


«У т в е р ж д а ю»
Ректор Таджикского
национального университета
профессор Насриддинзода Э.С.
« 21 » « 04 » 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Диссертация «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 Института химии им. В.И.Никитина НАНТ. В период подготовки диссертации Солехова Гулру Нуралиевна была соискателем кафедры неорганической химии Таджикского национального университета, в настоящее время работает ассистентом кафедры технологии химических производств Таджикского национального университета. В 2005 г. окончила химический факультет Таджикского национального университета по специальности химик. Преподаватель.

Удостоверение о сдачи кандидатских экзаменов выдано Национальной Академией наук Таджикистана в 2025г.

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

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.

Оценка актуальности диссертационной работы. Извлечение и производство редких и цветных металлов, включая золото, серебро, медь, свинец, цинк и алюминий являются одним из ключевых экономических факторов Республики Таджикистан. Из них медь используется в различных отраслях, включая электронику, строительство и энергетику. С увеличением спроса на медь, особенно в контексте перехода к зеленой энергетике, переработка медьсодержащих руд становится всё более важной. Основой медной промышленности служат в основном комплексные золото-медные руды, которые обычно содержат и другие полезные элементы, такие как серебро, мышьяк и сурьма.

Исследование комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом открывает новые горизонты в области координационной химии и может привести к созданию более эффективных реагентов для извлечения меди, что важно для повышения общей эффективности процессов переработки.

Исследование данной темы может способствовать развитию научной базы в области технологии переработки полезных ископаемых и координационной химии, что в свою очередь будет способствовать подготовке квалифицированных специалистов и развитию образования в данной области.

Гидрометаллургическое извлечение меди из руд и концентратов является сложным процессом. Таким образом, важной задачей для Республики Таджикистан становится проблема добычи, переработки и использования местного медьсодержащего сырья с применением различных методов, включая изучение процессов комплексообразования металлов с различными органическими лигандами.

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.

Исследование литературных источников показало, что процессы комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в кислой среде практически не исследованы. Отсутствуют данные о закономерностях изменения термодинамических констант, устойчивости комплексов в зависимости от состава растворителя и их свойствах в кислой среде.

Таким образом, проблемы и задачи переработки Тарорского медьсодержащего месторождения является актуальной как с точки зрения научных исследований, так и с практической точки зрения, учитывая современные вызовы и требования в сфере переработки полезных ископаемых и охраны окружающей среды.

Цель исследования является разработка технологии переработки медистых руд и концентратов на основе процесса азотнокислотного выщелачивания флотоконцентрата Тарорского месторождения и исследование процессов комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде хлороводородной кислоты разной концентрации в интервале температур 273-338 К, определение общих закономерностей и особенностей их протекания в зависимости от среды, состава раствора и температуры, а также разработка оптимальных условий синтеза новых координационных соединений меди (II) с указанным лигандом.

Достоверность результатов. Для достоверности диссертационных результатов установления состава структуры и свойства синтезированных соединений соискателем были проведены данные исследования: Степень достоверности результатов работы, выводы и рекомендации подтверждаются использованием современных физико-химических методов исследований и математическом моделировании.

Личное участие автора в достижении результатов, представленных в диссертации, включало постановку исследовательских задач, систематизацию и анализ литературных данных, планирование и выполнение необходимых расчетов, а также теоретические и экспериментальные исследования. Автор также определял пути и методы решения поставленных задач, обрабатывал, обобщал и анализировал полученные экспериментальные данные, формулировал основные выводы и положения диссертации, а также занимался подготовкой и публикацией научных статей. Основные положения и выводы диссертации были разработаны и сформулированы автором.

Научная новизна работы состоит в:

- изучение 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;
- разработке математического модели процесса азотнокислотного выщелачивания, позволяющая прогнозировать и контролировать технологические параметры процесса в любой заданный момент времени;
- применение селективного окислительно-восстановительного лигандного электрода на основе 3-метил-1,2,4-триазолтиола и его окисленной формы в интервале температур 273-338К.
- исследования процессов комплексообразования меди (II) с ним в средах 4,0-6,0 моль/л HCl методом потенциометрического титрования.
- выявлении зависимости от соотношения Cu:L и температуры опыта к иону меди (II), таким образом могут координироваться от одного до четырех молекул органического лиганда;
- установление, закономерного изменяя значения констант образования 3-метил-1,2,4-триазолтиольных комплексов меди (II) в средах 4,0-6,0 моль /л HCl.

