

Министерство Геологии СССР
ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

Для служебного пользования

Инв. № 550

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника
Главного геологического
управления на твердые полезные
ископаемые Мингео СССР

О. Х. Цопанов



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТИПОМОРФИЗМА
ХАЛЦЕДОНОВИДНОГО ЖИЛЬНОГО КВАРЦА ПРИ ПОИС-
КАХ И ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГЛУБИННОЙ
ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ ФОРМАЦИИ

Чита 1987

Методические рекомендации разработаны в ЗабНИИ на основе "Способа поисков и разведки постмагматических близповерхностных кварц-золото-серебряных месторождений", защищенного авторским свидетельством на изобретение. А.с. СССР № 1189244 кл. G 01. 9/00. ДСП. Автор Г.А. Юргенсон

УДК. 549.514.51:548.31 : 550.812.012:533.41.041

Предлагаемые методические рекомендации основаны на использовании результатов изучения типоморфизма халцедоновидного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации в сравнении с аналогичным по структурно-текстурным признакам халцедоновидным кварцем, развитым в пределах месторождений другой рудноформационной принадлежности и не содержащим золотого оруденения. Предлагаемый способ применим на всех стадиях поисково-съёмочных и разведочных работ и позволяет уверенно оценивать принадлежность выходов, свалов и подсечений тонкозернистого халцедоновидного кварца к месторождению малоглубинной золото-серебряной формации.

Составитель Г.А. Юргенсон

ВВЕДЕНИЕ

Одним из способов повышения эффективности геологоразведочных работ является объективно обоснованный выбор оптимальных по вероятности наличия промышленного оруденения объектов для организации на них детальных поисков или разведочных работ.

Как показывает опыт, выделение из большого числа известных к настоящему времени на территории страны коренных выходов, свалов и подсечений кварцевых и сульфидно-кварцевых жил, число которых по каждому из регионов достигает десятков тысяч, объектов под детальные поиски и разведку с использованием традиционных общегеологических и геохимических методов, данных обычного анализа пробирным, спектральным и другими методами без детального изучения сквозных минералов, в частности, кварца, далеко не всегда является эффективным.

Особенно это относится к оценке принадлежности выходов, свалов и подсечений жил тонкозернистого халцедоновидного кварца к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации. Известно, что безрудные тела халцедоновидного (тонкозернистого) кварца распространены гораздо шире, чем золотоносные, как в пределах месторождений и рудных полей месторождений малоглубинных, так и среднеглубинных формаций. Широко развиты они в пределах месторождений флюорита. В прибортовых частях ряда депрессионных зон широко развиты зоны безрудного халцедоновидного кварца вне связи с месторождениями малоглубинной золото-серебряной формации.

Другой предпосылкой низкой эффективности традиционных методов

поисков и оценки вероятной золотоносности тонкозернистого халцедоно-видного жильного кварца является крайне неравномерное распределение золота и серебра в объеме существенно кварцевых жил месторождений малоглубинной золото-серебряной формации в виде рудных столбов, струй, гнезд и т.д. Типичные примеры подобного распределения золота в пределах рудных зон Балейского рудного поля приводятся В.И. Лозовским [1], а месторождений Северо-Востока СССР - А.А. Сидоровым [2] и другими исследователями. Контуры участков с промышленными концентрациями золота и серебра неровны, извилисты. В пространстве жил постоянно присутствуют участки с непромышленными содержаниями благородных металлов. Распределение зон с различными концентрациями рудных минералов, содержащих золото и серебро, а также находящихся с ними в парагенезисе самородных золота и серебра, характеризуется асимметричной концентричностью. Эти особенности распределения золота и серебра в жилах обусловлены закономерностями процесса кристаллизации жильного кварца и ассоциирующихся с ним рудных и жильных минералов из водно-силикатного флюида, обогащенного алюминием, щелочными и халькофильными металлами, серой, теллуром и элементами, способными давать летучие комплексы [3, 4].

Поэтому при использовании лишь данных анализов единичных проб или единичных подсечений могут пропускаться промышленно важные объекты, а на мелких или эродированных объектах, опробование которых дает по отдельным пробам промышленные содержания полезных компонентов, организуются разведочные работы, которые зачастую не приводят к существенным приростам запасов.

Для разработки надежных минералого-геохимических критериев оценки принадлежности тонкозернистого ритмично-полосчатого халцедоно-видного жильного кварца к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации в лаборатории минералогии ЗабНИИ на протяжении ряда лет проводилось исследование по изучению типоморфизма жильного кварца месторождений указанной формации. Настоящие методические рекомендации составлены на основе опыта многолетней работы автора по проблеме "Изучение типоморфизма жильного кварца с целью разработки минералого-геохимических поисково-оценочных критериев золотого оруженения". Исследования проводились в следующих направлениях:

- I. Разработка, освоение и внедрение комплекса методов изучения жильного кварца;

2. Изучение жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации в сравнении с другими золоторудными формациями;

3. Разработка теоретических основ типоморфизма минералов;

4. Определение пределов вариаций численных значений состава и свойств жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации;

5. Разработка минералого-геохимических поисково-оценочных критериев золотого оруденения на основе изучения жильного кварца.

В качестве объектов для изучения жильного халцедоновидного кварца выбраны Балейское рудное поле в Восточном Забайкалье (эталон), Карамкенское месторождение в Примагданье, Многовершинное месторождение в Нижнем Приамурье, Агинское, Сергеевское и Дукатское месторождения. Для сопоставления с месторождениями малоглубинной золото-серебряной формации исследован жильный кварц месторождений среднеглубинных формаций: Дарасунского, Казаковского, Средне-Голготайского, Любавинско-Хавергинского, Верхне-Алиинского и других в Забайкалье, Коммунарковского и Саралинского в Кузнецком Ала-Тау, Березовского на Среднем Урале, Мурунтау в Узбекистане и др. Изучался жильный халцедоновидный кварц месторождений флюорита Забайкалья (Уртуйское, Усуглинское, Верхне-Кручининское), а также флюорит-кварцевых или заключительных стадий формирования золоторудных месторождений среднеглубинных формаций (Фатимовское, Средне-Голготайское, Обуховская жила, гора Налимиха и др.). Основные результаты выполненных исследований обобщены в соответствующей монографии [4] и поэтому не приводятся. В итоге был создан "Способ поисков и разведки постмагматических близповерхностных кварц-золото-серебряных месторождений"; защищенный авторским свидетельством на изобретение № II89244 кл. 6 ОI. 9/00. ДСП. [5]. Указанный способ является основой для составления предлагаемых "Методических рекомендаций...".

