

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 июня 2019 г. № 9

О присуждении Наумову Константину Дмитриевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Теоретические и технологические основы осаждения золота из цианистых растворов крупнодисперсным цинком» по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов принята к защите 03 апреля 2019 г. (протокол заседания № 5), диссертационным советом Д 212.285.05, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Наумов Константин Дмитриевич, 1992 года рождения, в 2015 г. окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия; обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению 22.06.01 Технологии материалов (Metallургия чёрных, цветных и редких металлов), предполагаемый срок окончания аспирантуры – 31.08.2019 г.; работает в должности учебного

мастера 2 категории кафедры металлургии цветных металлов Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

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

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, Лобанов Владимир Геннадьевич, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, кафедра «Металлургия цветных металлов», доцент.

Официальные оппоненты:

Лебедь Андрей Борисович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, НЧОУ ВО «Технический университет УГМК» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область), кафедра металлургии, заведующий кафедрой;

Халезов Борис Дмитриевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), группа гидрометаллургии, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск – в своем положительном отзыве, подписанном Немчиновой Ниной Владимировной, доктором технических наук, профессором, заведующей кафедрой металлургии цветных металлов, и Кузьминой Мариной Юрьевной, кандидатом химических наук, доцентом, доцентом кафедры металлургии цветных металлов, указала, что диссертация Наумова К.Д. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на

современном научном уровне, обладающей научной новизной и практической значимостью, что позволяет считать, что диссертация отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy of black, colored and rare metals.

Соискатель имеет 22 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 3 патентов РФ на изобретение; 4 тезисов докладов, опубликованных в сборниках материалов международных научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 3,3 п.л., авторский вклад – 1,65 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК:

1. Наумов, К. Д. Электроэкстракция золота из цианистых растворов с применением трехмерных катодов / К. Д. Наумов, В. Г. Лобанов, Я. Д. Зелях // *Металлург*, - 2017. - № 3. - С. 79-83 (0.4 п.л./0.2 п.л.).

Naumov, K. D. Gold Electrowinning from Cyanide Solutions Using Three-Dimensional Cathodes / K. D. Naumov, V. G. Lobanov, Y. D. Zelyakh // Metallurgist. - July 2017. - Volume 61, Issue 3–4. – PP. 249–253 (Scopus, Web of Science).

2. Naumov, K. D. Technogenic Zinc Usage Possibilities Investigation for Gold Cementation / K. D. Naumov, V. G. Lobanov, Y. D. Zelyah, S. A. Yakornov, D. Y. Skopin // *KnE Materials Science (Technogen-2017)*. - 2017. - PP 28-33; 0.2 п.л./0.1 п.л. (Web of Science).

3. Якорнов, С. А. Применение электролитических цинковых порошков для цементации золота из цианистых растворов / С. А. Якорнов, К. Д. Наумов, В. Г. Лобанов, П. А. Козлов, Я. Д. Зелях, И. М. Крутиков, Д. Ю. Скопин, Д. А. Ивакин. // *Металлург.* - 2018. - № 5. - С. 50-55 (0.4 п.л./0.2 п.л.).

Yakornov, S. A. Use of Electrolytic Zinc Powder for Cementation of Gold from Cyanide Solutions / S. A. Yakornov, K. D. Naumov, V. G. Lobanov, P. A. Kozlov, Ya. D. Zelyakh, I. M. Krutikov, D. Yu. Skopin, D. A. Ivakin // Metallurgist. - September 2018. - Volume 62, Issue 5–6. - PP 456–463 (Scopus, Web of Science).

4. Naumov, K. D. Gold electroextraction fundamentals using zinc three-dimensional cathode / K. D. Naumov, V. G. Lobanov // *Solid State Phenomena.* - October 2018. - Volume 284. - PP 850-855; 0.29 п.л./0.2 п.л. (Scopus).

