

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ГНУ «Институт химии имени

В.И. Никитина НАН Таджикистана»,

д.т.н., профессор Сафаров А.М.



2025г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГНУ «Институт химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана»

Диссертация на тему: «Технология переработки медьсодержащих руд месторождения Тарор и комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом» выполнена на кафедре неорганической химии Таджикского национального университета и в лаборатории «Обогащения руд» ГНУ «Института химии им. В.И.Никитина» НАН Таджикистана.

Солехова Гулру Нуралиевна в 2005 году окончила химический факультет Таджикского национального университета по специальности «химик, преподаватель химии». С 2006 года до настоящего времени работает в химическом факультете Таджикского национального университета.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдан Национальной академией наук Таджикистана в 2025 г.

Научные руководители: доктор химических наук, профессор кафедры неорганической химии Азизкулова Онаджон Азизкуловна и доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, лаборатории «Обогащения руд» ГНУ «Института химии им. В.И.Никитина НАНТ» Самихзода Шонавруз Рахим.

Диссертационная работа Солеховой Гулру Нуралиевны была обсуждена на секции Учёного совета по неорганической, органической, физической, прикладной химии и лаборатории «Обогащение руд» ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» НАН Таджикистана и рекомендована к защите.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация Солеховой Гулру Нуралиевны на тему «Технология переработки медьсодержащих руд месторождения Тарор и комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом» в рамках поставленных задач является законченной научно-исследовательской работой и содержит новые результаты.

Актуальность темы

Одним из важных экономических показателей Республики Таджикистан является добыча и производство редких и цветных металлов, таких как золото, серебро, медь, свинец, цинк и алюминий.

Сырьевой базой медной промышленности в основном являются комплексные золото-медные руды, как правило, содержащие и другие полезные компоненты, такие как серебро, мышьяк и сурьмы.

В настоящее время легкообогатимых золото-медьсодержащих руд в Республике становится все меньше, при этом возрастает количество труднообогатимых окисленных и смешанных руд. Анализ руд Тарорского месторождения проведенных исследователями показывает, что разнообразие нерудных и рудных минералов, очень тонкая вкрапленность сульфидов меди, мышьяка и железа, их плотное срастание, присутствие в рудах должно быть тонким, связанное с сульфидами и вмещающими породами, и золото, сплошь покрытое пленкой оксидов, определяет особую стойкость руды в отношении извлечения из неё ценных компонентов. Руда представлена штуфным свойством карбонатных пород, неоднородно орудененных от тонкой рассеянной вкрапленности в карбонатной массе до сплошных массивных сульфидных выделений.

Гидрометаллургическое извлечение меди из руд и концентратов представляет собой сложный процесс. Поэтому проблема добычи, переработки и использования местного медьсодержащего сырья с применением различных методов, в том числе, изучения процессов комплексообразования металлов с различными органическими лигандами для Республики Таджикистан.

Одним из важнейших направлений современной координационной химии является синтез и исследование особенностей формирования металлокомплексов, в которых атомы металла находятся в гетеролигандном окружении. Известно, что координационные соединения некоторых d-переходных металлов являются структурными моделями активных центров металлоферментов, основу которых в большинстве случаев составляют донорные атомы таких лигандов как 1,2,4-триазол и его производные, а также другие азот- и серосодержащие органические лиганды.

Анализ литературных данных показал, что процессы комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в кислой среде являются практически неизученными. Нет сведений о закономерностях изменения термодинамических констант, устойчивости комплексов от состава растворителя и свойств в кислой среде.

С этой точки зрения проблемы и задачи переработки Тарорского медьсодержащего месторождения и целенаправленные исследования по изучению процессов комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом установление закономерностей по влиянию содержания растворителя на устойчивость и термодинамические свойства образующихся комплексов в растворах хлороводородной кислоты, определение их констант устойчивости, целевые продукты с соблюдением условий выхода из экономического кризиса являются, несомненно, **актуальными** и представляют большой научный и практический интерес.