В настоящей работе жильный кварц вслед за Г.Н. Вертушковым, Э.Ф. Емлиным, Г.А. Синакевичем, Д.А. Соколовым и В.И. Яшкиным рассматривается как мономинеральная горная порода, состоящая из кварцевых жил, кварц в которой составляет 90-95% ее объема [6]. Указанные авторы, представляющие уральскую школу исследователей жильного кварца, рассматривают "... жильный кварц как месторождения минералов" [6, с. 5]. В настоящее время большинство исследователей, изучающих

кварц, разделяют понятия "кварц" и "жильный кварц". Термин "кварц" относится к понятию минерального вида, а "жильный кварц" к существенно кварцевым минеральным агрегатам, слагающим жилы рудные, безрудные, хрусталеносные, гранулированного кварца и т.д.

Структурно-текстурной разновидностью жильного кварца является халцедоновидный жильный кварц, слагающий рудные и безрудные жилы месторождений золота, серебра, сурьмы малых глубин, ртути, флюорита и т.д..

Исходя из приведенного выше рационального подхода к понятию "жильный кварц", разработаны и используются в практике НИР представления о существенных его свойствах и методах их определения.

"Существенными свойствами жильного кварца являются:

- 1) размер индивидов (в агрегате - Г.Д);
- 2) строение жильного кварца (структуры и текстуры - Р.Д);
 - а) характер ограничения (индивидов в агрегате - Г.Д)
(простые, сутурные, индукционные границы);
 - б) характер ориентировки;
 - в) тип субструктуры (субструктуры роста, субструктуры, связанные с деформацией);
- 3) плотность, объемный вес;
- 4) объем элементарной ячейки кварца;
- 5) цвет;
- 6) структурные примеси (Fe, Al, Na, K и др.);
- 7) неструктурные примеси и включения:
 - а) твердые включения (состав, количество, морфология, ориентировка);
 - б) газово-жидкие включения (количество, состав, морфология, ориентировка) [6, с. 8]."

Аналогичный подход к изучению жильного кварца применен в работах автора, в диссертационных работах И.А. Горячева, О.И. Широкого и др.

В последние годы в минералогическую науку введено понятие о реальном минерале, который "представляет собой целый микромир, весьма далекий от идеализированного его представления" [7, с. 13-14].

Поэтому использование понятия " жильный кварц " для обозначения существенно кварцевых минеральных агрегатов представляется необходимым. Предлагаемые рекомендации основаны на использовании легкой фракции жильного халцедоновидного кварца, что позволило в известной мере избавиться от влияния макропримесей парагенных минералов. Состав ее, наличие неструктурных примесей в кварце зависят от структурно-текстурных особенностей минеральных агрегатов, связанных с различиями в эволюции минералообразующей среды в закрытых или открытых системах, величин градиентов их РТХ - характеристик, влияющих на скорость кристаллизации, и скоростей изменения этих градиентов, наиболее значительных в близповерхностных условиях. При условии подготовки проб к исследованию по стандартной схеме пределы вариаций состава и свойств легкой фракции жильного кварца, образовавшегося в сходных условиях, будут близки, а образовавшегося в различных - различаться. Это свидетельствует о правомерности выявления и использования типоморфных признаков жильного кварца через посредство его легкой фракции и вытекает из опыта его изучения. Выбор комплекса типоморфных признаков, основанного на изучении легкой фракции, позволяет свести к минимуму влияние степени окисленности жильного материала на результаты исследования.

В сборе, подготовке к исследованиям, выполнении ряда анализов и их обработке принимали участие сотрудники лаборатории минералогии ЗабНИИ МГ СССР В.Н. Аношкин, В.М. Барановская, Е.И. Гусельникова, Л.Г. Зарембо, А.А. Лисовская, А.А. Козаченко, О.А. Распопина, Н.Г. Смирнова, Е.В. Фомина, А.А. Чепуштанова, Т.Н. Юргенсон. Часть каменного материала была любезно представлена Л.И. Бочек (ЦНИГРИ), П.А. Ивановым (МГРИ), П.Г. Кругловым (ПГО Красноярск-геология), В.А. Суматохиным, С.С. Максимовым, В.Е. Тупяковым, О.И. Широким (ЗабНИИ). Большую помощь в организации работ оказали геологи производственных организаций Мингэо СССР (Е.П. Зарембский, А.И. Калинин, Н.Ч. Козин, В.Е. Наталенко, В.А. Шиманский), МДМ СССР (Ю.А. Аферов, Г.А. Варфоломеев, А.Ф. Воросов, Д.Г. Гогиберидзе, Ю.И. Грянко, И.А. Жук, В.В. Кузнецов, В.И. Лозовский, Ю.Н. и Т.Л. Припутневые, А.Ф. Садковский, В.П. Тупицин, М.Ю. Цыденов и другие). Улучшению работы способствовали рекомендации рецензентов к.г.-м.н. Л.Н. Шишковой (ЦНИГРИ МГ СССР), М.И. Збарского, С.Я. Клемперта, И.В. Левченко (САИГУМС МГ СССР). Всем указанным лицам автор выражает признательность.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТИПОМОРФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ КРИТЕРИЕВ

1.1. Общие положения и определения

Явление типоморфизма обусловлено законом минералогенетического резонанса (МГР), открытого в сути своей А.Е. Ферсманом [8] и сформулированного Н.П. Юшкиным [9], в соответствии с которым состав, конституция и обусловленные ими другие свойства минералов и минералообразующих систем (МС) взаимосвязаны. Поэтому нами принята следующая формулировка понятия явления типоморфизма: типоморфизм минералов - это отражение пределов вариаций физико-химических характеристик минералообразующих систем в пределах вариаций численных значений характеристик состава, структуры и других свойств соответствующих им минералов. Конкретным проявлением типоморфизма минералов являются численные значения их признаков, укладывающиеся в определенные пределы их вариаций.

Типоморфными могут быть свойства минералов - особенности форм кристаллов, эволюции форм, химического состава, окраски, люминесценции, электропроводности, совершенства кристаллического строения, пределы вариаций размеров элементарной ячейки и т.д. Типоморфными могут быть минеральные агрегаты, сложные одним или несколькими минералами (минеральные ассоциации). К последним относятся существенно кварцевые агрегаты жильного халцедоновидного кварца. Типоморфными могут быть также структуры и текстуры моно- или полиминеральных агрегатов.

Типоморфным может быть отдельный минерал, наличие которого определяет генетическую принадлежность того или иного геологического тела. Например, омфакит является типоморфным минералом эклогитов, образований высоких температур и высоких давлений, а глаукофан – типоморфный минерал высоких давлений и низких температур, электрум и фрейбергит – типоморфные минералы месторождений мало-глубинной золото-серебряной формации и т.д. Типоморфными не могут быть сквозные минералы золоторудных месторождений – кварц, пирит, арсенопирит, так как они широко распространены в геологических телах, относящихся к различным генетическим типам и рудным формациям.

