

На правах рукописи

- Габриел -

ГАРИБМАХМАДОВА СВЕТЛАНА НАЗРИМАМАДОВНА

**ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ, МЕТАСОМАТИЗМА И ХИМИЗМА
АМЕТИСТОВЫХ ЖИЛ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛЬБУР
(ЮЖНЫЙ ГИССАР)**

Специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твёрдых полезных
ископаемых, минерагения

Автореферат

диссертация на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск – 2018

Работа выполнена в Таджикском национальном университете на кафедре минералогии и петрографии

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор
Хасанов Абдурахим Хасанович

Официальные оппоненты:

Юргенсон Георгий Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИПРЭК СО РАН, г. Чита), заведующий лабораторией геохимии и рудогенеза.

Тимкин Тимофей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (ТПУ, г. Томск), доцент отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов.

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ, г. Красноярск).

Защита диссертации состоится «19» июня 2018 года в 16 часов 00 мин на заседании диссертационного совета Д 212.269.07 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина 30 (20-й корпус, ауд. 504).

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (634050, г. Томск, ул. Белинского, д. 55) и на сайте: <http://portal.tpu.ru/council/914/worklist>

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
к. г.-м. н.

Л.В. Жорняк

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Республика Таджикистан – горная страна, богатая разнообразными месторождениями полезных ископаемых. Судя по остаткам древних горных выработок и археологических исследований, в этом регионе Средней Азии, издавна велась добыча руд золота, серебра, свинца, меди, олова, ртути и многих других видов минерального сырья. Таджикистан известна также как страна, где с давних времен добывались разнообразные драгоценные и поделочные камни: бадахшанский лал (благородная шпинель), рубин, гранаты, турмалин, лазурит и горный хрусталь, включая пьезокварц, которые используются как для изготовления украшений и сувениров, так и во многих отраслях науки, техники и современных технологий.

Среди драгоценных и поделочных камней республики заметное место занимает и аметист – один из популярных, более распространенных и сравнительно доступных широкому потребителю, самоцветов. Поэтому, в республике ведутся широкие изыскательские работы по поиску и разведке этого сырья, а также других драгоценных и поделочных камней. С этой целью в Таджикистане была организована специализированная экспедиция по поискам, разведке и добыче пьезокварца. Она была в последствии преобразована в экспедицию «Памиркварцсамоцветы», а затем в Комитет по драгоценным и поделочным камням. В настоящее время в республике функционирует специализированная на эти виды сырья организация «Джамаст» (в переводе с таджикского «аметист»), в задачу которой входит непосредственное всестороннее изучение месторождений драгоценных и поделочных камней. Эти проблемы входят в задачу Главного Управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан «Таджикглавгеология» и её специализированной экспедиции.

В 1966 г. в процессе геолого-съёмочных работ геологами Шираталинской партии Управления геологии Таджикистана было открыто месторождение аметиста Сельбур, изучено его геологическое строение (Космынин, 1968), условия образования кварц-аметистовых жил (Хасанов, Зевакин, Кривощёкова, 1985; Морозов, 1987), вопросы минералогии и термобарогеохимии (Файзиев, Оймахмадов, 2001, 2006), генетические особенности аметистообразования и роль метасоматизма в процессе формирования месторождения (Хасанов, Гарибмахмадова, 2013).

Увеличение в Республике Таджикистан минерально-сырьевой базы камнесамоцветного сырья, в том числе аметиста, изучения условий его образования и стимулирование поисково-разведочных работ требуют необходимости проведения научных исследований по выявлению закономерностей пространственного размещения и вопросов генезиса аметистового сырья на примере месторождения Сельбур и в других регионах Таджикистана.

Цель исследований. Выяснение генетических особенностей аметистообразования месторождения Сельбур на основе изучения состава жильной минерализации, околожильных метасоматитов и вмещающих пород.

Задачи исследований

1. Выяснить закономерности пространственного размещения аметистовой минерализации и её генетические особенности.
2. Изучить минералого-петрографический состав и особенности химизма околожильных метасоматитов.
3. Оценить роли химизма вмещающих пород в образовании аметистовой минерализации.
4. Разработать комплекс поисково-оценочных критериев аметистоносных жил месторождения Сельбур.

Фактический материал и методы исследований

В основу работы положены результаты полевых и лабораторных исследований автора в 2008-2017 гг. При камеральных исследованиях изучено более 100 образцов околожильных метасоматитов, кварца и аметиста, выполнены химические и спектральные анализы в химической лаборатории Главного геологического управления при Правительстве Республики Таджикистан, и вольтамперометрические анализы на золото, платину, палладий (12 проб) в лаборатории геологии золота Томского политехнического университета РФ. Рентгеноструктурный анализ кварца и аметиста выполнен в лаборатории рентгеноструктурного и термического анализа ВСЕГЕИ РФ.

Основные защищаемые положения

1. Выявлена приуроченность кварц-аметистовых жил месторождения Сельбур к породам повышенной основности, богатым железо-магнезиальными компонентами – порфирирам, туфам основного состава и туфопесчаникам, гранитоидов, сателлитов и апофиз Гиссарского батолита, среди вмещающих пород, что является одним из важных поисковых признаков для выявления новых проявлений аметиста не только на данной территории, но и в других соседних регионах.

2. Ведущими метасоматическими изменениями, сопровождающими кварц-аметистовые жилы, являются альбитизация, окварцевание, серицитизация, ортоклазитизация как результат проявления заключительных стадий метасоматических процессов позднего слабокислотного и щелочного этапов.

3. Основным хромофорным элементом аметиста служит железо, с содержанием до 0,82 %, а также ионизирующее воздействие урана, содержания которого в аметистах достигает 0,009 %. Источником железа, по-видимому, явились измененные околожильные породы, а уран был привнесен с аметистообразующим флюидом.