Личный вклад автора в получении результатов, изложенных в диссертации: в постановке задач исследования, систематизации и анализе литературных данных, планировании и проведении необходимых расчётов, теоретических и экспериментальных исследований, в определении путей и методов решения поставленных задач, обработки, обобщении и анализе полученных экспериментальных данных, в формулировке основных выводов и положений диссертации, подготовке и публикации научных статей. Автором сформулированы и составлены основные положения и

выводы диссертации.

Достоверность результатов. Степень достоверности результатов работы, выводы и рекомендации подтверждаются использованием современных физико-химических методов исследований и математического моделирования.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- изучены физико-химические закономерности азотнокислотного окисления сульфидного флотоконцентрата. На основе изучения кинетических данных установлен возможный механизм протекания процесса азотнокислотного вскрытия концентратов и разработана принципиальная технологическая схема переработки исследуемых объектов с получением меди;

- разработана математическая модель процесса азотнокислотного выщелачивания, позволяющая прогнозировать и контролировать технологические параметры процесса в любой заданный момент времени;

- с применением селективного окислительно-восстановительного лигандного электрода на основе 3-метил-1,2,4-триазолтиола и его окисленной формы в интервале температур 273-338К исследованы процессы комплексообразования меди (II) с ним в средах 4,0-6,0 моль/л HCl методом потенциометрического титрования. Выявлено, что в зависимости от соотношения Cu:L и температуры опыта к иону меди (II) могут координироваться от одного до четырех молекул органического лиганда;

- установлено, что в средах 4,0-6,0 моль /л HCl значения констант образования 3-метил-1,2,4-триазолтиольных комплексов меди (II) закономерно изменяются. Показано, что с повышением температуры значение констант устойчивости уменьшается, но не зависит от концентрации HCl;

- впервые разработаны оптимальные методики синтеза и выделены в твердом виде 12 новых координационных соединений меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом и определен состав синтезированных соединений

элементным и рентгенофазовым анализами, изучены их свойства различными независимыми инструментальными методами исследования. Выявлено, что в нейтральной и кислой среде, в зависимости от соотношения взаимодействующих компонентов и условий проведения синтеза, к иону меди (II) молекула 3-метил-1,2,4-триазолтиола может координироваться как монодентатно, через атом серы, так и бидентатно, посредством донорных атомов серы тиольной группы;

- по результатам исследований получен малый патент Республики Таджикистан на изобретение.

Практическая значимость работы определяется тем, что:

- разработана технология переработки золотых-медистых упорных концентратов. Найдены оптимальные условия вскрытия медьсодержащих концентратов азотной кислотой: концентрация азотной кислоты – 400 г/дм³; продолжительность процесса – 120 мин; соотношение Т:Ж = 1:5;

- рассчитаны математические модели процессов азотнокислотного выщелачивания и даны рекомендации по их использованию на стадии проектных работ месторождения Тарор.

- получены точные экспериментальные значения на основе исследований;

- сравнение результатов с данными, представленными в литературе, показывая их совместимость;

- точность установленных практических закономерностей и основных выводов диссертации с основами неорганической химии.

- синтезированные вещества и соотношение реагирующих веществ, оптимальные условия реакции в зависимости от физико-химических факторов научно обоснованы современными физико-химическими методами.

Рекомендации об использовании результатов диссертации.

Результаты диссертационной работы Солеховой Г.Н. также могут быть использованы в научных исследованиях в Таджикском национальном университете, ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина НАН

Таджикистана», Технологическом университете Таджикистана, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Таджикском государственном медицинском университете имени Абуали ибни Сино, а также в качестве учебного материала при чтении спецкурсов «Обогащение руд», «Химия координационных соединений».