У сквозных минералов типоморфными могут быть признаки состава, структуры, других свойств, являющиеся типичными для данных, определенных продуктов определенных МС и отличающие их от всех других. Поэтому в понятие типоморфизма минералов закладываются и диалектически связанные противоположные качества – типическое и отличительное, так как только типическое (например, кубическая форма кристаллов пирита) не будет признаком, позволяющим отличать пирит золоторудных месторождений от пирита месторождений вольфра-мита или флюорита.

Для выявления типоморфных признаков минералов проводится типоморфический анализ. На практике задачей типоморфического анализа является необходимость выявления типического и отличительного для групп индивидов одного минерального вида или его разновидности, которые отражают определенные условия минералообразования, характеризующиеся близкими пределами вариаций РТХ – параметров МС. Поэтому поиски типоморфных признаков минералов, связанных с определенным характером самого процесса минералообразования, приводят к возможности получения критериев для выявления геологических ситуаций, типичных для определенных формационных типов оруженения. Поскольку типоморфные признаки минералогенетические, то и сам процесс их познания методологически вытекает из минералогенетического анализа и обусловлен, как уже указывалось, законом МГР. В связи с тем, что МГР проявлен во всем объеме состава и свойств каждого минерала и генетическая информация поступает в минерал на всем протяжении его существования, увеличивается неопределенность последней [9]. Однако для решения прикладных задач, связанных с выявлением поисково-оценоч-

ных критериев, необходимо использование определенных признаков, характеризующих конкретный процесс минералообразования, приводящий, например, к формированию кварцевых жил или с золотом, или с оловом, или с вольфрамом.

Выделить из общего объема минералогенетической информации только ту, которая полезна для решения каждой конкретной задачи, можно, применяя типоморфический анализ, который, следовательно, является методологическим приемом для перехода к определенности. Типоморфический анализ является заключительным этапом при изучении минералогии рудных месторождений и одной из основ рудноформационного анализа. Только тогда, когда определены признаки минералов, являющиеся индикаторами рудного процесса, проявления последнего могут быть найдены при планомерных и целенаправленных поисковых работах с меньшими затратами.

1.2. Типоморфический анализ

Типоморфический анализ - метод сравнительно-статистический и логико-информационный. Это предопределяет иметь:

1. Представительные выборки по каждому из признаков изучаемого минерального вида для возможности их обработки методами математической статистики и получения определенных параметров математического распределения в пределах данного множества;

2. Серию выборок (множеств), характеризующих определенный в отношении рудной формации и рудоносности докатип (по Лшкину, [9]).

В общем случае путь для выявления типоморфных признаков один - сравнение изучаемого с известным. Известным может быть эталон или изученная ранее МС, либо одновременно изучаемые и сравниваемые системы. Используемые выборки могут быть однородными или неоднородными. Однородность выборок обеспечивается подбором их в процессе исследования. Подбор материала в выборку основывается на принципах геологических сходств и различий: это образцы жильного кварца, отобранные из определенной генерации или жилы, или определенного месторождения, или групп месторождений определенной рудной формации и т.п. Для выявления типоморфных признаков вероятной рудоносности кварцевых жил составляют выборки, включающие образцы рудного или

безрудного кварца, или тех и других в их естественных соотношениях.

При прослеживании изменчивости состава и свойств в пространстве и определении типоморфных признаков для оценки уровня эрозионного среза или выклинивания оруденения по простиранию кварцевых жил или зон составляются выборки по сечениям или горизонтам их отработки или разведки. В необходимых случаях, в частности, на месторождениях, где отчетливо проявлено зональное или ритмично направленное строение жильных тел, в пределах погоризонтных выборок составляются подвыборки по признаку принадлежности того или иного образца к определенной из выделенных разновидностей жильного кварца (существенно кварцевых агрегатов).

Самым эффективным из несложных сравнительно-статистических способов обработки данных является расчет средних арифметических ($\bar{x}$), дисперсий, средних квадратичных отклонений (σ) и отношений величин. Методы математической статистики позволяют сравнивать выборки путем сопоставления этих величин (критерии Стьюдента, Фишера и др.).

Для сравнения с эталоном пригодны методы отличия по разности, которые позволяют определить меру удаленности (отличия) полученного признака от признака эталона.

Кроме рассмотренных выше методов обработки данных для выявления типоморфных признаков применяются регрессионный, корреляционный и факторный анализы с использованием современных ЭВМ. Для определения возможных отличий продуктивных и непродуктивных разновидностей жильного кварца целесообразно рассчитывать коэффициенты корреляции между золотоносностью, их составом или свойствами. Следует широко применять наглядные логико-информационные методы, важнейшими из которых являются методы построения всевозможных графиков, отражающих зависимости полученных средних значений состава и свойств от глубины, от характера вмещающих пород, от окорудных изменений, от структурно-текстурных особенностей, от рудоносности, от состава минеральных парагенезисов и др. По возможности следует показывать распределение параметров в пространстве жил в изогиниях.

2. ТИПОМОРФНЫЕ ПРИЗНАКИ ХАЛЦЕДОНОВИДНОГО ЖИЛЬНОГО КВАРЦА МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГЛУБИННОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ ФОРМАЦИИ КАК ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ КРИТЕРИИ

Минеральный состав и структурно-текстурные особенности жильного халцедоновидного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации изучаются на протяжении многих лет, и наиболее полные сведения о них даны в работах Н.В. Петровской, П.С. Берштейна, М.Г. Андреевой [9], А.А. Сидорова [2] и других исследователей, а типоморфные признаки строения минеральных агрегатов и минерального состава рассматривались в [4, 10-13].

2.1. Структурно-текстурные признаки

Для жильного кварца всех месторождений золото-серебряной формации типичны агрегаты микротемношестоватые, микроферолитовые массивной, неяснополосчатой, четко ритмично-полосчатой, каркасной или пластичатой, брекчиевидной текстуры [4, 10-13]. Однако строение агрегатов, их структуры и текстуры, будучи типичны для всех месторождений, тем не менее типоморфными признаками халцедоновидного жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации не являются. Такое же строение имеет халцедоновидный кварц заключительных стадий среднеглубинных золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых формаций (Фатимовское, Средне-Голготайское, Верхне-Алимкинское месторождения, халцедоновидный кварц Читино-Ингодинской депрессии и др.), месторождений флюорита и др. Отличи-

ребра и максимальные их вариации присущи легкой фракции жильного кварца Дукатского месторождения. Средние содержания золота и серебра в халцедоновидном жильном кварце других формаций меньше не менее чем в 4 раза, что является существенным различием.