- 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.

- выявление 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;

- получение малого патента Республики Таджикистан на изобретение по результатам исследований.

Теоретическая значимость заключается в том, что был разработан метод переработки смешанных медистых руд и обоснованы режимные параметры, которые обеспечивают высокую степень извлечения цветных металлов из флотоконцентратов.

Предложенные оптимальные методики синтеза координационных соединений меди (II) могут быть применены в практике препаративной координационной химии при синтезе новых координационных соединений d-переходных металлов с триазолтиольных лигандами. Выявленные закономерности в процессе замещения внутрисферных лигандов в 3-метил-1,2,4-триазолтиольных координационных соединениях меди (II) могут быть использованы при синтезе новых комплексов других металлов. Показано, что в кислой среде молекулы 3-метил-1,2,4-триазолтиола ионы вытесняют из внутренней сферы комплексов молекулы воды и ацидолиганды. Найденные значения констант образования 3-метил-1,2,4-триазолтиольных комплексов меди (II) в интервале температур 273-338 К и рассчитанные данные термодинамических функций процессов комплексообразования могут

быть использованы в качестве справочного материала. Выявленные закономерности по влиянию состава среды и соотношения реагирующих компонентов на устойчивость комплексов меди (II) используются при чтении лекционных курсов и проведении семинарских занятий в Таджикском национальном университете, на кафедре неорганической химии, Таджикского технического университета им. Академика М.С. Осими и Таджикского Государственного Педагогического университета им. Садриддин Айни. Некоторые синтезированные координационные соединения могут найти применение в качестве биоактивных добавок для создания новых лекарственных препаратов и высокотемпературных катализаторов технологических процессов.

Теоретические аспекты данного исследования используются и внедрены в учебный процесс кафедры «Технологии химического производства» Таджикского национального университета, при чтении лекции, проведении лабораторных занятий, написании научных статей, дипломных работ, рефератов по предметам технология обогащения руд цветных металлов, химической технологии и другие.

Практическая значимость работы. 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.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты изучения физико-химического состава исходной руды месторождения Тарор и продуктов после азотнокислотного выщелачивания;

- результаты комбинированной флотационно-гидрометаллургической технологии переработки смешанных медных руд и выщелачивания медьсодержащих концентратов;

- моделирование процессов азотнокислотного выщелачивания концентратов месторождения Тарор;

- разработка принципиальной технологической схемы переработки упорных золото-медьсодержащих руд месторождения Тарора методом азотнокислотного выщелачивания;

- результаты исследования процессов комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в средах 4-6 моль/л HCl в интервале температур 298-338 К;

- выявленные закономерности влияния природы центрального иона, органического лиганда, концентрации хлороводородной кислоты и температуры на состав и величину констант устойчивости образующихся комплексов меди (II), содержащие различные ацидолиганды;

- рассчитанные величины ΔH , ΔS и ΔG процессов комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом методом температурного коэффициента и установленные закономерности в изменении их термодинамических свойств.

Основные результаты работы опубликованы в следующих публикациях:

1. Азизкулова, О.А. Комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCl при 298К / О.А. Азизкулова, Г.Н. Солева // Вестник Таджикского национального университета

- (научный журнал) Серия естественных наук 1/2 (160) Душанбе:«Сино» 2015, -С. 159-162.
2. Азизкулова, О.А. 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 Таджикского национального университета. Серия естественных наук 2020, № 2. -С. 204-215.
 3. Азизкулова, О.А. Комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазол-тиолом 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 Садриддина Айни. Естественных наук. 2021, № 1(10-11). -С. 85-89.
 4. Солехова, Г.Н. Технологические основы переработки золото-медьсодержащих руд Тарорского месторождения / Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук - 2023. № 1. -С. 289-302.
 5. Солехова, Г.Н. Процесс моделирования азотнокислотного выщелачивания медьсодержащих концентратов месторождения Тарор / Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов, Н. Шерматов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. № 1 (65) 2024. -С. 107-112.
 6. Samikhov, Sh.R. Research and development of mathematical models for the process of processing gold, copper-containing concentrates / Sh.R. Samikhov, G.N. Solekhova, N. Shermatov // Bulletin of the Tajik national University Series of natural sciences 2024. No.1. -P. 131-140.
 7. Solekhova, G.N. Samikhov 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 Volume: 04 Issue: 05 | Sep-Oct 2023, -P. 96-106. ISSN: 2660-4159.

