

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.307.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 декабря 2022 г. № 273

О присуждении **Набиулину Руслану Нурловичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Низкотемпературное атмосферное окисление сульфидных золотомедных флотоконцентратов» по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

принята к защите 30 сентября 2022 г. (протокол заседания № 61) диссертационным советом 24.2.307.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83 (Приказ от 02.11.2012 № 714/нк о создании совета, приказ от 24.03.2021 № 256/нк о возобновлении работы совета).

Соискатель **Набиулин Руслан Нурлович**, 11 августа 1992 года рождения.

В 2015 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по специальности «Metallургия цветных металлов», в декабре 2015 года

поступил в аспирантуру акционерного общества «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов» на очную форму обучения, год окончания обучения в аспирантуре – 2018, работает научным сотрудником в лаборатории металлургии акционерного общества «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов».

Диссертация выполнена в лаборатории металлургии акционерного общества «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов».

Научный руководитель – доктор технических наук, **Баликов Станислав Васильевич**, главный научный сотрудник акционерного общества «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов».

Официальные оппоненты:

Шумилова Лидия Владимировна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЗабГУ»), кафедра водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности, профессор;

Лобанов Владимир Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»), кафедра металлургии цветных металлов, доцент;

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (ФГБОУ ВО «СПГУ)**, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанным Бажиным

Владимиром Юрьевичем, доктором технических наук, профессором, кафедра металлургии, заведующим кафедрой и утвержденном Пашкевич Натальей Владимировной, доктором экономических наук, профессором, первым проректором ФГБОУ ВО «СПГУ» указала, что диссертация Набиулина Р.Н. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, на современном научном уровне, содержит результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью для предприятий цветной металлургии, занимающихся вопросами переработки сульфидных руд и концентратов, содержащих золото и цветные металлы. Это позволяет считать, что диссертация Набиулина Р.Н. соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор – Набиулин Руслан Нурлович – достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы, в сборниках научных трудов и материалах конференций опубликовано 6 работ, выдан 1 патент РФ на изобретение. Авторский вклад соискателя в научные публикации заключается в проработке известных теоретических и практических опубликованных данных по тематике диссертации, обработке результатов эксперимента, оформлении и подготовке материалов к публикации; вклад составляет 77 %. Объем научных статей – 3,44 печатных листа.

В опубликованных работах представлены результаты по изучению вещественного состава, фазового анализа золотомедного флотоконцентрата на золото, показатели лабораторных исследований технологии атмосферного окисления. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

1. **Набиулин, Р.Н.** Атмосферное окисление золотомедного флотоконцентрата / **Р.Н. Набиулин**, А.В. Богородский, С.В. Баликов, Емельянов Ю.Е. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. Т. 10. № 1. – Красноярск. – 2017. – С. 139-147.

2. **Набиулин, Р.Н.** Исследования по переработке измельченного золотомедного флотоконцентрата методом сернокислотного атмосферного окисления / **Р.Н. Набиулин**, А.В. Богородский, С.В. Баликов // Вестник Иркутского государственного технического университета. Т. 24. № 4. – Иркутск. – 2020. – С. 887-895.

3. **Nabiulin, R.N.** Atmospheric oxidation of a gold-copper flotation concentrate / **R.N. Nabiulin**, A.V. Bogorodsky, S.V. Balikov, Y.E. Emelyanov // IMPC 2018 – 29th International Mineral Processing Congress. Moscow. 2019. P. 2515-2521.

4. Пат № 2749309, Российская Федерация, С22В 11/04, С22В 15/0071, С22В 3/08. Способ извлечения золота и меди из сульфидного золотомедного флотоконцентрата / **Р.Н. Набиулин**, А.В. Богородский, С.В. Баликов; заявитель и патентообладатель АО «Иргиредмет». Заявл. 05.09.2019; опубл. 08.06.2021. Бюл. № 16.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ведущая организация ФГБОУ ВО «СПГУ», г. Санкт-Петербург.