2.2.2.3. Температурный диапазон максимумов выхода воды

При изучении газоотделения из кварца [4] установлены различия в температурных диапазонах максимумов выделения воды, углекислоты и азота. Наиболее характерным оказался температурный диапазон максимумов выделения воды [15, 16].

Усредненные данные по сериям опытов по газоотделению из халцедоновидного жильного кварца Тасеевского, Многовершинного и Дукатского месторождений малоглубинной формации в сравнении с такими для порудного халцедоновидного кварца Фатимовского и Средне-Голготайского месторождений, а также верхних частей Жидкинскогo проявления, тонкозернистого кварца месторождения Мурунтау приведены в табл. 3; кинетика выделения воды проиллюстрирована на рис. 1. Анализ этих данных показывает, что температурный интервал максимумов выделения воды из халцедоновидного жильного кварца малоглубинных золото-серебряных месторождений находится в пределах 300-600°C (300-500°C для Многовершинного, 400-500°C для Дукатского и 500-600°C для Тасеевского). Температурный интервал максимумов выделения воды из тонкозернистого и халцедоновидного кварца заключительных стадий золоторудных месторождений среднеглубинных формаций растянут и находится в пределах 200-500°C. По данным дифференциального термовесового анализа нижний температурный предел максимума выделения воды из халцедоновидного жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации в отдельных пробах опускается до 250°C, а халцедоновидного кварца среднеглубинных месторождений - до 180°C. Поэтому в качестве типоморфного признака халцедоновидного жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации принят температурный интервал максимума выхода воды 250-500°C (лишь для кварца Тасеевского месторождения верхняя температурная граница достигает 600°C).

Температурный диапазон максимума выхода воды

Таблица 3

Рудно-формационная принадлежность	Объект	Температуры (°C) и выход воды ($\frac{\text{мл}}{\text{г}}$)					
		100	200	300	400	500	600
Малоглубинная золсто-серебряная формация	Тасовское	296	577	858	1198	1586	1605
	Многовершинное	11	123	395	380	356	260
	Лукацкое	98	255	369	488	500	455
Безрудный халцедоновидный кварц средне-глубинных формаций	Фатимовское и Средне-Голто-гайское, Жидкинское и др.	150	502	405	393	456	449

ОБОБЩЁННЫЕ КРИВЫЕ ВЫХОДА ВОДЫ ИЗ ЛЁГКОЙ ФРАКЦИИ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА ПРИ НАГРЕВАНИИ В ВАКУУМЕ

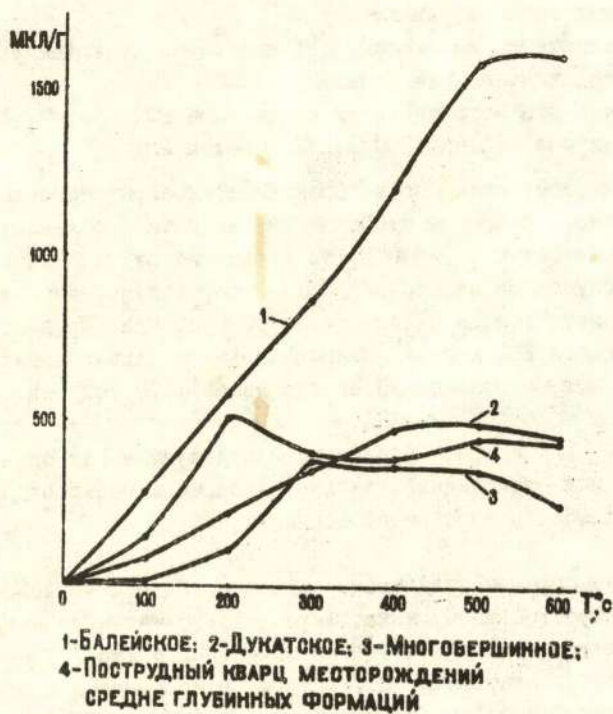


Рис. I.

2.3. Признаки физических свойств. Параметры ЕТЛ

Естественная термолуминесценция (ЕТЛ) кварца, как показано в [3, 4, 6], является важным свойством жильного кварца, пределы вариации численных значений которого являются типоморфными признаками. В табл. 4 приведены параметры и характеристики ЕТЛ, использование которых целесообразно при сопоставлении жильного кварца месторождений различных рудных формаций. Типоморфными признаками легких фракций халцедоновидного жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной формации, как следует из анализа данных табл. 4, являются:

- отношение интенсивностей высоко- и низкотемпературных максимумов свечения всегда больше 1;
- частоты встречаемости максимумов ЕТЛ при 270-290°C более 5%, максимумов ЕТЛ при 300-340°C - более 23%.

При этом, если легкие фракции тонкозернистого халцедоновидного жильного кварца месторождений флюорита и обладают ЕТЛ в диапазоне температур 270-340°C, то в отличие от таковых месторождений малоглубинной золото-серебряной формации среднее значение ее интенсивности всегда много более 1000 усл. ед. Средние величины интенсивности ЕТЛ легкой фракции жильного халцедоновидного кварца золоторудных месторождений всегда менее 1000 усл. ед. [4].

2.4. Типоморфные признаки, используемые для оценки принадлежности халцедоновидного жильного кварца к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации

Типоморфными признаками халцедоновидного тонкозернистого, микротонкошестоватого, микросфероидного жильного кварца массивной, неяснополосчатой, четко ритмично-полосчатой, брекчиевидной, каркасной или пластинчатой текстуры, относящегося к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации, являются:

средние содержания (в мас.%) K_2O более 0,55; серебра - более $5 \cdot 10^{-4}$; золота - более $0,1 \cdot 10^{-4}$;

среднее значение отношений концентраций K_2O/Na_2O и K_2O/Li_2O более 7;

среднее значение отношений интенсивности ЕТЛ в интервалах

Таблица 4

Параметры ЕТЛ легких фракций халцедоновидного
жильного кварца

Рудноформационная принадлежность	Объект	Математические характеристики ЕТЛ		
		Э ЕТЛ 220-260°C	Частоты встречаемости максимумов ЕТЛ, %	
		Э ЕТЛ 270-360°C	270-290°C	300-340°C
Малоглубинная золотосредняя	Тасеевское	1,2	8,4	49,0
	Нарамкенское	1,6	26,0	64,0
	Агинское	1,2	65,6	24,0
	Многовершинное	1,8	23,0	45,0
	Дукатское	2,0	5,1	29,0
Малоглубинная кварц-флюоритовая	Усуглинское	0,0007	50	25 ⁺
	Верхне-Кручининское	1,0	36	23 ⁺⁺
Безрудный халцедоновидный кварц средних глубинных формаций	Затимовское и Средне-Голготайское	Свечение при 270-360°C отсутствует	нет	нет
	Читинс-Ингодинская депрессия	Свечение при 270-360°C отсутствует	нет	нет

Примечание: + Средняя интенсивность 4530 усл.ед.
 ++ Средняя интенсивность 3936 усл.ед.