Научная новизна

1. Выявлена важная роль магматических, структурных и литологических факторов при формировании кварц-аметистовых жил.
2. Установлено важное значение при формировании месторождения Сельбур метасоматических процессов.
3. Выяснена и охарактеризована динамика привноса-выноса химических элементов (кремнезема, окисно-закисного железа и др.) в связи с околожильным изменением состава вмещающих пород.
4. Выявлено, что аметист, по сравнению с бесцветными разновидностями кварца, обогащён, помимо постоянного присутствующего железа, такими элементами как серебро, кадмий, таллий и уран. Впервые в них установлено повышенное содержание Au, Pt, Pd.
5. Уточнены причины окраски аметиста, в частности, в отличие от прежних взглядов установлено, что ионизирующее воздействие протекает под влиянием радиоактивных компонентов, содержащихся в составе самих аметистов, а не внешних источников ионизирующего излучения.
6. Обосновано принципиально новое генетическое представление о связи аметистовой минерализации с характером метасоматических процессов и химизмом вмещающих пород месторождения Сельбур.

Практическая ценность исследований

Предложены поисковые признаки и критерии проявления аметистового сырья, которые можно использовать при проведении поисково-оценочных работ с целью нахождения новых мест нахождения сырья. Впервые в аметистах установлено повышенное содержание Au, Pt, Pd.

Личный вклад автора

Автором были выполнены следующие работы: проведены полевые исследования с отбором целевых проб-протолок (2-5 кг) для последующих детальных минералого-геохимических исследований; произведён отбор моно-минералов для химических анализов; участие в камеральных работах по обработке полевых материалов; проведён пересчёт химических анализов; детально изучены роль метасоматоза и влияния химизма вмещающих пород в образовании аметистовых жил месторождения Сельбур.

Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на ежегодных научно-теоретических конференциях профессорско-преподавательского состава Таджикского национального университета (2008-2017); на научно-теоретической конференции, посвященной 100-летию академика С.М. Юсуповой, (горно-геологический колледж, Душанбе, 2010); на международной конференции, посвященной 80-летию основания в Томском политехническом университете первой в азиатской части России кафедры «Разведочное дело» (5-8 октября 2010 г., г. Томск); ежегодно на Международных научных Симпозиумах имени академика М.А. Усова для студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (г. Томск, 2012-2015 гг.); на научной конференции «Актуальные проблемы

геологии, геофизики и металлогении» (г. Ташкент, 2015), а также на IX Международной научной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях» (27-28 марта 2017 г., г. Бишкек). Кроме того, результаты диссертационных исследований рассматривались на научных семинарах кафедры минералогии и петрографии Таджикского национального университета и на межкафедральном семинаре Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета.

По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 2 из них в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и 2 – в журналах, входящих в базы данных SCOPUS и Web of Science.

Структура работы

Диссертация, объемом на 112 страницах компьютерного набора, состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы в количестве 115 наименований. Работа иллюстрирована 27 рисунками, 17 таблицами.

Благодарности

Научно-исследовательские работы выполнены на кафедре минералогии и петрографии Таджикского национального университета в течение 2009-2017 годов под научным руководством доктора геолого-минералогических наук, профессора А.Х. Хасанова и консультациях профессора Томского политехнического университета А.Ф. Коробейникова, которым автор выражает искреннюю признательность за постоянное внимание и поддержку. Отдельные слова благодарности хотелось бы выразить сотрудникам Томского политехнического университета докторам геолого-минералогических наук, профессору А.А. Поцелуеву, профессору В.Г. Ворошилову и заведующему лабораторией геологии золота, кандидату геолого-минералогических наук А.Я. Пшеничкину, а также и кандидату геолого-минералогических наук, доценту кафедры ГЭГХ В.А. Домаренко за активное обсуждение работы. Автор также выражает благодарность (сотрудникам Таджикского национального университета) кандидатам геолого-минералогических наук Б.А. Алидодову, Ф.Ш. Искандарову, Ш.Ф. Валиеву, Дж.Н. Фозилову, А.С. Ниязову, Ю.М. Мамаджанову, М. Мамадвафоеву, М. Джанобилову, Азим Иброхимову, Ф.С. Салохиддинову, Н.И. Кривошековой, Ш.О. Худобахшовой, З.Е. Ёрову, И.С. Оймахмадову, Р. Бахтдавлатову, Р.Ш. Андамову, Р.М. Талбонову, Ф.С. Давлатову, М. Мухаббатову за консультации и поддержку в выполнении данной работы. Автор благодарен также сотрудникам кафедры минералогии и петрографии ТНУ В.А. Мансурову, Д. Давлатшоеву, Шоди Беку, А.К. Ошурмамадову и М.К. Джалоловой, Лола Авзаловой и Муниса Мирзомамаду, оказавшим помощь в подготовке графических приложений. Особую благодарность за терпение и понимание выражаю своему мужу Каландаршо Давлатмамадову

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Во введении описаны: актуальность, цель и задачи, научная новизна и практическая ценность диссертационной работы, а также приведены сведения об апробации результатов работ на различных научных конференциях. Здесь же сформулированы защищаемые положения диссертации, кратко охарактеризована структура работы.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ СЕЛЬБУР

В первой главе диссертации, с использованием литературных источников, приведены общие сведения о месторождении Сельбур.

ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ЮЖНО-ГИССАРСКОЙ ЗОНЫ

В главе приводится краткий геологический очерк Южно-Гиссарской зоны и рассматриваемого месторождения Сельбур.

ГЛАВА 3. ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛЬБУР

Район месторождения Сельбур расположен в западной части южного склона Гиссарского хребта.

В геологическом строении района принимают участие палеозойские и мезо-кайнозойские осадочные образования, а также интрузивные породы гранитоидного состава позднекарбонового возраста (рисунок 1).

Палеозойские отложения имеют ограниченное распространение; они развиты в виде эрозионно-тектонических окон среди мезо-кайнозойских отложений и представлены вулканогенно-осадочной толщей C_{2-3} , представленной туфопесчаниками, туфами, известняками, алевролитами. Наибольшим распространением пользуются туфы и туфопесчаники кислых и средних пород. Характерной особенностью этой толщи является наличие многочисленных глыб известковистого состава среди песчано-туфового материала. По этой причине толща и была названа грубовалунной.

Разрез рассматриваемой толщи в районе месторождения имеет следующий вид.

1. Светло-серые туфы кислого состава с линзами и горизонтами риодацитовых туфов и лав кислого состава мощностью 25-28 м.