Замечания: 1) На странице 12 автореферата и на странице 53 диссертации говорится, что выделение пленки ковеллина на поверхности медных минералов идет за счет взаимодействия раствора сульфата меди с сероводородом. Однако в работах, посвященных данной тематике, приводится другой механизм образования сульфидных пленок, который описывается уравнением: $MeS + CuSO_4 \rightarrow MeSO_4 + CuS$. Возможно, что при продувке воздухом идет более интенсивное растворение медных минералов, в результате чего возникает дефицит поверхности в виде вторичных минералов и тогда ее образование идет за счет взаимодействия с сероводородом. 2) Принципиальная схема стр. 13 автореферата и стр. 100 диссертации после

низкотемпературного окисления и сгущения более логично было бы добавить операцию фильтрации, которая позволяет максимально забрать медьсодержащий раствор, осуществить отмывку кека перед нейтрализацией и снизить обводнение схемы в целом. 3) Осаждение меди из раствора осуществляется при ее концентрации $3,81 \text{ г/дм}^3$, что приведет к образованию небольшого количества осадка сульфида меди, поэтому перед его фильтрацией целесообразно добавить операцию сгущения. 4) В таблице 3.11 стр. 89 представлена массовая доля в продукте осаждения, % Cu-22, As-0,4, Fe-1,9 и Zn-0,6. На стр. 90 диссертации говорится, что основную долю медных осадков составляет медь (от 22,0 до 29,0 %), сера (от 27,59 % до 28,90 %) и железо до 50 %, каким образом содержание железа может достигать такой величины. 5) На стр. автореферата 14 процесс атмосферного выщелачивания идет при подкислении серной кислотой до 50 г/дм^3 , а в тексте диссертации на стр. 112 эта операция идет с концентрацией серной кислоты 100 г/дм^3 , чем обусловлена такая разница. 6) Процесс низкотемпературного атмосферного окисления реализуется в реакторе, похожем на автоклав (рис. 4.1.), чем обусловлен выбор именно такого оборудования. 7) Не совсем понятно назначение операции отмывки после известковой обработки.

2. Официальный оппонент Шумилова Лидия Владимировна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», кафедра водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности, профессор. *Замечания:* 1) Третье защищаемое научное положение следовало сформулировать с научной точки зрения и желательно было объединить с четвертым научным положением, по следующим причинам: во-первых, провести лабораторные исследования и промышленные испытания без разработки технологии невозможно; во-вторых, сопоставление экономических показателей применяемой альтернативной технологии с рекомендуемой и её экономическая целесообразность внедрения, является обязательным требованием при разработке новых технологических решений. 2) Последовательность операций очистки от мышьяка и железа, осаждение

меди, представленная на принципиальной схеме проведения лабораторных исследований (рис.3.1, стр.70 диссертации) и на принципиальной схеме переработки золотомедной руды, включающей низкотемпературное атмосферное окисление (рис.3.14, стр.70, табл. 3.14, стр.92 диссертации и рис.8, стр.13 автореферата) не единично. 3) В предлагаемой схеме переработки флотоконцентрата образуются четыре типа твердых и жидких отходов, в том числе мышьяковистый осадок (кек) в операции очистки от As. В диссертационной работе предусмотрена общая стратегия утилизации отходов, которая заключается в их обезвреживании и совместном складировании в хвостохранилище наливного типа с последующим их захоронением. Не целесообразнее ли было предусмотреть захоронение мышьяковистых осадков отдельно без объединения их с хвостами флотации и обезвреженной пульпой сорбционного цианирования, так как в противном случае переработка техногенных отходов хвостохранилища, которые можно использовать в перспективе как вторичное сырьё, будет невозможна? Правительством РФ (паспорт Национального проекта «Экология») определён конкретный срок (01.01.2025г), до которого 6900 промышленных предприятий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, обязаны получить комплексное экологическое разрешение (КЭР) и сертификат соответствия используемых на предприятии методов и способов наилучшим доступным технологиям. Что позволяет после переработки минерального сырья утилизировать твёрдые техногенные отходы 4 и 5 классов опасности, подвергнуть обезвреживанию сбросы и выбросы до нормативно допустимых показателей, а токсичные отходы - захоронению. Поэтому эти требования необходимо было уже учесть в технологической схеме, например, показать, что техногенные отходы направляются для использования в строительной и дорожной отраслях. 4) Готовой продукцией являются слитки (сплав) золота лигатурного, в котором содержание золота должно быть не менее 10 %, также лимитируется содержание примесей, например, сумма Ag+Cu - не ограничено, Pb не >5%, Hg не > 0,1%. В работе рассматривалось только золото, есть ли