температур 220-260 и 270-360°C более 1;

частоты встречаемости максимумов ЕПД (в %) в интервалах температур 270-290°C более 5 и 300-340°C - более 23;

наличие максимума выхода воды в температурном интервале 250-600°C.

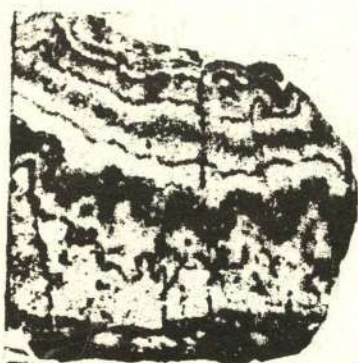
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТИПОМОРНЫХ ПРИЗНАКОВ

3.1. Отбор и обработка проб

3.1.1. Отбор проб

Согласно [4] и [5] любым известным способом отбирают образцы халцедоновидного тонкозернистого, микротонкошестоватого, микро-сферолитового, массивного либо ритмично-полосчатого, неяснополосчатого, пластинчатого, брекчиевидного существенно кварцевого материала. Если образцы берутся из коренных выходов, то необходимо отобрать шtuфы либо обломки жильного материала с таким расчетом, чтобы они характеризовали всю мощность выхода. Размеры образцов 30-50 x 50-70 см или массой не менее 50-100 г каждый. Общее число образцов должно быть не менее 20 штук, а оптимальное число - 30-33. Если в обнажении или в горной выработке удастся заметить зональность или ритмично-полосчатое строение жилы, отбор образцов необходимо произвести с таким расчетом, чтобы соотношение числа образцов каждой структурно-текстурной разновидности соответствовало распространенности слоев (полос) соответствующей структурно-текстурной разновидности жильного кварца. Типичные структурно-текстурные разновидности жильного кварца представлены на рис. 2. Керна скважин и забои горных выработок опробуются аналогичным способом.

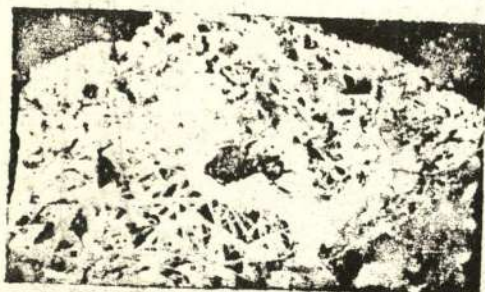
Если опробования подвергаются свады жильного кварца, то сначала необходимо тщательно осмотреть их для определения структурно-текстурной принадлежности, имея в виду, что наиболее инфор-



1. Ритмично-полосчатая текстура перемешивается с массивной. Агинское рудное поле.



2. Полосчатая симметрично-зональная текстура. В осевой части - пятнисто-массивная. Балейское рудное поле.



3. Массивно-пятнистая и пластинчато-каркасная текстура. Балейское рудное поле.



4. Ритмично-полосчатая симметрично-зональная текстура. Верхне-Кручининское месторождение флюорита.

Рис. 2. Строение типичных агрегатов жильного кварца месторождений малоглубинной золото-серебряной (1-3) и кварц-флюоритовой (4) формаций

мативными относительно продуктивности на золото-серебряное оруждение являются ритмично-полосчатые, тонкошестоватые, фестончатые и массивные микросферолитовые агрегаты. Поэтому надо определить примерные соотношения в свалах всех имеющихся структурно-текстурных разностей и отобрать образцы с учетом их распространенности, зная при этом, что брекчиевидные, неяснополосчатые и шестовато-гребенчатые разности обычно составляют не более 25-30% мощности продуктивных тил. Если встречена всего одна или единичные глыбы или обломки халцедоновидного жильного кварца, то следует разбить их с таким расчетом, чтобы получилось не менее 20 образцов указанных выше размеров или массы. Для изучения минерального состава агрегатов жильного кварца следует по мере возможности, отобрать сколки для изготовления шлифов, аншлифов, пластинок и пришлифовок. При отборе образцов из ритмично-полосчатых агрегатов следует стремиться, чтобы они не расслаивались и не раскалывались на пластинки, так как при этом выкрашивается тонкозернистый материал, связывающий соседние слои кварца и содержащий основную массу сульфидов, сульфосолей, теллуридов и селенидов серебра и золота, серебряной черни, электрума и других рудных, в том числе, типоморфных минералов, как показано в [4]. Во избежания расслоения образцов под воздействием воды при резке алмазными пилами, их следует проваривать предварительно в канифоли.

3.1.2. Обработка проб

1. Отобранные образцы измельчают любым известным способом до размеров зерен менее 0,25 мм с подсевом через сито с размером ячеек 0,25 мм.

2. Любым известным способом отмучивают тонкий класс, освобождаясь от глинистых минералов, которые содержат щелочные элементы (не входящие в структуру кварца).

3. Оставшуюся часть пробы очищают постоянным магнитом от частиц железа и магнитных минералов.

4. В бромформе обычным способом, принятым в практике фракционирования шлифов и протокочек, разделяют пробу на тяжелую и легкую фракции. Все тяжелые фракции проб одной выборки (20-30 шт) сыпают в один пакет и отделяют электромагнитную фракцию.

5. Из легкой фракции квартованием или вычерпыванием отделяют две навески массой по 1 г каждая. Просеивают одну из них через сито с размером ячейки 0,1 мм. Класс $-0,25 + 0,1$ мм используют для термолуминесцентного анализа. Другая навеска легкой фракции массой 1 г используется для проведения анализа на выход при нагревании воды.

3.2. Методические особенности изучения жильного кварца

3.2.1. Общие положения

В полировках изучаются макротекстуры, в шлифах и аншлифах — минеральный состав и характер микроструктур образцов, и подтверждается их принадлежность к малоглубинным образованиям. При этом, если в аншлифах из образцов, характеризующихся типичными для малоглубинных образований структурами и текстурами (см. раздел 2.1), устанавливается присутствие хотя бы единичных зерен аргентита либо акантита, сульфосолей серебра (пираргирит, прустит, фрейбергит, миаргирит) или других сложных сульфидов серебра (матильдит, арамайонит), селенидов и теллуридов золота и серебра, самородного низкопробного золота, электрума, кстелита, серебра, можно считать, что обнаружены выходы жильного кварца, имеющего прямое отношение к малоглубинной золото-серебряной формации. Находки в шлифах адуляра также усиливают выявленные признаки.