Основное содержание диссертационной работы Солеховой Г.Н. отражено в следующих трудах:

Список публикаций и тезисов по теме диссертационной работы:

1. Solekhova, G. N. Research and development of mathematical models for the process of processing gold, copper-containing concentrates / Sh. R. Samikhov, G. N. Solekhova, N. Shermatov // Вестник ТНУ (научный журнал). Серия естественных наук. -2024. -№ 1. -С. 131-140.
2. Солехова, Г. Н. Процесс моделирования азотнокислотного выщелачивания медьсодержащих концентратов месторождения Тарор / Г. Н. Солехова, Ш. Р. Самихов, Н. Шерматов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2024. - № 1 (65). – С. 107-112.
3. Солехова, Г. Н. Технологические основы переработки золото-медьсодержащих руд Тарорского месторождения / Г. Н. Солехова, Ш. Р. Самихов // Вестник ТНУ (научный журнал). Серия естественных наук. - 2023. - № 1. - С. 289-302.
4. Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 4,0 моль/л HCl при температуре 288 К / О. А. Азизкулова, Г. Н. Солехова, Х. С. Давлатова, У. М. Джурабеков // Вестник педагогического университета. Издание Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни. Естественные науки. – 2021. - № 1 (10-11). - С. 85-89.
5. Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCl при 273-338 К / О. А. Азизкулова, Г. Н. Солехова, У. М. Джурабеков // Вестник ТНУ

- (научный журнал). Серия естественных наук. – 2020. - № 2. - С. 204-215.
6. Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCl при 298 К / О. А. Азизкулова, Г. Н. Солехова // Вестник Таджикского национального университета (ТНУ) (научный журнал). Серия естественных наук. – Душанбе. – 2015. - № 1/2 (160). – С. 159-162.
 7. Солехова, Г. Н. Термодинамический анализ процессов азотнокислотного выщелачивания концентратов Тарорского месторождения / Ш. Р. Самихзода, Г. Н. Солехова // Материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы, решения и перспективы развития современной химии», (Республика Узбекистан) г. Денау, 15 мая 2025 г. С. 191-193.
 8. Солехова, Г. Н. Моделирование процесса азотнокислотного выщелачивания концентратов / Г. Н. Солехова, Ш. Р. Самихов, Н. Шерматов // Материалы общеуниверситетский научно-теоретической конференции преподавателей и сотрудников Таджикистан», «Объявлению 2024 года – Годом правового просвещения» и «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)», 22-27 апреля 2024 г. С. 110-112.
 9. Солехова, Г. Н. Усовершенствование технологии переработки золото-, медьсодержащих руд / Г. Н. Солехова, Ш. Р. Самихов, Ф. Х. Хакимов // Материалы международной научно-практической конференции на тему «Использование современных методов обучения в образовательных учреждениях: проблемы и перспективы» посвящённой «2020-2040 годы «двадцатилетия изучения естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования», 19-20 октября 2023 г. С. 300-505.

10. Солехова, Г. Н. Разработка технологии переработки сульфидно-мышьяковой золотосодержащей руды месторождения Тарор / Г. Н. Солехова, Ш. Р. Самихов // XXVIII Международная научно-техническая конференция «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». – Екатеринбург, 2023. – С. 367-372.
11. Solekhova, G. N. Technological Processing of Gold-, Copper-Containing Ores of the Taror Deposit / G. N. Solekhova, Sh. R. Samikhov, F. Kh. Khakimov, D. Kh. Ochilov // Central Asian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2023. – Vol. 04. - Issue 05. – P. 96-106. ISSN: 2660-4159.
12. Солехова, Г. Н. Минералогический и вещественный состав сульфидной руды месторождения Тарор / Г. Н. Солехова, Ш. Р. Самихов // Международная научно-практическая конференция «Развитие математических, точных и естественных наук в современных условиях: Проблемы и перспективы». – Душанбе, 2023. – С. 468-472.
13. Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 4 моль/л HCl при 288 К / О. А. Азизкулова, Г. Н. Солехова, У. М. Джурабеков // Республиканская научно-теоретическая конференция профессорско-преподавательского состава, сотрудников и студентов ТНУ, посвящённая «5500-летию древнего Саразма», «700-летию выдающегося таджикского поэта Камола Худжанди» и «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)». – Душанбе, 2020. – С. 116.
14. Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCl при 308 К / Г. Н. Солехова, О. А. Азизкулова, У. М. Джурабеков // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республике Таджикистан». – Душанбе, 2019. – С. 203-205.