2. Голубовато-серые пепловые туфы кварцевых альбитофиров с прослоями коричневых псаммитовых туфов смешанного состава и белых мраморизованных известняков мощностью 180-200 м. В этой пачке часто встречаются глыбы известняков размером от нескольких метров до 20-30 м.

3. Полосчатые серые туфы смешанного состава, чередующиеся с серовато-коричневыми туфопесчаниками и алевролитами, глинистыми сланцами, редкими прослоями известняков и горизонтами туфов риодацитового состава. Мощность пачки 160-180 м.

4. Коричневато-серые алевролиты и песчаники, в которых отмечается скопление глыб темно-серых известняков, кальцитизированных по прожилкам. Глыбы большей частью остроугольные и ориентированы удлинением параллельно простиранию вмещающих пород. Мощность пачки 270-310 м. Общая мощность толщи 600-700 м.

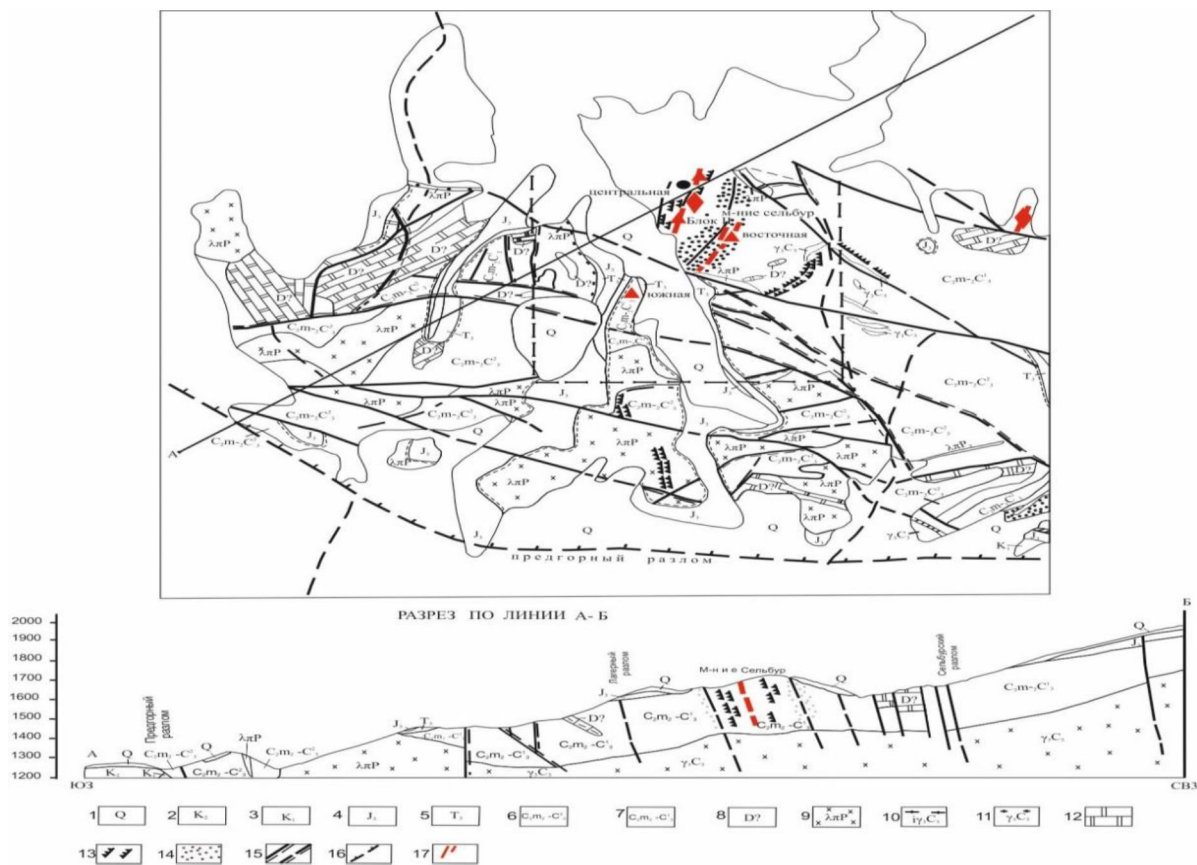


Рис. 1. Геологическая схема и разрез месторождения аметиста Сельбур (Южный Гиссар).

1 – четвертичные отложения; 2 – верхний мел. известняки, песчаники, глин; 3 – нижний мел. красноцветные песчаники, гравелиты, известняки; 4 – верхняя юра; песчаники, гравелиты, известняки; 5 – верхний триас; элювиально-делювиальные осадочные брекчии, песчаники и глины; 6 – московский ярус среднего верхнего карбона; сланцевая пачка, известняки; 7 – московский ярус среднего и верхнего карбона; алевролитовая пачка, сланцы, песчаники, известняки; 8 – девон предполагаемый; глыбы мраморизованных известняков среди средне-верхнекарбоновых отложений; 9 – кварцево-дацитовые порфиры; 10 – аплиты и аплитовидные граниты; 11 – лейкократовые граниты; 12 – светлые мраморизованные известняки; 13 – кварцевые жилы; 14 – окварцевание; 15 – трещины; 16 – разломы надвигового типа; 17 – кварц-аметистовые жилы

В разрезе отложений C_{2-3} принимают участие туфопесчаники, туфы, алевролиты, известняки и туфолавы риодацитов.

Мезозойские отложения в пределах района представлены отложениями юрской и меловой системами. Юрская система (J) представлена грубообломочными породами гиссарской свиты, которая по возрасту относится к верхнему отделу юры.

Кайнозойские образования представлены палеогеновой и четвертичной системами. Отложения палеогена представлены морскими, лагунными и континентальными осадками.

Четвертичные отложения пользуются широким развитием. Они покрывают плащеобразно все склоны и водоразделы, слагают русла саев и аккумулятивных террас.

Интрузивные образования непосредственно в районе месторождения имеют незначительное развитие. Они представлены выходами мелко-среднезернистых биотитовых гранитов, гранит-порфиров, аплитовидных и альбитизированных гранитов. Все они в целом составляют так называемую Хочильерскую интрузию. Среди гранитоидов отмечаются маломощные дайки аплитов, лампрофиров, а также гидротермальные кварцевые жилы.