Патенты:

5. Способ извлечения благородных металлов из растворов : пат. № 2640212 Рос. Федерация : МПК С22В 11/00, С22В 3/46, С25С 1/20 / Лобанов В. Г., Наумов К. Д., Набиуллин Ф. М., Начаров В. Б., Третьяков А. В., Филонов Н. А., Маковская О. Ю. ; патентообладатель ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет Имени первого Президента России Б.Н. Ельцина". - № 2016121591 ; заявл. 31.05.2016 ; опубл. 27.12.2017, Бюл. № 36.

6. Способ извлечения благородных металлов из цианистых растворов : пат. № 2645168 Рос. Федерация : МПК С22В 11/00, С22В 3/46 / Лобанов В.Г., Наумов К.Д. Зелях Я.Д., Маковская О.Ю., Старков А.М. ; патентообладатель ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет Имени первого Президента России Б.Н. Ельцина". - № 2016151995 ; заявл. 27.12.2016 ; опубл. 16.02.2018, Бюл. № 5.

7. Способ извлечения металлов из растворов : пат. № 2675135 Рос. Федерация : МПК С22В 11/00, С22В 3/46 / Лобанов В.Г., Наумов К.Д. Зелях Я.Д., Крутиков И.М., Мошечкова Л.А. ; патентообладатель ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет Имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина". - № 2018119656 ; заявл. 28.05.2018 ; опубл. 17.12.2018, Бюл. № 35.

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. Газалеевой Галины Ивановны, д-ра техн. наук, заведующего отделом рудоподготовки и специальных методов исследования, и Мусаева Владимира Вахабовича, канд. техн. наук, заведующего лабораторией гидрометаллургии ОАО «Научно-исследовательский и проектный институт обогащения и механической обработки полезных ископаемых», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся распространённости цементации на практике и потенциалов разряда анионов цинка на поверхности свежесажённого и тонкодисперсного порошков цинка.

2. Петрова Георгия Валентиновича, д-ра техн. наук, профессора кафедры металлургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся применимости щелочного вскрытия к цинксодержащим пылям и возможности промышленной реализации процесса электроцементации.

3. Ногаевой Кулжамал Абдраимовны, д-ра техн. наук, профессора, заведующей кафедрой «Металлургия и металлургические процессы» Института горного дела и горных технологий имени академика У. Асаналиева при Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан. Содержит вопросы и замечания, касающиеся количественных показателей цементации и электроцементации золота с применением различных цинковых порошков.

4. Филонова Николая Александровича, главного технолога ООО «Березовский рудник», г. Березовский, Свердловская обл. Содержит вопросы и замечания, касающиеся расхода электролизного цинкового порошка при цементации и окисления свободного цианида при электроцементации золота.

5. Якорнова Сергея Александровича, канд. техн. наук, заместителя технического директора – начальника управления стратегического

планирования ООО «УГМК-Холдинг», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл. Содержит вопросы и замечания об удельной скорости цементации золота, расходе цинка при электроцементации, константах скоростей элементарных стадий при электроцементации, содержании золота в получаемых осадках и экономическом эффекте применения дендритных порошков.

6. Нафталя Михаила Нафтольевича, канд. техн. наук, заместителя директора ООО «Научно-производственное предприятие КВАЛИТЕТ», г. Люберцы. Содержит вопросы и замечания, касающиеся способов электроэкстракции золота с применением инертных насыпных катодов, применимости полученной модели для цементации золота в режиме кипящего слоя.

7. Богданова Владимира Ивановича, канд. техн. наук, советника генерального директора АО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл. Содержит вопрос, касающийся сравнения эффективности простой цементации и электроцементации при осаждении золота из цианистых растворов.

8. Казакова Александра Сергеевича, канд. хим. наук, доцента, директора ООО «Научно-производственное объединение «Металлы Урала», г. Екатеринбург. Содержит вопрос, касающийся контроля и причин разной динамики цементационного осаждения золота для разных цинковых порошков.