- 15.Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 4 моль/л HCl при температуре 298 К / Г. Н. Солехова, У. М. Джурабеков, О. А. Азизкулова // Республиканская научно-теоретическая конференция профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвящённая «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021 гг.)» и «400-летию Миробиди Сайидо Насафи». – Т. 1. - Душанбе, 2019. – С. 98-99.
- 16.Солехова, Г. Н. Координационные соединения меди (II) 3-метил-1,2,4-триазолтиолом и 1-формил-3-тиосемикарбазидом / О. А. Азизкулова, У. М. Джурабеков, Г. Н. Солехова [и др.] // IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химий», посвящённая памяти докторов химических наук, профессоров Х. М. Якубова и З. Н. Юсупова. – Душанбе, 2019. – С. 57-60.
- 17.Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCl при 328 К / О. А. Азизкулова, Г. Н. Солехова, У. М. Джурабеков // Международная конференция «Комплексные соединения и аспекты их применения». – Душанбе, 2018. – С. 28-30.
18. Солехова, Г. Н. Комплексообразование ионов меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом при 298 К (5 моль/л HCl) / У. М. Джурабеков, О. А. Азизкулова, Х. С. Давлатова, Г. Н. Солехова // Республиканская научно-практическая конференция «Синтез новых биологически активных производных глицерина на основе аминокислот, пептидов и фуллеренов C₆₀», посвящённая Международному десятилетию действия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы», «80-ой годовщине со дня рождения Юсупова Тилло Юсуповича». - Душанбе, 2018. – С. 69-75.
- 19.Солехова, Г. Н. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCl при 338 К / О. А. Азизкулова,

Г. Н. Солева // Республиканская научно-теоретическая конференция профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвящённая Международному десятилетию действия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы», «Году развития туризма и народных ремесел», «140-ой годовщине со дня рождения Героя Таджикистана Садриддина Айни» и «70-ой годовщине со дня создания Таджикского национального университета». - Душанбе, 2018. – С. 78-79.

20. Солева, Г. Н. Исследование процесса комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCl при 318 К / О. А. Азизкулова, Г. Н. Солева, У. М. Джурабеков // Республиканская научно-теоретическая конференция профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвящённая «20-ой годовщине Дня национального единства» и «Году молодёжи». – Душанбе, 2017. – С. 100.

21. Солева, Г. Н. Исследование процесса комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCl при 273 К / Г. Н. Солева, О. А. Азизкулова // Международная конференция «Химия рения». – Душанбе, 2014. – С. 29-31.

Малый патент:

22. Самихов Ш.Р., Солева Г.Н., Бобомуродов О.М., Способ флотационного обогащения медно-золотосодержащих руд. Заявка № 2301781, на изобретение выдан малый патент № TJ 1493. зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 13 мая 2024г.- Душанбе, 2024.

Диссертация Солевой Гулру Нуралиевны на тему: «Технология переработки медьсодержащих руд месторождения Тарор и комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.01 - Технология неорганических веществ и 02.00.01 - Неорганическая химия.

Заключение принято на расширенном заседании секции Учёного совета неорганической, органической, физической, прикладной химии и лаборатории «Обогащения руд» ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана». Присутствовало на заседании 18 человек. Результаты голосования: «за» - 18 чел., «против»- 0 чел., «воздержалось»- 0 чел., (Протокол № 06 от 07 мая 2025 г.).

Председатель заседания,
д.т.н., профессор

Сафаров А.М.

/Секретарь заседания Учёного совета
к.х.н.

Мингбоев Ш.А.

Подписи Сафарова А.М. и Мингбоева Ш.А.
«заверено»: Начальник отдела кадров
ГНУ «Институт химии
им. В.И. Никитина НАНТ»



Рахимова Ф.