Возраст гранитов Хочильерской интрузии определяется как поздне-карбонный на основании прорывания этими гранитами отложений $C-C_{2-3}$ и наличия их обломков среди терригенных (флишевых) толщ верхнего карбона и нижней перми.

ГЛАВА 4. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛЬБУР

Данная глава состоит из 3-х разделов. В первом из них (Химический состав и элементы примеси кварца и аметиста) изложены химический состав и элементы примеси, а также в этом же разделе подчеркнута, что впервые были проведены определения золота, платины и палладия методом инверсионной вольтамперметрии в Инновационном научно-образовательном центре «Золото-платина» Томского политехнического университета в аметисте, кварце и вмещающих околожильных туфопесчаниках месторождения Сельбур. Выявлены повышенные концентрации золота как в жильном кварце (12,3 мг/т) и аметисте (7,0 мг/т), так и в околоскварцевых метасоматитах по туфопесчаникам. При этом, в околожильных туфопесчаниках, отобранных на удалении от кварцево-аметистовой жилы, содержание золота минимальное (1,5 мг/т). С приближением к жиле содержание золота увеличивается до 4,1 мг/т, а вблизи контакта с жилой составляет уже 6,6 мг/т. Установлены также повышенные содержания платины в неизменённых туфопесчаниках (21,1 мг/т), так и в их изменённых разностях на контакте с кварц-аметистовой жилой (51,4 мг/т). В кварце содержание платины резко сокращается до 1,3 мг/т, а в аметистах, наоборот, в 4 раза выше (5,7 мг/т), чем в кварце. Концентрации палладия не высокие

как в неизменённых туфопесчаника (4,1 мг/т), так и окол кварцевых метасоматитах (2,1-4,4 мг/т). В кварце содержания палладия близки с вмещающими породами (3,2 мг/т). А в аметистах почти в 3 раза больше палладия (8,8 мг/т), чем в кварце (Пшеничкин А.Я. и др., 2015).

Таким образом, полученные первые результаты о повышенных содержаниях золота, платины и палладия в аметисте, кварце и окол кварцевых метасоматитах данного месторождения, дают основание в необходимости более детального изучения на благородные металлы кварца и аметистов как на месторождении Сельбур, так и на всех проявлениях аметиста Южного Тянь-Шаня – Калот, Охангарон и др.

Во втором разделе (О причинах окраски аметиста и рентгеноструктурное изучение кварца и аметиста) характеризуется причина окраски аметиста и приводятся результаты рентгеноструктурного изучения кварца и аметиста (рисунок 2).

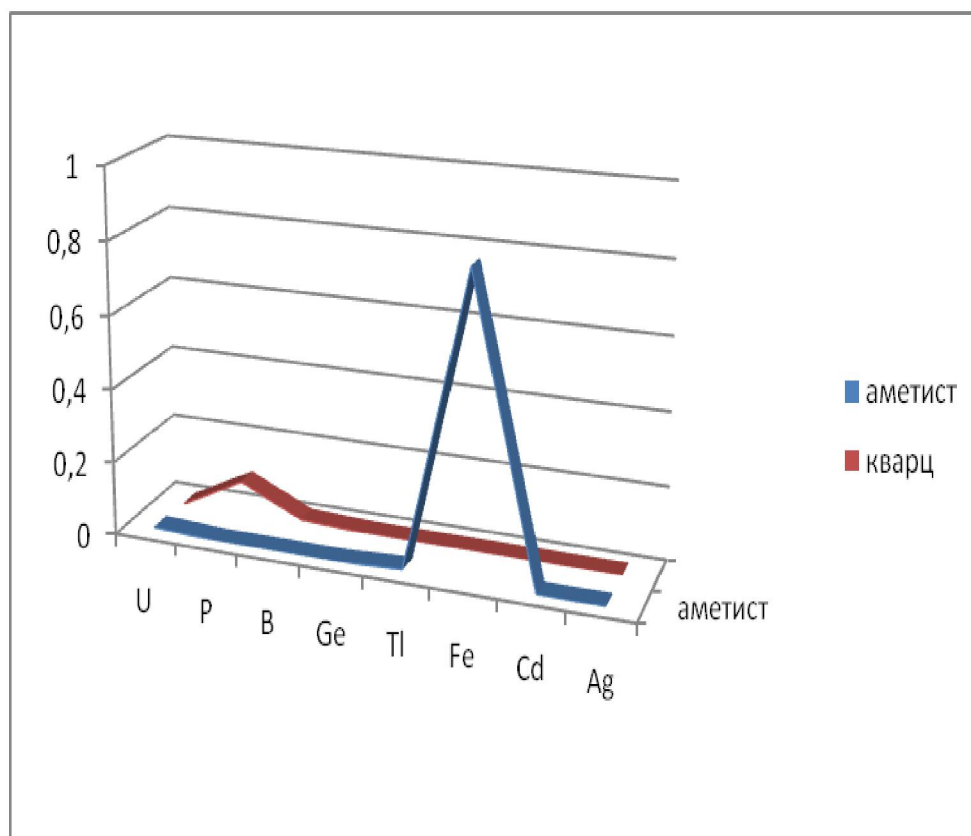


Рис. 2. Распределение элементов-примесей в кварце и аметисте (%)

В третьем разделе освещаются физико-химические условия образования аметистового месторождения Сельбур. Подчеркнуто, что на южном склоне Гиссарского хребта, в пределах района месторождения Сельбур, отмечается несколько выходов аметистовой минерализации.

Аметистовая минерализация в Южном Гиссаре связана с гидротермальными кварцевыми и кварц-карбонатными жилами. Жильные

образования на описываемой площади размещены весьма неравномерно и сконцентрированы на склонах долины саев рек Правый и Левый Курум-Самлок. Жильные тела расположены группами, образуя жильные зоны. Всего выявлено семь таких зон.

Все жильные зоны и кварц-аметистовые тела приурочены к субмеридиональным разрывам, которые сопровождаются зонами дробления, окварцевания и ортоклазизации. Падение жильных зон и кварц-аметистовых жил довольно крутое ($70-85^{\circ}$), при северо-восточном простирании ($10-30^{\circ}$). Все жильные зоны однотипны как по характеру околожильных изменений вмещающих пород, так и по характеру проявления аметистовой минерализации.