Для подтверждения единичных находок сульфосолей или сложных сульфидов, либо теллуридов и селенидов, изучается объединенная тяжелая фракция исследуемой группы проб. Каждая находка этих минералов должна подтверждаться рентгенометрически или, если позволяют размеры зерен и технические возможности, — локальным количественным анализом с рентгеновскими либо другими источниками возбуждения спектра. После выполнения минералогического анализа вся тяжелая фракция подвергается количественному либо приближенно-количественному анализу на золото, серебро, сурьму, мышьяк, теллур, свинец, медь — элементы, типоморфные для руд искомой рудной формации. Иногда целесообразно выполнить анализ на олово (канфилдитовые руды) и висмут (арамайонитовые руды). Это тем более важно, что в последнее время стали известны олово-серебряные малоглубинные месторождения.

3.2.2. Требования к анализам при определении элементного состава

Главная часть легкой фракции, оставшаяся после отделения двух навесок по одному грамму, истирается любым известным способом при условии отсутствия заражения пробы калием и натрием (исключаются нефритовые и яшмовые ступки). Растертая проба делится на 2 части - 10 и 25 г. Навеска массой 10 г анализируется методом фотометрии пламени на содержание K_2O , Na_2O и Li_2O при условии чувствительности анализа на калий не менее 0,005%, Na_2O - 0,005%, Li_2O - 0,001%. Навеска массой 25 г анализируется любым методом на золото и серебро при чувствительности анализа не менее $0,1 \cdot 10^{-4}\%$.

3.2.3. Определение температуры максимума выхода воды

Одна из двух отделенных навесок легкой фракции класса -0,25мм массой по 1 г истирается и подвергается дифференциальному термогравиметрическому анализу с записью дифференциальной кривой потери веса на дериватографе венгерской фирмы MOM либо на другой подобной аппаратуре при нагревании до $600^\circ C$ со скоростью $20^\circ/\text{мин}$. Указанный температурный предел, во-первых, определен изучением кинетики выхода воды из кварца методом ступенчатого (через $100^\circ C$) нагревания в вакууме в камерном электроде и последующей фракционной конденсации при параллельной съемке ИК-спектров пластин кварца при нагревании их в вакууме [4, 15, 16], во-вторых, позволяет избежать искажения результатов измерения как за счет выхода воды при разложении каолинита либо диоксидов (эндоэффекты $600-650$ и $600-750^\circ C$, соответственно, для неистертых каолинита и диоксидов [17]), так и вклада в потерю веса углекислоты за счет диссоциации возможно присутствующих карбонатов марганца и железа.

Температура максимума выхода воды определяется по температуре максимума на дифференциальной кривой потери веса на термограмме.

3.2.4. Особенности съемки термолюминесценции

В связи с тем, что существует прямая зависимость между крупностью зерен и интенсивностью декрепитации и термолюминесценции, наиболее приемлемыми при условии обеспечения минимума влияния ва-

риации декрепитации и оптимума интенсивности термолуминесценции, как показали выполненные нами специально методические работы, для кварца являются фракции крупности зерен $-0,25 + 0,1$ мм [4]. Объемка термолюмограмм производится в температурном диапазоне $20-370^{\circ}\text{C}$ на приборе Термолум-1 (серийная аппаратура, выпускавшаяся заводом "Геологоразведка" Мингео СССР, ныне НПО Рудгеофизика), либо на любой другой. Часть пробы массой $0,1$ г равномерно разравнивается на нагревательной пластине прибора.

Для сопоставимости результатов анализа по интенсивности свечения используется стандартные черпачок, вмещающий 100 мг кварца, и маска диаметром 13 мм, нагревание ведется при скорости -100% мин. (4-х минутный режим работы прибора), подбирается одинаковое начальное напряжение на ФЭУ, для контроля стабильности работы прибора следует использовать эталон, в качестве которого в практике исследований ЗабНИИ лаборатории минералогии на протяжении 17 лет используется проба массой $1,5$ кг, приготовленная в 1970 году из кварца Коммунарковского рудного поля. Воспроизводимость анализа по интенсивности на протяжении 16 лет составляет для 3312 измерений пика при 230°C 179 усл.ед. при $b = 4,54$ и $b/\bar{x} = 0,025$. Измерение температуры в динамике осуществляется с точностью до 10°C .

При обработке термолюмограмм определяют температуры (T) в градусах Цельсия и интенсивность (I) в относительных единицах. Последняя определяется высотой пика. В связи с тем, что ширина бумажной ленты, на которой производится запись, составляет 100 мм, высота максимума, равная ширине ленты, принимается равной 100 относительным единицам. Типоморфными признаками жильного кварца могут быть форма термолюмограмм (с одним, двумя или большим числом максимумов), температуры максимумов, частоты встречаемости максимумов в определенных температурных интервалах, отношение интенсивностей максимумов ЕПН, реже пределы вариаций абсолютных величин интенсивностей термолуминесценции.

3.3. Математическая обработка аналитических данных

После получения результатов анализов они подвергаются математической обработке.

1. Вычисляются величины отношений концентраций H_2O к Na_2O и

K_2O к Li_2O , интенсивностей максимумов ЕТЛ в интервалах температур 220-260 и 270-360°C по формуле $J_{220-260^\circ C} / J_{270-360^\circ C}$.

2. Сопоставляют температуры максимумов выхода воды по анализам отдельных проб и определяют температурный интервал максимумов выхода воды для совокупности, характеризующей каждый объект.

3. Вычисляют частоты встречаемости максимумов ЕТЛ в температурных диапазонах 270-290 и 300-340°C.

4. Вычисленные величины отношений окислов щелочных элементов и интенсивностей ЕТЛ, величины концентраций K_2O , золота и серебра подвергают математической обработке: вычисляют среднеарифметическое, среднеквадратичное отклонение и дисперсию по каждому объекту.