9. Ермакова Александра Владимировича, канд. техн. наук, генерального директора АО «Уральские Инновационные Технологии», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся состава электролизного порошка, удельной поверхности освинцованных порошков, составе исследуемых растворов, состава получаемых цементатов, опасности выделения водорода при электроцементации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями среди научно-технической общественности и специалистов в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области гидрометаллургических способов получения цветных и благородных металлов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **установлены** физико-химические свойства дендритных порошков, полученных электроэкстракцией из щелочного раствора, и закономерности влияния этих свойств на показатели цементационного осаждения золота из цианистых растворов;
- **определены** кинетические показатели восстановления золота дендритными цинковыми порошками;
- **установлен** механизм восстановления золота при комбинировании электроэкстракции и цементации с применением цинковых объёмных электродов;
- **предложены** параметры морфологии объёмного цинкового катода, характеризующиеся высокой эффективностью электроцементационного осаждения золота.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **установлена** константа скорости цементации с применением дендритного цинкового порошка, которая в 1.3-1.6 раз превышает константу скорости, полученную при восстановлении золота сферическим мелкодисперсным цинковым порошком;
- **определена** и объяснена причина меньшего гидравлического сопротивления дендритного порошка в условиях перколяционной модели взаимодействия цинка и золотосодержащего раствора;
- **предложен** механизм электроцементации, при котором внешняя поляризация цинкового катода в цианистых золотосодержащих средах

сопровождается переосаждением цинка, что позволяет сократить расход металла-цементатора и увеличить интенсивность осаждения золота;

- **установлен** потенциал ($\sim -1.16\text{В} - -1.2\text{В}$ (НВЭ)), достаточный для протекания механизма электроцементации из растворов с содержанием 50 мкмоль/дм^3 золота, 0.04 моль/дм^3 свободного цианида;
- **показано**, что с увеличением активной площади поверхности объёмного цинкового катода, по причине неравномерности распределения потенциала, минимизируется количество участков, обладающих достаточным потенциалом для восстановления цинка.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **предложен** метод цементационного осаждения золота на установках типа Меррилл-Кроу, который позволит повысить производительность агрегатов за счёт увеличения толщины слоя цинка и снизить нагрузку на насосное оборудование, заключающийся в применении дендритных цинковых порошков без смешения с инертными пористыми добавками. Гидропроницаемость слоя в рамках данного подхода будет обеспечена физическими свойствами самого порошка;
- **разработан и научно обоснован** способ цементации золота в режиме кипящего слоя с механическим малоинтенсивным перемешиванием. Выявлены степени влияния ключевых факторов, а именно: крупность частиц, интенсивность перемешивания, удельная скорость подачи раствора;
- **разработана** и опробована технология электроцементационного осаждения золота с применением дисперсного цинкового катода в режимах кипящего слоя и перколяции;
- **установлено**, что катодная поляризация цинкового порошка при помощи внешнего источника электрического тока позволяет сократить удельные операционные затраты, а также повысить степень извлечения золота из раствора.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью поставленных задач, использованием современных методов исследований; применением современной вычислительной техники и программного обеспечения, сертифицированной контрольно-измерительной аппаратуры; методов математической статистики для систематизации экспериментальных данных;

выявленные физико-химические закономерности соответствуют известным положениям физической химии, электрохимии, закономерностям гидрометаллургических процессов и подтверждаются экспериментальными данными, полученными диссертантом;

установлены: непротиворечивость полученных результатов и выводов; сходимость теоретических и экспериментальных результатов, полученные автором результаты согласуются с данными зарубежного и отечественного опыта.

Личный вклад соискателя заключается в научно-теоретическом обосновании, формировании цели и направления исследований, выполнении лабораторных и полупромышленных исследований, анализе и обобщении полученных результатов, поиске закономерностей, подготовке научных публикаций и текста диссертации.

Диссертационная работа Наумова К.Д. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные технологические решения в области гидрометаллургии благородных металлов, вносящие существенный вклад в развитие экономики Российской Федерации.

На заседании 11.06.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Наумову К.Д. ученую степень кандидата технических наук.


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета


Набойченко Станислав Степанович


Сулицин Андрей Владимирович

«11» июня 2019 г.