По морфологии, минеральному составу и условиям залегания кварцево-аметистовые жилы можно разделить на две группы.

1. Простые плитообразные или линзовидные жильные тела заполняющие секущие трещины скола. Они практически не хрусталеносны или с очень слабыми признаками хрустале-аметистоносности.

Жилы этой группы имеют наиболее широкое распространение на изученной площади. Это, в основном, маломощные кварцевые жилы плитообразной или линзообразной формы, усложненные иногда секущими апофизами. Они сложены молочно-белым, серовато-белым, иногда буровато-серым кварцем, участками с сиреневым оттенком, связанным с наличием мельчайших включений гематита. Кварц по структуре плотный, массивный, иногда сливной или мелкокристаллический, сахаровидный. Контакты жил с вмещающими породами обычно резкие, ровные или слабоизвилистые. Околожильные изменения вмещающих пород проявлены слабо и выражены окварцеванием или альбитизацией. Жилы этого типа, вследствие простой формы, однообразного минерального состава и отсутствия интенсивной околожильной переработки вмещающих пород, являются бесперспективными на аметист. Состав жил довольно прост. большей частью они являются мономинерально-кварцевыми образованиями, состоящими на 90-95 % из кварца, другие минералы играют подчиненную роль.

2. Жилы второй группы более сложные по морфологии и состоят из окварцованных зон дробления, выполняющие зоны разломов и обычно являются аметистоносными. Они отличаются размерами, морфологией, структурой жильного кварца, составом жильных тел и характером околожильных изменений вмещающих пород. Эти жилы слагают зоны дробления и интенсивной трещиноватости среди туфопесчаников, и характеризуются сложным строением и наличием мощных зон гидротермальной переработки вмещающих пород, мощностью до 4-5 м. Жильные зоны представлены серией жильных тел и прожилков различной мощности и ориентировки. Жилы и прожилки сложены молочно-белым, иногда сероватым, участками полупрозрачным, шестоватым или гребенчатым кварцем, разбитым многочисленными трещинами, по которым отмечаются гидроокислы железа. Отдельные кварцевые жилы и прожилки

имеют зональное строение, центральная часть которых, сложена фиолетовым аметистом мощностью 5-10 см.

Жильные зоны характеризуются брекчиевидным строением, где жильный кварц цементирует обломки и дробленный материал вмещающих туфопесчаников. Между кварцевыми прожилками отмечаются участки интенсивно переработанных кварц-каолинизированных пород, иногда превращенных в рыхлую глиноподобную массу.

В центральных частях прожилков и кварцевых обособлений наблюдаются гнезда щелевидной формы, стенки которых выполнены щетками и мелкими кристаллами аметиста. Гнезда и занорыши с аметистом встречаются и среди ксенолитов метасоматически переработанных пород, при этом кристаллы аметиста расположены в рыхлой глинисто-охристой массе.

Кварц-аметистовые жилы второго типа характеризуются сравнительно сложным минеральным составом. В них, кроме кварца и аметиста, встречаются кальцит, анкерит, альбит, калишпат, серицит, хлорит, гематит, пирит, лимонит и другие минералы. На отдельных участках жильных зон железистые карбонаты составляют 10-15 %.

ГЛАВА 5. ОКОЛОЖИЛЬНЫЕ МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БОКОВЫХ ПОРОД

В главе рассматриваются околожильные метасоматические изменения боковых пород в 3-х разделах. В первом из них изложены общие сведения о метасоматических процессах. Во втором характеризуются метасоматические изменения вмещающих пород месторождения Сельбур. Вмещающие породы кварц-аметистовых жил Сельбура представляют собой темно-серые с зеленоватым оттенком туфопесчаники, имеющие бластопсаммитовую структуру и состоящие из кварца, плагиоклаза, калишпата, серицита, хлорита и аксессуарных минералов – циркона и апатита. По мере приближения к жильному телу отмечается увеличение карбонатов, серицита, усиливается ожелезнение. Гидротермальные изменения в лежащем боку жильной зоны, как видно на диаграмме (рисунок 3), рассчитанной по атомно-объемному методу, сопровождаются незначительным выносом кремнезема, титана, двухвалентного железа и фосфора. Выносятся почти весь натрий. Туфопесчаники обогащаются при этом трехвалентным железом, кальцием и калием, незначительно повышается содержанием алюминия и магния. Более интенсивные гидротермальные изменения наблюдаются в туфопесчаниках из жильной зоны, встречающиеся здесь в виде обломков и останцов. Вынос кремния увеличивается до 28 %, двухвалентного железа – до 24 % и натрия – до 73 %. Происходит значительное обогащение породы трехвалентным железом, алюминием, кальцием, калием, магнием и фосфором.

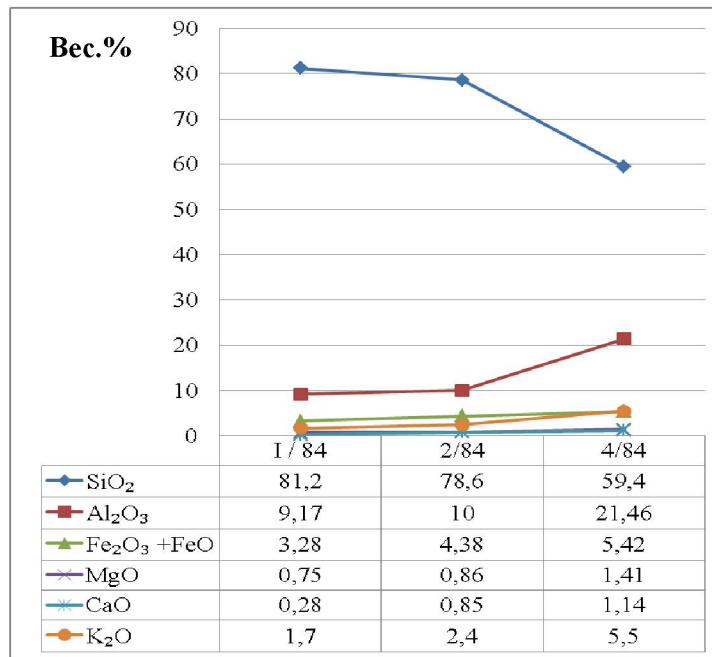


Рис. 3. Диаграмма поведения элементов около лежащего бока кварцево-аметистовой зоны в туфопесчаниках. Южная часть Центральной зоны.

