цветных металлов, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах, определённых ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science; 1 патент РФ на способ переработки. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 5,2 п.л., авторский вклад – 1,8 п.л.

Список основных публикаций

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определённых ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. Rusalev, R. Development of a two-stage hydrometallurgical technology for processing gold-antimony concentrate from the Olimpiadinskoe deposit /

R. Rusalev, D. Rogozhnikov, O. Dizer, **D. Golovkin**, K. Karimov // Materials. – 2023. – Vol. 16(13). – № 4767. 1,1 п.л./0,4 п.л. (Scopus/Web Of Science).

2. Shklyayev, Y. Kinetics of nitric acid leaching of bornite and chalcopyrite / Y. Shklyayev, O. Dizer, T. Lugovitskaya, **D. Golovkin**, D. Rogozhnikov // Chimica Techno Acta. – 2023. – Vol. 10(4). – № 202310410. 0,3 п.л./0,1 п.л. (Scopus).

3. Rusalev, R. Reducing of Gold Loss in Processing Au-Sb Sulfide Concentrates / R. Rusalev, **D. Golovkin**, D. Rogozhnikov // AIP "Proceedings of the 16th International Conference on Industrial Manufacturing and Metallurgy". – 2022. – V. 2456. – № 020040. 0,6 п.л./0,2 п.л. (Scopus).

4. Karimov, K. Deposition of Arsenic from Nitric Acid Leaching Solutions of Gold–Arsenic Sulphide Concentrates / K. Karimov, D. Rogozhnikov, E. Kuzas, O. Dizer, **D. Golovkin**, M. Tretiak // Metals. – 2021. – V. 11(6). – № 889. 1,5 п.л./0,3 п.л. (Scopus/ Web Of Science).

Патент:

5. Патент 2824166 РФ. Способ переработки углистых золотосодержащих концентратов: опубл. 06.08.2024 / Д.А. Рогожников, Т.Н. Луговицкая, **Д.И. Головкин**, О.А. Дизер; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО УрФУ. – Изобретения. Полезные модели. – Бюл. № 22. 2024. – 9с.

На автореферат поступили отзывы:

1. Захарьяна Семена Владимировича, доктора технических наук, консультанта по гидрометаллургии ТОО «Фрагмит Евразия», Республика Казахстан, г. Караганда. Содержит замечания об отсутствии данных о влиянии лигносульфоната натрия на переработку азотнокислых растворов и составов получаемых продуктов.

2. Краюхина Сергея Александровича, кандидата технических наук, директора по науке НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма Свердловской обл. Содержит вопросы и замечания, касающиеся предельной концентрации хлорид-ионов в растворах азотнокислого выщелачивания и требований по дополнительной очистке

исходной и оборотной воды; возможности регенерации азотной кислоты из отработанных растворов; низкого извлечения золота в сравнении с традиционными схемами.

3. Лебеда Андрея Борисовича, доктора технических наук, старшего научного сотрудника, заведующего кафедрой металлургии НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма Свердловской обл. Содержит замечания, касающиеся влияния серы на диффузию реагентов; переработки получаемых растворов.

4. Морозова Юрия Петровича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Обогащения полезных ископаемых» ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург. Содержит замечания, требующие пояснения выбора ПАВ в предлагаемой технологии; описания химизма процессов; использования термина «извлечение» вместо «степень извлечения».

5. Русалева Ростислава Эдуардовича, кандидата технических наук, менеджера проектов ООО «НОРД Инжиниринг», г. Москва. Содержит вопросы о марке угля и обосновании метода выщелачивания золота; применении ионообменных смол; определении соединений, связанных с хлорид-ионами и способе отмывки концентрата.

6. Фоменко Ильи Владимировича, кандидата технических наук, генерального директора ООО «Научно-исследовательский центр «Гидрометаллургия», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы и замечания об отсутствии практического применения азотной кислоты в качестве основного окислителя; проведении экспериментов по определению механизма разрушения углистого вещества под действием лигносульфаната; удельном расходе цианида.