серебро и каково его содержание в исходной руде, во флотационном концентрате и в слитке? 5) В списке литературы диссертации нет ссылок на авторский патент № 2749309 и на научные статьи автора, указанные в автореферате (п.п.4-9), а в автореферате, наоборот, не указана научная статья автора из списка литературы диссертации (п.80, стр.139): Набиулин, Р.Н. Атмосферное окисление золотомедного флотоконцентрата / Р.Н. Набиулин, А.В. Богородский, С.В. Баликов, Ю.Е. Емельянов // Цветные металлы и минералы 2016: сб. тез. докл. VIII Междунар. Конгресса (г. Красноярск, 13–16 сентября 2016 г.). - Красноярск. - 2016. - С. 462–463, которая в публикациях автореферата (стр.5) учтена в рецензируемом научном издании, входящем в международную базу данных Scopus.

3. Официальный оппонент Лобанов Владимир Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра металлургии цветных металлов, доцент. *Замечания:* 1. При выполнении рационального анализа исследуемого флотоконцентрата установлено, что с сульфидами ассоциировано 18 % золота, в то время как с окисленными минералами - 40 %. Обе доли золота автор относит к категории нецианируемого. Все внимание в работе направлено именно на сульфиды. В какой степени предлагаемые в работе режимы выщелачивания способствуют повышению извлечения золота из карбонатов, гидроксидов железа и породообразующих минералов? 2. При исследовании теоретических особенностей низкотемпературного атмосферного выщелачивания полиметаллических концентратов использовали весьма разбавленные пульпы – Ж:Т=20:1, что для практики следует расценивать, как расточительство. Чем объясняется этот выбор? 3. На с. 53 отмечено, что пленки элементной серы и вторичного сульфида меди замедляют скорость окисления первичного сульфида меди и пирита. С учетом диффузионного характера изучаемого процесса правильнее говорить, что затрудняется диффузия кислорода и продуктов реакции через пассивирующую пленку. 4. Не должен вызывать

сомнение тот факт, что переосажденный шламообразный сульфид меди CuS окисляется и растворяется легче, чем минеральный халькопирит CuFeS . Чем объяснить факт наличия в нерастворенном остатке CuS при неполном растворении CuFeS ? 5. На стр. 63 на схеме 1-й стадии окисления сульфидов подводится сульфат-ион. Какова роль данного аниона? Реализация прописанных реакций требует воды (уравнение 2.15, 2.16). 6. В работе совершенно справедливо большое внимание уделено особенностям растворения кислорода в цианистом растворе. На стр. 71 с использованием методики сульфитного числа оценена оптимальная интенсивность перемешивания (число оборотов мешалки), обеспечивающая требуемую степень массопереноса. В данном случае использованная методика предполагает окисление растворенного вещества (сульфит-иона), в этом случае процесс протекает во всем объеме. В исследуемом процессе изучается окисление твердого вещества (сульфидов), протекающего на поверхности твердой фазы. Известно, что кинетика данного процесса определяется прежде всего равновесной растворимостью кислорода, перемешивание служит вспомогательным средством для восполнения убыли растворенного кислорода. 7. В исследованиях изучены особенности выщелачивания меди и золота из флотоконцентрата с содержанием золота 22,8 г/т. В разделе 4.2 показано, что содержание золота в лежалых хвостах цианирования 13,8 г/т, при этом прямым цианированием возможно извлечение золота 36,5%. С чем может быть связано появление в хвостах цианируемого золота в той же степени, что и в исходном концентрата.