Несколько иной характер имеет поведение породообразующих элементов в висячем боку жильной зоны (рисунок 4). Из околожильных пород отмечается незначительный вынос кремния (11 %) и натрия (4 %). Из зоны гидротермальной переработки в висячем боку жильной зоны, выносятся лишь кремнезем около (30 %) и двухвалентное железо (6 %). При этом туфопесчаники обогащаются кальцием, калием, алюминием, трехвалентным железом и другими элементами.

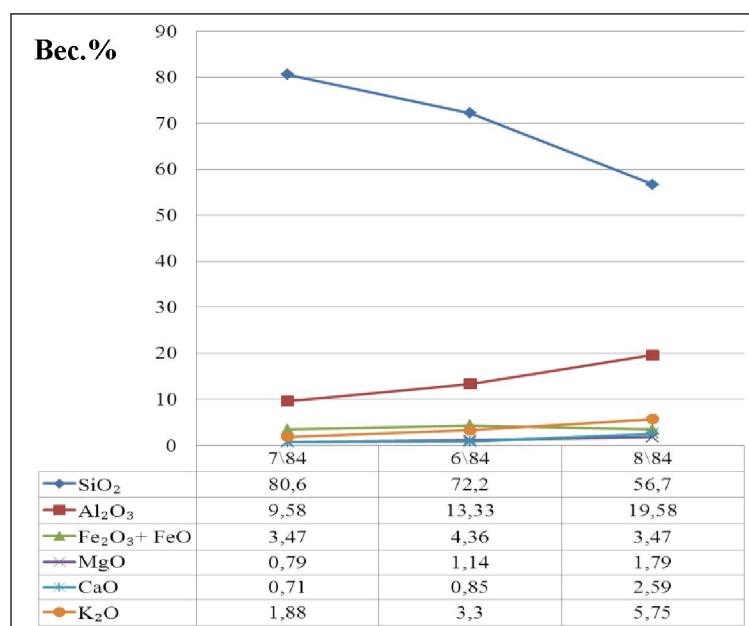


Рис. 4. Диаграмма поведения элементов около висячего бока кварцево-аметистовой зоны в туфопесчаниках. Южная часть Центральной зоны.

Расчет баланса привноса-выноса компонентов показывает, что вынос кремнезема из боковых пород составляет 28-30 %, железа – до 24 %. Экстрагированные из вмещающих пород ионы железа переоткладываются в жилах не только в виде гематита, анкерита и пирита, но и служат основным хромофорным элементом аметиста. В аметисте месторождения Сельбур отмечено повышенное (до 0,82 %) содержание железа по сравнению с бесцветным кварцем.

В третьем разделе рассматриваются закономерности пространственного размещения аметистовой минерализации в зависимости от состава вмещающих пород. Здесь особый практический интерес представляет установленная нами на месторождении закономерность: основная масса аметистосодержащих жил находится среди пород повышенной основности и железистости, как правило, на расстоянии 500-600 м от выходов пересыщенных кремнекислотой гранитоидов. Эта закономерность, прослеженная и в других проявлениях аметиста Южного Тянь-Шаня, не является случайной, поскольку в процессе циркуляции гидротермальных растворов через вмещающие породы и интенсивную их переработку происходит вынос и переотложение значительного количества кремнезема в виде кварца и аметиста.

Выявленная закономерность проявления аметистовой минерализации, в зависимости от состава вмещающих пород на примере месторождения Сельбур, может быть одним из поисковых критериев на этот вид камнесамоцветного сырья в рассматриваемом и в других аналогичных регионах Таджикистана.

В главе рассматриваются закономерности пространственного размещения проявлений аметиста, его типоморфные особенности и даются рекомендации о перспективности региона и прилегающих площадей на аметистовую минерализацию.

ГЛАВА 6. ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В СВЯЗИ С ОБЩИМ РАЗВИТИЕМ РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕГИОНА

В данной главе рассматривается формирование месторождения в связи с общим развитием рудно-метасоматических процессов региона, и поисковые критерии и признаки выявления аметистовых жил месторождения Сельбур.

Выявлено, что образование аметистовой минерализации месторождения Сельбур происходило в тесной связи с заключительными стадиями метасоматических процессов. Размещение основных продуктивных аметистовых жил в экзоконтактных зонах Южно-Гиссарского гранитоидного батолита на расстоянии 500-600 м от него, среди пород с относительно более высоким содержанием железа, может быть важным поисковым критерием на

этот вид камнесамоцветного сырья не только в рассматриваемом, но и в других прилегающих регионах.

Весь ход метасоматических процессов носит регрессивный характер. Наиболее ранние и высокотемпературные стадии метасоматоза имеют более или менее региональный характер. Последующие, сравнительно низкотемпературные стадии метасоматоза, сосредоточены вдоль разрывных нарушений и локальных зон дробления.

Для получения необходимой геологической информации о геолого-структурных особенностях размещения аметистовых проявлений, их минералогическом составе, петрографо-минералогических особенностях вмещающих пород было проведено всестороннее изучение кварцево-аметистовых зон и жильных тел.

Изучение аметистовых проявлений проводилось, прежде всего, методом поисковых маршрутов в районе развития продуктивных аметистоносных жил среди туфопесчаников среднего и верхнего карбона. При этом обращалось внимание как на прямые, так и на косвенные поисковые признаки аметистопроявления. К косвенным признакам аметистопроявления относятся участки и зоны гидротермально измененных вмещающих пород, зоны интенсивной трещиноватости, участки ожелезнения, окварцевания и альбитизации, которые могут свидетельствовать о возможной приуроченности к ним зон аметистовой минерализации. При изучении кварц-аметистовых проявлений обращалось внимание на текстуру и структуру жильных тел, минеральный состав, их форму и размеры, наличие и размещение гнезд и занорышей с кристаллосырьем, а также на его качественную характеристику.