7. Юхина Юрия Михайловича, доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией синтеза и физико-химического анализа функциональных материалов ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения

Российской академии наук, г. Новосибирск. Содержит замечания об отсутствии входных данных в таблицах 3 и 6; вопрос об улавливании нитрозных газов с последующей регенерацией азотной кислоты.

8. Якорнова Сергея Александровича, доктора технических наук, первого заместителя технического директора ОАО «Уральская горно-металлургическая компания», г. Верхняя Пышма Свердловской обл. Содержит вопросы о регенерации азотной кислоты и её сквозной степени использования; образовании отходов и их класса опасности; вывода хлорид-ионов из цикла кислотной обработки, и замечание о заниженных расчётных значениях кажущейся энергии активации.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью и широкой известностью в области гидрометаллургических процессов извлечения благородных и цветных металлов при переработке минерального сырья, что подтверждается публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения по извлечению золота из сульфидного сырья двойной упорности, которые отвечают современным требованиям охраны окружающей среды 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:

- предложен и обоснован новый подход к атмосферному азотнокислотному выщелачиванию упорного золотосульфидного

концентрата, основанного на использовании анионоактивного полимерного ПАВ – лигносульфоната, позволяющего значительно интенсифицировать процесс выщелачивания;

- установлены кинетические закономерности процесса азотнокислотного вскрытия пирита и арсенопирита, входящего в состав исследуемого концентрата, в присутствии ПАВ. Показано, что добавка ПАВ позволяет интенсифицировать процесс выщелачивания и изменить механизм процесса, что проявляется в снижении энергии активации до 10,5 кДж/моль для арсенопирита и 14,1 кДж/моль для пирита (в сравнении с 38,7 и 38,1 кДж/моль без ПАВ), увеличении эмпирических порядков по концентрации азотной кислоты с 1,37 и 1,72 до 2,45 и 2,69 соответственно, а также в изменении морфологии частиц кека;

- определены закономерности функционального действия ПАВ по адсорбционно-расклинивающему и эмульгирующему механизмам. Показано, что введение ПАВ вследствие адсорбции и диспергирования частиц концентрата позволяет увеличить извлечение золота с 68 до 90 %.

Научные результаты, полученные в работе, апробированы в условиях Научной лаборатории перспективных технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья цветных и черных металлов в Уральском федеральном университете. Определены оптимальные параметры азотнокислотного выщелачивания концентрата месторождения Маломыр (концентрация HNO_3 5 моль/дм³, соотношение Ж:Т = 6:1, продолжительность 60 мин) с целью максимального вскрытия сульфидной матрицы и высвобождения золота для последующего эффективного цианирования. При этом удалось достичь степени растворения пирита и арсенопирита более 96 %. Показано положительное влияние добавки лигносульфоната ($C_{\text{ЛС}} = 0,5$ г/дм³) в процессе азотнокислотного выщелачивания на последующее извлечение золота цианированием; степень извлечения золота возросла с 68 % до 90 %. Предложена принципиальная технологическая схема переработки упорного золотосульфидного концентрата месторождения Маломыр (Амурская обл.,

Селемджинский р-н,) включающая в себя кислотную отмывку, вскрытие сульфидных золотоносных минералов азотной кислотой с добавлением лигносульфоната, что обеспечивает высвобождение золота из сульфидной матрицы для его последующего извлечения традиционными методами; осаждение железа и мышьяка на 99,9 % из продуктивного раствора азотнокислотного выщелачивания. Выполнена технико-экономическая оценка переработки исследуемого концентрата по предложенной технологической схеме.

Результаты исследования имеют существенное значение для практической реализации на различных золотодобывающих предприятиях РФ, в том числе: ПАО «Полюс» (г. Москва), АО «Полиметалл» (г. Санкт-Петербург), ОАО «УГМК» (г. Верхняя Пышма), так как позволят повлиять на промышленное вовлечение в переработку упорного углистого сырья с целью достижения высоких показателей извлечения драгоценного металла.

На заседании 15 ноября 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.03.08 принял решение присудить Головкину Д.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.03.08 в количестве 14 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета УрФУ 2.6.03.08

 Шешуков Олег Юрьевич

Ученый секретарь

диссертационного совета
УрФУ 2.6.03.08

 Шопперт Андрей Андреевич

15.11.2024 г.