При сравнении геологических объектов с использованием основных статистических параметров в соответствии с требованиями классической математической статистики необходимо знание законов распределений случайных величин, каковыми являются концентрации элементов или численные значения других признаков в геологических телах или их составных частях. В рассматриваемом нами случае - это примеси калия, натрия, лития, золота, серебра и термолуминесцентные свойства. При этом для сравнения объектов могут использоваться статистические параметры, удовлетворяющие гипотезам о равенстве дисперсий по критерию Фишера и равенства средних по критерию Стьюдента [19,20]. Имеющиеся литературные данные [21-25], а также опыт выявления эмпирических законов распределения случайных величин в реальных геологических телах свидетельствуют о том, что они очень редко могут быть удовлетворительно аппроксимированы нормальным либо логнормальным законами. Этот факт связан с многофакторным, неравновесным и сложным характером процессов минералообразования. На рис. 3 показан экспериментальный закон распределения K_2O в легких фракциях халцедоновидного жильного кварца Тасеевского месторождения в Балеysком рудном поле по 429 пробам. Очевидно, что распределение сложное и не удовлетворяет ни нормальному, ни логнормальному законам распределения, несмотря на весьма представительную выборку. Подобные законы распределения получены и для концентраций серебра и золота при различных интервалах для построения гистограмм частот встречаемости. Тем не менее в соответствии с требованиями теории математической статистики необходимо выполнение следующих операций:

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЙ K_2O
В ЛЕГКИХ ФРАКЦИЯХ ХАЛЦЕДОНОВИДНОГО ЖИЛЬНОГО КВАРЦА
ТАСЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (429 ПРОБ)

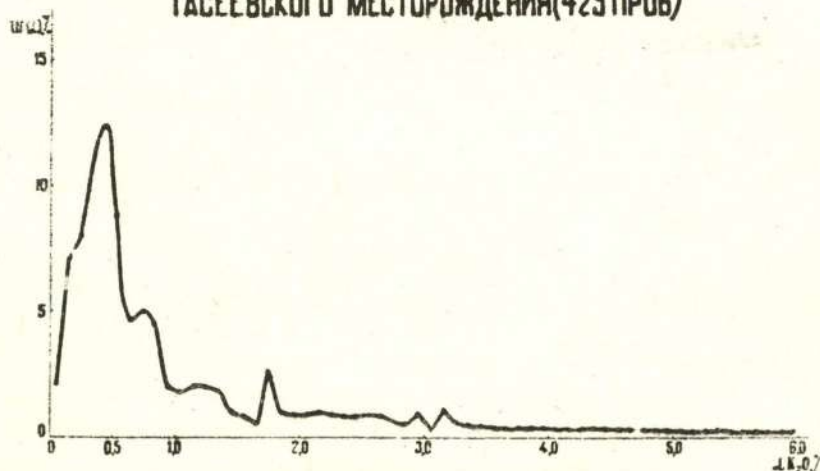


Рис. 3.

для каждой выборки (оцениваемого объекта) определяется закон распределения и рассчитываются основные статистические параметры $\bar{x}$, S^2 , ϵ ;

- проверяется гипотеза о соответствии выборочного распределения нормальному или логнормальному закону распределения;

при соответствии выборочного распределения с нормальным или логнормальным распределением проверяется гипотеза о равенстве дисперсий по критерию Фишера;

если гипотеза о равенстве дисперсий не противоречит выборочным данным, проверяется гипотеза о равенстве средних по критерию Стьюдента;

если гипотеза о равенстве дисперсий отклоняется, а закон распределения не соответствует ни нормальному ни логнормальному, используется критерий $\hat{t}$, предложенный Д.А. Родионовым [25]:

$$\hat{t} = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2}, \quad (I)$$

где $\bar{x}_1$ и $\bar{x}_2$ - средние арифметические соответствующих выборок, S_1^2 и S_2^2 - дисперсии, n_1 и n_2 - объемы выборок. Полученная величина $\hat{t}$ сравнивается с табличной на уровне значимости q .

Пример. Имеются данные по содержанию K_2O в двух выборках $\bar{x}_1 = 0,56$ и $\bar{x}_2 = 0,58$; $\epsilon_1 = 0,77$ и $\epsilon_2 = 0,59$ (соответственно, $S_1^2 = 0,59$ и $S_2^2 = 0,35$) при $n_1 = 433$ и $n_2 = 63$. Подставляя полученные данные в формулу (I), получаем $\hat{t} = -0,24$. По таблице приложения находим критическое значение t_q на уровне значимости 0,005 (квантиль 99,5) при $k = n_1 - 1 = 432$; $t_q = 2,59$. Следовательно, $|\hat{t}| < t_q$. При $k = n_2 - 1 = 62$ $t_q = 2,65$, что также больше $-0,24$. Поскольку $|\hat{t}| < t_q$, гипотеза о равенстве средних принимается, что с известной долей риска позволяет оперировать полученными величинами средних и дисперсий по условиям нормального распределения.

Статистическую обработку данных целесообразно выполнять на ЭВМ. При отсутствии ВЦ эту работу можно выполнить на микроЭВМ "Электроника БЗ-34", "Электроника МК-54" либо "Электроника МК-56" (последняя предпочтительнее) по программе У.И. [18], которая предусматривает расчет среднеарифметического и дисперсии. Среднеквадратичное отклонение получается извлечением корня квадратного из значения дисперсии.

4. ОЦЕНКА ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА К МЕСТОРОЖДЕНИЮ МАЛОГЛУБИННОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ ФОРМАЦИИ И ВЫБОР ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ОБЪЕКТА

4.1. Поисково-оценочные критерии

Обобщение приведенных выше типоморфных признаков халцедоно-видного жильного кварца показывает, что критериями для отнесения его к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации являются:

1. Халцедоновидный облик, тонкозернистые микросферолитовые, микротонкошестоватые структуры, ритмично-полосчатые, фестончатые, микросферолитовые, тонкозернистые массивные, пластинчатые, брекчиевидные текстуры существенно кварцевых агрегатов при условии, что в их составе присутствуют адуляр либо слоистые силикаты, простые и сложные сульфиды и сульфосоли серебра, теллуриды и селениды серебра и золота, самородные серебро и (или) низкопробное золото, электрум, кристелит [2-5, 10-14]. При этом достаточно обнаружение хотя бы единичных зерен какого-либо из минеральных видов указанных групп.

2. В тех случаях, когда указанные рудные минералы не обнаруживаются, критериями оценки согласно [5] являются:

содержание K_2O более 0,55%, золота более 0,1 г/г и серебра более 5 г/г;

величины отношений K_2O/Na_2O и K_2O/Li_2O более 7;

отношение максимумов интенсивностей термолюминесценции в

интервалах температур 220-260 и 270-360°C более 1;

частоты встречаемости максимумов интенсивности термолюминесценции в температурных интервалах 270-290°C более 5 и 300-340°C более 23%;

наличие максимумов выхода воды в температурном интервале 250-600°C.

4.2. Оценка принадлежности жильного кварца к месторождению малоглубинной золото-серебряной формации

Для отнесения серии образцов халцедоновидного кварца указанных структурно-текстурных особенностей к месторождению малоглубинной золото-серебряной формации необходимо, чтобы их легкие фракции характеризовались всеми указанными признаками. Обнаружение при исследовании легких фракций халцедоновидного жильного кварца лишь отдельных признаков, численные значения которых удовлетворяют выше указанным, не дает оснований для уверенного отнесения их к месторождению малоглубинной золото-серебряной формации.