8. **Солехова, 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. Солехова, О.А. Азизкулова** // Материалы международной конференции «Химия рения». (28-29 ноября 2014 г) Душанбе 2014. -С. 29-31.
9. Азизкулова, О.А. 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. Солехова, У.М. Джурабеков** // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «20-ой годовщине Дня национального единства» и «Году молодёжи». Душанбе 2017. -С. 100.
10. Азизкулова, О.А. 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. Солехова** // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной 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.
11. Джурабеков, У.М. Комплексообразование ионов меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом при 298 К. / **У.М. Джурабеков, О.А. Азизкулова, Х.С. Давлатова, Г.Н. Солехова** // Материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной Международному десятилетию действия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы», «80-ой годовщине со дня рождения Юсупова Тилло Юсуповича» на тему: «Синтез новых биологически активных производных глицерина на основе аминокислот, пептидов и фуллерено C₆₀» (28-29 июня 2018 г), Душанбе -2018. -С. 69-75.

12. Азизкулова, О.А. 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 // Материалы международной конференции «Комплексные соединения и аспекты их применения», Душанбе -2018. -С. 28-30.
13. Азизкулова, О.А. Координационные соединения меди (II) 3-метил-1,2,4-триазолтиолом и 1-формил-3-тиосемикарбазидом. / О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков, Г.Н. Солехова, Г.Х. Мадсманова, Х.С. Давлатова, А.Ш. Эгамбердиев // Материалы IV международной научной конференции: «Вопросы физической и координационной химий», посвященной памяти докторов химических наук профессоров Якубова Х.М. и Юсупова З.Н., Душанбе 2019. -С. 57-60.
14. 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 // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021 гг.)» и «400-летию Миробиди Сайидо Насафи». Том 1, Душанбе 2019. -С. 98-99.
15. 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 // Институт химии им: В.И. Никитина АНРТ сборник материалов XV Нумановские чтения “Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республике Таджикистан. -С. 203-205.
16. Азизкулова, О.А. 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 // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и студентов ТНУ, посвященной «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.

17. **Солехова, Г.Н.** Минералогический и вещественный состав сульфидной руды месторождения Тарор. / **Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов** // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие математических, точных и естественных наук в современных условиях: Проблемы и перспективы» Душанбе -2023. -С. 468-472.

18. **Солехова, Г.Н.** Разработка технологии переработки сульфидно-мышьяковой золотосодержащей руды месторождения Тарор. / **Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов** // Материалы XXVIII Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» Екатеринбург - 2023. С. 367-372.

Малый патент:

19. **Самихов Ш.Р., Солехова 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.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует нескольким пунктам паспорта специальности 02.00.01-Неорганическая химия и 05.17.01-Технология неорганических веществ:

- процессы комплексообразования и реакционная способность координационных соединений;
- взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений;
- фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе.

- извлечение меди из флотационных концентратов;
- разработка принципиальной технологической схемы переработки медьсодержащих руд.

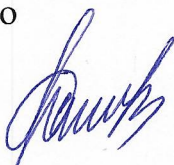
Диссертационная работа ассистента кафедры технологии химических производств Солеховой Гулру Нуралиевны на тему: «Технология переработки медьсодержащих руд месторождения Тарор и комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом», по своему научному уровню и актуальности отвечает требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Диссертация ассистента кафедры технологии химических производств Солеховой Гулру Нуралиевны на тему: «Технология переработки медьсодержащих руд месторождения Тарор и комплексообразования меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом» просим принять к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.01 - Неорганическая химия и 05.17.01 - Технология неорганических веществ в Совет при Институте химии им. В.И. Никитина НАНТ.

Заключение принято на заседании кафедры неорганической химии Таджикского национального университета от 18.04.2025 года, протокол № 14.

На заседании присутствовало 38 человек. Результаты голосования: «За» - 38. чел., «Против» - нет, «Воздержавшихся» - нет.

Заведующий кафедрой
неорганической химии Таджикского
национального университета
к.х.н., доцент



Сафаров С.И.

Секретарь, к.х.н.,



Мубораккадамов Д.А.

Подписи Сафарова С.И. и Мубораккадамова Д.А.

заверяю:

Начальник УК и СЧ ТНУ



Тавкиев Э.

Адрес: 734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17, химический факультет ТНУ

21.04.2025