С целью установления генетической связи аметистовой минерализации с вмещающими породами проводилось их опробование по определенным профилям вкрест простирания аметистоносных кварцевых жил. Отбор минералого-геохимических проб осуществлялся способом штучного опробования. Образцы отбирались как из неизмененных пород в удалении от жильных зон, так и из гидротермально-измененных участков вблизи жильных тел.

Детально были осмотрены и задокументированы выработки с отбором образцов из кварц-аметистовых жил в районе действующих на месторождении Сельбур карьеров № 1 и № 2 в пределах жильной зоны Центральная. Отбор проб сопровождался составлением геолого-геохимического разреза, макроскопическим описанием пород, составлением планов аметистовых проявлений на глазомерной топооснове.

В тектоническом отношении район месторождения имеет сложное строение. Установление геологической структуры усложнено тем, что палеозойские породы обнажаются в виде небольших разрозненных выходов из-под чехлом мезо-кайнозойских образований. В целом выявляются два структурных этажа. Нижний этаж отделен от верхнего регионально-распространенной поверхностью несогласия. Породы, слагающие южное

крыло, падают на юг под углами от 35° до 60° . Ближе к ядру складки в юрских отложениях отмечается выполаживание слоев, северное крыло падает под углами $10-15^{\circ}$. Мезо-кайнозойские породы образуют антиклинальный перегиб с небольшим опрокидыванием шарнира складки в южном направлении.

В районе месторождения широким развитием пользуются разрывные нарушения. Преобладающее направление разрывов субмеридиональное, углы падения разрывов чаще крутые. По типу они относятся к сбросо-сдвигам, а по возрасту делятся на варисские и альпийские. Варисский возраст разрывов определяется их сечением отложений карбона и перекрытием осадками мезо-кайнозоя.

Альпийские разрывы пользуются преимущественным распространением. Для них характерно незначительное дробление контактирующих пород и полное отсутствие минерализации.

Аметистовая минерализация приурочена к субмеридиональным разрывам, сопровождающимся зонами дробления и окварцевания контактово-метаморфизованных пород вулканогенно-осадочной толщи среднего и верхнего карбона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Месторождение Сельбур приурочено к вулканогенно-осадочной толще C_{2-3} средне-верхне карбонового возраста, в строении которой принимают участие разнообразные туфопесчаники, туфы, порфириды, а также известняки и алевролиты. Отмеченные породы перетерпели метаморфизм зеленокаменной стадии. Северо-восточнее месторождения толща прорывается Хочильерской гранитоидной интрузией, являющаяся апофизой Южно-Гиссарского батолита. Непосредственно в районе месторождения отмечены небольшие штокообразные тела гибридизированных гранитоидов, которые являются апофизами-сателлитами отмеченной интрузии и сопровождаются контактовым метаморфизмом. Геолого-структурный анализ свидетельствует о том, что кварцево-аметистовые жилы локализируются в над интрузивной зоне, на удалении 300-500 м от гранитоидной интрузии.

На основе выполненных исследований и литературных данных можно сделать следующие выводы.

1. Аметистовая минерализация в Южном Гиссаре, в том числе на месторождении Сельбур, связана с гидротермальными кварцевыми и кварц-карбонатными жилами, которые расположены группами, образуя семь жильных зон и проявлений. К системам трещин субмеридионального и близкого к нему простирания, имеющим наибольшее развитие, приурочено основное количество кварцево-аметистовых жил и жильных зон, а также оперяющих жильных зон апофиз.

2. Формирование кварцево-аметистовых жил происходило при постепенном понижении температуры от $410-390^{\circ}$ до $160-140^{\circ}$ С, в основном,

за счет кремнезема, привнесенного гидротермальными растворами в завершающий этап магматического процесса. Формирование гнезд и занорышей с аметистом сопровождалось процессами растворения и переработки вмещающих пород и перераспределением вещества. Кристаллизацией аметиста при температурах 140-100⁰ С завершился процесс образования аметистоносных жил.

3. Аметистовая минерализация месторождения Сельбур связана с крутопадающими жилами субмеридионального простирания варисского возраста. Гнезда и занорыши с аметистом приурочены к жильным телам сложного строения и зонам гидротермальной переработки (окварцевание, ортоклазизация, каолинизация, карбонатизация, гематитизация и лимонитизация) вмещающих туфопесчаников.

4. Образование, размещение и минералогический состав кварц-аметистовых жил обусловлены преимущественным сочетанием структурного и литологического факторов. Все кварц-аметистовые жилы и проявления сосредоточены в вулканогенно-осадочных породах средне-верхне-каменноугольного возраста, легко подвергающихся хрупким деформациям, что подтверждено локализацией жильных тел в зонах с повышенной трещиноватостью.

5. Гидротермальные растворы, сформировавшие кварц-аметистовые жилы, были существенно кремнистыми с повышенным содержанием трехвалентного железа; значительная роль принадлежит хлоридным и бикарбонатным ионам, в меньшей степени – сульфатным. Необходимые для образования аметиста ионы трехвалентного железа заимствовались, вероятно, из вмещающих порфириров и туфопесчаников, которые характеризуются относительно высоким содержанием гематита. Из них также заимствовались и другие химические элементы, необходимые для формирования аметиста, на что указывают зоны переработки и выщелачивания в жильных зонах. Согласно проведенным расчетам, в процессе интенсивной гидротермальной переработки вмещающих пород, вынос кремнезема составляет 28-30 %, а железа – до 24 %.

6. Формирование кварцево-аметистовых жил сопровождается разнообразными гидротермальными изменениями вмещающих пород, среди которых наибольшее развитие имеет окварцевание и ортоклазизация, в меньшей степени – гематитизация, карбонатизация и лимонитизация. Расчеты баланса вещества показывают, что образование жил происходило в основном за счет кремнезема, привнесенного гидротермальными растворами, связанными с наиболее поздними фазами гранитоидов интрузивного комплекса. При формировании гнезд и занорышей с аметистом большую роль играли процессы растворения и переработка вмещающих пород, которые сопровождаются выносом-привносом кремнезема, железа, натрия, алюминия, кальция, калия и других элементов-примесей. Впервые были выявлены в кварце и аметистах месторождения Сельбур золото, платина, палладий и уран.