Отзывы на автореферат:

1. Воинков Роман Сергеевич, кандидат технических наук, начальник Исследовательского центра АО «Уралэлектромедь» и **Мальцев Геннадий Иванович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, главный специалист Исследовательского центра АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма. *Замечания:* 1) Каким образом можно минимизировать переосаждение вторичного сульфида меди в твердую фазу продукта окисления? 2) Чем

обусловлено кратное увеличение извлечения меди в раствор в диапазоне температур 80–95 °С?

2. Гуляшинов Павел Анатольевич, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории химии и технологии природного сырья федерального государственного бюджетного учреждения науки «Байкальский институт природопользования» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Улан-Удэ. *Замечания:* 1) В автореферате на стр. 9. «Показано, что в процессе окисления сульфидов с использованием в качестве окислителя воздуха сульфиды меди окисляются активнее, чем при использовании кислорода (рисунки 3, 4)». С чем это связано? 2) Из текста автореферата не понятно, в какой форме выводится мышьяк при очистке из технологического процесса? 3) Заключение состоит из 15 пунктов, большинство из них повторяют текст автореферата. Возможно, некоторые из них стоило бы объединить или сократить.

3. Евтушевич Иван Иванович, главный металлург ООО «УК «Новоангарский Обоганительный Комбинат Групп», г. Красноярск. *Замечания:* 1) Изучалась ли автором возможность извлечения меди из сернокислых растворов атмосферного окисления методом экстракции-электролиза? 2) В автореферате присутствуют стилистические ошибки.

4. Золотарев Филипп Дмитриевич, кандидат технических наук, главный технолог проекта ООО «Амурский гидрометаллургический комбинат», г. Амурск. *Замечания:* 1) В автореферате не указано в каких формах золото связано с сульфидными минералами. 2) На каком уровне находится извлечение серебра по разработанной технологии? 3) Экономическая эффективность разработанной технологии представлена неинформативно. Не указано за какой период достигается прибыль в 175,8 млн. руб.? Также не корректно экономическое сравнение с автоклавной технологией, без указания каких-либо сравнительных показателей.

5. Ключников Антон Михайлович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрометаллургии АО

«Уралмеханобр», г. Екатеринбург. *Замечания:* 1) Кинетические закономерности окисления сульфидов меди изучали при концентрации серной кислоты 50 г/см³. Чем обоснован выбор данного значения и как повлияет на достигнутые показатели его снижение? 2) Как известно, с повышением температуры растворимость кислорода в жидкости резко снижается, что должно привести к снижению скорости окисления сульфидов меди согласно теоретическим закономерностям процесса выщелачивания. Чем объясняется, в таком случае, зафиксированное повышение извлечения меди в раствор с повышением температуры до 90-95 °С.

6. Ващенко Григорий Александрович, главный металлург, АО «Золото Селигдара», г. Алдан. *Замечания:* 1) Является ли процесс низкотемпературного окисления автогенным? 2) В автореферате отсутствуют данные по растворимости кислорода.

7. Харченко Александр Сергеевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой металлургии и химических технологий и **Гришин Игорь Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. *Замечания:* 1) В качестве положения не совсем корректно выносить результаты лабораторных и промышленных испытаний, более корректно было бы добавить в четвертое положение полученные технологические показатели. 2) В автореферате не приведены зависимости влияния крупности на технологические показатели переработки флотоконцентрата, по результатам его минералогического анализа возможно было спрогнозировать оптимальную крупность измельчения перед переработкой. 3) В работе не приведены данные по окислению и растворению сфалерита, было бы неплохо оценить возможность селективного извлечения цинка из флотоконцентрата.