7. Анализ особенностей образования и размещения проявлений аметистовой минерализации в районе месторождения Сельбур позволяет наметить группы поисковых критериев. К ним относятся магматические, структурно-тектонические и литологические предпосылки.

Отмечается пространственная связь аметистовой минерализации с интрузивными образованиями района. Кварцево-аметистовые жилы локализируются в экзоконтактовой зоне Хочильерской гранитоидной интрузии, в ее надинтрузивной зоне. Образование жильных тел происходило, в основном, за счет кремнезема гидротермальных растворов, на завершающей стадии магматической и метасоматической деятельности.

В размещении аметистовых проявлений, наряду с магматическим, большая роль принадлежит также структурному фактору. Его влияние выражается в приуроченности аметистовых проявлений к разрывным нарушениям субмеридионального простирания.

Наличие высокого содержания урана в аметистах позволяет рекомендовать включить в комплекс поисковых методов радиометрию и гамма-спектрометрию.

Сочетание всех групп критериев на конкретных участках позволяет выделить их в разряд потенциально-аметистоносных площадей.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах, входящих в перечень ВАК

1. Гарибмахмадова, С.Н. Образование аметистовой минерализации в зависимости от химизма вмещающих пород на примере месторождения Сельбур (Южный Гиссар) / С.Н. Гарибмахмадова, А.Х. Хасанов // Известия АН РТ. – 2012. – № 4 (149). – С. 103-107.

2. Гарибмахмадова, С.Н. Химизм боковых пород и позднещелочной метасоматоз – основные факторы генезиса аметиста месторождения Сельбур (Гиссарский хребет) / С.Н. Гарибмахмадова, А.Х. Хасанов // Вестник Таджикского Национального университета. – 2013. – № 1/1 (102). – С. 261-264.

Статьи в научных журналах, входящих в БД SCOPUS, Web of Science

3. Гарибмахмадова, С.Н. Об элементах-примесях аметиста в месторождении Сельбур (Южный Гиссар) / Гарибмахмадова, С.Н. // Наука и инновации (научный журнал). Серия естественных и экономических наук. – 2014. – № 1. – С. 157-159.

4. Гарибмахмадова, С.Н. Первые данные о золотоносности аметистов месторождения Сельбур (Южный Тянь-Шань). / А.Я. Пшеничкин., Ю.А. Оськина, А.Х. Хасанов, С.Н. Гарибмахмадова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8. – С. 322-324.

Статьи, материалы конференций

5. Гарибмахмадова, С.Н. О рентгеноструктурной характеристике аметиста месторождения Сельбур (Южный Гиссар) / С.Н. Гарибмахмадова, А.Х. Хасанов //Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава ТНУ, посвященной 17-й годовщине государственной Независимости РТ и 1150-летию основоположника таджикско-персидского языка. – Душанбе, 2008. – С. 149.

6. Гарибмахмадова, С.Н. Особенности химизма туфопесчаников, вмещающих аметистовые жилы месторождения Сельбур /С.Н. Гарибмахмадова //Материалы научно-теоретической конференции, посвященной 100-летию академика С.М. Юсуповой (Горно-геологический колледж). – Душанбе, 2010. – С. 17-20.

7. Гарибмахмадова, С.Н. Туфопесчаники как вмещающие породы аметистовых жил месторождения Сельбур (Южный Гиссар)/С.Н. Гарибмахмадова // Материалы международной и республиканской конференции «Проблемы геологии, охраны и рационального использования водных ресурсов Таджикистана». – Душанбе, 2010. – С. 143-147.

8. Гарибмахмадова, С.Н. Закономерное размещения аметистовой минерализации в зависимости от состава вмещающих пород на примере месторождения Сельбур (Южный Тянь-Шань) / С.Н. Гарибмахмадова, А.Х. Хасанов // Материалы международной конференции «Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых», посвященная 80-летию основания в Томском политехническом университете первой в азиатской части России кафедры «Разведочное дело». – Томск: ТПУ, 2010. – С. 300-303.

9. Гарибмахмадова, С.Н. Околожилльные метасоматические изменения вмещающих пород на месторождении аметиста Сельбур (Южный Тянь-Шань) / С.Н. Гарибмахмадова // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. – Томск: ТПУ. – 2012. – Т. II. – С. 181-183.

10. Гарибмахмадова, С.Н. Элементы примеси в кварце и аметисте месторождения Сельбур (Южный Гиссар, Таджикистан) / С.Н. Гарибмахмадова // Проблемы геологии и освоения недр: Материалы XVII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ. – 2013. – Т. I. – С. 179-180.

11. Гарибмахмадова, С.Н. О генезисе кварц-аметистовых жил месторождение Сельбур (Южный Тянь-Шань) / С.Н. Гарибмахмадова // Проблемы геологии и освоения недр: Материалы XVIII Международный научный симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. – Томск: ТПУ. – 2014. – Т. I. – С.170-171.

12. Гарибмахмадова, С.Н. Содержание золота в аметистах и окварцованных метасоматитах месторождения Сельбур / С.Н. Гарибмахмадова, А.Х. Хасанов // Материалы республиканской научно-

теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «700-летию Мир Сайида Али Хамадони», «году семьи» и международному десятилетию действия «вода для жизни» 2005-2015 годы. – Душанбе, 2015. – С. 90.

13. Гарибмахмадова, С.Н. Содержание платины в аметистах и окварцованных метасоматитах месторождения Сельбур / С.Н. Гарибмахмадова // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной 25-летию Государственной независимости Республики Таджикистан. – Душанбе, 2016. – С. 167-168.

14. Гарибмахмадова, С.Н. Первые данные о золотоносности аметистов месторождения Сельбур (Южный Тянь-Шань). / С.Н. Гарибмахмадова, А.Я. Пшеничкин, А.Х. Хасанов // Научная конференция «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». – Ташкент, 2015. – С. 148 - 149.

15. Гарибмахмадова, С.Н. Динамика привноса-выноса компонентов в околожильных измененных метасоматитах аметистового месторождения Сельбур (Южный Гиссар) / С.Н. Гарибмахмадова // Материалы IX Международной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях». – Бишкек, 2017. – С. 29-35.