Все отзывы положительные.

В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области переработки упорного золотосодержащего сульфидного сырья и металлургии золота, наличием научных разработок, публикаций в рецензируемых изданиях по выполненным исследованиям, близким к проблеме работы соискателя, вкладом в развитие экологически чистых и малоотходных технологий переработки золотосодержащего сырья и, таким образом, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также отсутствием совместных проектов, печатных работ.

В качестве примера публикаций, близких к тематике работы соискателя, можно привести следующие работы:

1. Arens, V.Z. Promising areas of chemical and microbiological treatment of nonferrous and precious metal mineral resources / V.Z. Arens, G.K. Khcheyan, L.V. Shumilova, M.I. Fazlullin // Metallurgist. 2018. Vol. 61. No. 9-10. С. 800- 806.

2. Shumilova L.V. Year-Round Heap Leaching of Gold in Cryolithozone / L.V. Shumilova, A.N. Khatkova, V.P. Myazin, A. S. Leskov // Metallurgist. - 2021. - Vol. 64. – No. 9-10. - P. 1046- 1056.

3. Naumov, K.D. Effect of lime and organic binders on clay gold-bearing ores filterability / K.D. Naumov, V.G. Lobanov // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 726-730.

4. Наумов, К.Д. Кинетические закономерности цементации золота с применением дендритных цинковых порошков / К.Д. Наумов, В. Г. Лобанов, Э.Б. Колмачихина // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 2020. – № 4. – С. 36-43.

5. Petrov, G.V. Arsenic behavior in the autoclave-hydrometallurgical processing of refractory sulfide gold-platinum-bearing products / G.V. Petrov, S.B.

Fokina, A.Y. Boduen [et al.] // International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 2018. – Vol. 7. – No. 2. – P. 35-39.

6. Гордеев, Д.В. Обзор современных технологий переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов с применением азотной кислоты / Д.В. Гордеев, Г.В. Петров, А.В. Хасанов, О.В. Северинова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 1. – С. 214-223.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная идея извлечения меди и золота при переработке сульфидного золотомедного флотационного концентрата, заключающаяся в использовании трехстадиального (воздух-кислород-воздух) низкотемпературного атмосферного окисления в сернокислой среде;

предложен нетрадиционный подход к процессу атмосферного окисления упорного сульфидного золотомедного флотоконцентрата с включающая в технологическую схему стадий предварительного окисления минералов меди воздухом, окисления пирита и арсенопирита кислородом, доокисления сульфидов (минералов меди, пирита, арсенопирита, вторичного сульфида меди) воздухом;

доказана перспективность использования нового способа окисления золотомедного флотоконцентрата, включающего предварительное сверхтонкое измельчение, трехстадиальное низкотемпературное атмосферное окисление в сернокислой среде с использованием в качестве окислителя кислорода и воздуха, с получением в качестве готовой продукции сплава золота лигатурного и высококачественного медного концентрата;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны научные положения о характере протекания реакций окисления меди при переработке сульфидного золотомедного флотоконцентрата, вносящие вклад в расширение представлений об изучаемом процессе;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования, математическое моделирование физико-химических взаимодействий компонентов пульпы для установления влияния количества подаваемого окислителя на извлечение золота и меди;

изложен фактор увеличения количества образующегося вторичного сульфида меди на поверхности теннантита, заключающийся в повышении концентрации кислорода, подаваемого на окисление сульфидного золотомедного флотоконцентрата,

раскрыты условия для решения проблемы образования вторичного сульфида меди, заключающиеся в необходимости подачи воздуха – на первой, кислорода – на – второй и воздуха – на третьей стадии окисления;

изучены факторы генезиса вторичного сульфида меди в условиях низкотемпературного атмосферном окислении золотомедного флотационного концентрата;

проведена модернизация алгоритма подачи окислителя для переработки золотомедного флотоконцентрата на основании новых представлений о протекании процесса.

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

разработана и опробована в промышленном масштабе технология трехстадиального окисления (8 ч воздух-2 ч кислород-8 ч воздух) сульфидного пирит-теннантитового флотоконцентрата на золотоизвлекательной фабрике «Березняковская» акционерного общества «Южуралзолото Группа Компаний» (Челябинская область);

определены и подтверждены перспективы использования разработанной технологической схемы с трехстадиальным окислением применительно к пирит-теннантитовому золотосодержащему флотоконцентрату;

создана система практических рекомендаций по снижению количества образующегося вторичного сульфида меди в процессе низкотемпературного

атмосферного окисления сульфидного золотомедного флотационного концентрата;

представлены рекомендации для дальнейших исследований по совершенствованию технологии низкотемпературного атмосферного окисления сульфидных золотомедных флотоконцентратов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты исследований подтверждаются использованием аттестованных физических (инструментальных) и физико-химических методов анализа, применением современных средств измерений, математической обработкой результатов исследований и промышленными испытаниями;

теория построена на известных и проверенных данных и согласуется с полученными в ходе исследований экспериментальными результатами, процесса низкотемпературного атмосферного окисления сульфидного золотомедного флотационного концентрата, а также с опубликованными материалами по теме диссертационной работы;

идея базируется на основных положениях теории гидрометаллургических процессов, научном обобщении передового опыта и анализе теории и практики отечественных и зарубежных исследователей;

использованы современные базы литературных данных по технологиям переработки сульфидного сырья, полученные ранее другими исследователями в рассматриваемой тематике, также проведено их сопоставление с результатами, полученными автором;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов исследования с результатами, представленными в научной литературе по гидрометаллургии золота;

использованы современные методы измерений, средства контроля, сбора и обработки исходных и экспериментальных данных: атомно-абсорбционный, атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES), титриметрический анализ растворов, пробирно-гравиметрический и

микрорентгеноспектральный методы анализа, а также программный комплекс HSC Chemistry 9.9.0.

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа литературных и патентных источников; составлении аналитического обзора, постановке цели и задач исследований; проведении теоретических расчетов термодинамических закономерностей процесса низкотемпературного атмосферного окисления сульфидного флотационного концентрата; выполнении экспериментов по низкотемпературному атмосферному окислению упорных золотомедных флотоконцентратов и извлечению драгоценных и цветных металлов из окисленных продуктов, выполнении теоретических расчетов термодинамических и кинетических закономерностей процесса низкотемпературного атмосферного окисления, анализе и обобщении полученных результатов, подготовке статей по теме диссертационной работы к публикации, участии в промышленных испытаниях, разработке технологической схемы процесса.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания, касающиеся отсутствия упоминания о сульфиде цинка при оценке механизма атмосферного окисления, а также температурном интервале атмосферного окисления в диапазоне 90-95 °С, и недостаточно полного пояснения о степени извлечения серебра в изучаемом процессе.

Соискатель Набиулин Руслан Нурлович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию на выказанные замечания, заключающуюся в обосновании отсутствия ограничивающих факторов при окислении сфалерита. Соискатель Набиулин Р.Н. подробно и аргументированно объяснил выбор температуры атмосферного окисления, на основе результатов проведенных экспериментов, позволивших выявить условия поддержания определенной температуры, способствующей максимальному извлечению меди в раствор и золота при последующем цианировании окисленного продукта. Также соискатель дал аргументированное объяснение о том, что серебро связано с теми же минералами, что и золото, а уровень его извлечения составляет 85 %.

На заседании 22 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технологические разработки, направленные на решение проблем переработки упорного сульфидного золотомедного сырья, что имеет существенное значение для развития страны, присудить Набиулину Р.Н. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председательствующий на заседании
диссертационного совета, заместитель
председателя диссертационного
совета, д.т.н., профессор



Пономарев
Борис Борисович

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н., доцент

Вулых
Николай Валерьевич

Дата оформления заключения 23 декабря 2022 г.