В отдельных случаях указанные величины могут варьировать в зависимости от уровня эрозионного среза месторождений. Для нижних подрудных частей типичны группы проб, в которых содержание K_2O менее 0,55% при резком уменьшении частот встречаемости максимумов ЕТЛ при 280-300°C и возрастании интенсивности ЕТЛ в температурном диапазоне 250-270°C. Для продуктивных частей жил и рудных зон типичны высокие содержания золота, серебра, K_2O , значительно выше нижних критических величин, указанных в [5]. В надрудных частях жил и рудных зон резко преобладают группы проб с одним низкотемпературным максимумом ЕТЛ. Указанные особенности должны учитываться при оценке уровня эрозионного среза.

4.3. Способ определения первоочередного объекта для организации детальных поисков и разведочных работ

В тех случаях, когда на основе использования перечисленных выше критериев оценки ряд проявлений халцедоновидного жильного кварца признан принадлежащим к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации, возникает необходимость выбора первоочередного объекта для организации более детальных поисково-разведоч-

ных работ; необходимо использовать метод оценки меры близости объекта к эталону.

4.3.1. Метод оценки близости к эталону по комплексу типоморфных признаков

Эталон и объекты сравнения характеризуются среднеарифметическими значениями типоморфных признаков ($\bar{x}$) и среднеквадратичными отклонениями (σ). Среднеарифметические значения признаков объектов нормализуются относительно эталона:

$$\frac{\bar{x}_0 - \bar{x}_э}{\sigma_э}, \quad (2)$$

где $\bar{x}_0$ - среднеарифметическое значение величины типоморфного признака одного из объектов, $\bar{x}_э$ - среднеарифметическое значение величины признака эталона, за который принят жильный кварц Первой рудной зоны в Бадейском рудном поле, $\sigma_э$ - среднеквадратичное отклонение численных значений признака эталона. Полученные величины выражаются в единицах среднеквадратичных отклонений эталона ($\sigma_э$) и могут сравниваться друг с другом [19]. Производится отбор признаков с учетом доверительного интервала, удовлетворяющих условию (I) (раздел 3.3.). Если все типоморфные признаки, являющиеся оценочными критериями, удовлетворяют указанному условию, то сравнение объектов производится по величине индекса близости к эталону, который вычисляется по формуле:

$$J_{Бэ} = \frac{1}{m} \cdot \sum \frac{\bar{x}_0 - \bar{x}_э}{\sigma_э}, \quad (3)$$

где $J_{Бэ}$ - индекс близости к эталону, m - число учтенных признаков, $\bar{x}_0$ - среднеарифметическое численного значения типоморфного признака оцениваемого объекта, $\bar{x}_э$ - среднеарифметическое численного значения типоморфного признака эталонного объекта, $\sigma_э$ - среднеквадратичное отклонение численного значения соответствующего признака эталонного объекта. Подобный подход к сравнению геологических объектов по типоморфным признакам рекомендован Н.П. Пикиным [9].

Для оценки близости оцениваемого объекта к эталону целесообразно использовать признаки, численные значения которых легко подвергаются обработке методами математической статистики. Это

концентрации элементов-примесей, величины отношений их концентраций и интенсивностей максимумов ЕТЛ. Частоты встречаемости максимумов ЕТЛ и температурные диапазоны выхода воды для оценки близости объекта к эталону используются как дополнительные критерии. В большинстве случаев, если число образцов в выборках достаточно и однородность выборок по эталонному и сравниваемому объектам обусловлена геологическими условиями, сопоставления объектов с эталоном по условию (3) бывает достаточно.

4.3.2. Пример оценки близости к эталонному объекту по комплексу типоморфных признаков

Отбирают пробы, обрабатывают и исследуют их в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в разделе 3. При отборе образцов следует иметь в виду, что комплекс типоморфных признаков халцедоновидного жильного кварца выбран с учетом минимально возможного влияния на их численные значения степени окисленности жильного материала.

Полученные статистические значения признаков заносятся в таблицу по форме (табл. 5) и нормализуются относительно эталона по формуле (2); индекс близости к эталону определяется по (3).

В табл. 5 в качестве примера приведены статистические данные для эталона (Балейское рудное поле, Первая рудная зона) и трех объектов, меру близости которых к эталону требуется определить.

По каждому из объектов нормализованные статистические признаки суммируются, сумма делится на число признаков. Из формулы (3) ясно, что для эталона $\bar{J}_B$ равен нулю (так как в числителе формулы $(\bar{x}_0 - \bar{x}_3)$, где вместо $\bar{x}_0$ следует подставить $\bar{x}_3$, получаем нуль). Отличие объекта от эталона будет тем больше, чем больше отличие от нуля индекса близости объекта и, наоборот, - чем оно меньше, тем ближе объект к эталону. Следовательно, из сравнения величин индекса близости к эталону трех изученных объектов - объект № 1 более перспективен, нежели остальные. Наименее перспективным оказывается объект № 3.

Таблица 5

ПРИМЕР ОЦЕНКИ БЛИЗОСТИ К ЭТАЛОНУ ОБЪЕКТОВ МАЛОГЛУБИННОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ ФОРМАЦИИ

ТИПОМОРФНЫЕ ПРИЗНАКИ	СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	ОБЪЕКТЫ И НОРМАЛИЗОВАННЫЕ (ОТНОСИТЕЛЬНО ЭТАЛОНА) ЗНАЧЕНИЯ ПРИЗНАКОВ						
		ЭТАЛОН	ОБЪЕКТ №1		ОБЪЕКТ №2		ОБЪЕКТ №3	
			$\frac{X_0 - X_3}{\sigma_3}$		$\frac{X_0 - X_3}{\sigma_3}$		$\frac{X_0 - X_3}{\sigma_3}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$K_2O, \text{мас}\%$	$\bar{X}$	0,56	0,58		1,43		0,75	
	σ	0,77	0,59	+0,026	1,01	+1,100	1,30	+0,25
	n	433	63		365		63	
$\frac{K_2O}{Na_2O}$	$\bar{X}$	15,20	2,30		32,00		18,90	
	σ	43,20	8,00	-0,140	132,00	+0,390	18,90	+0,11
	n	433	63		365		64	
$\frac{K_2O}{Li_2O}$	$\bar{X}$	32,00	41,20		149,00		197,00	
	σ	70,30	55,00	+0,130	391,00	+1,570	601,00	2,36
	n	433	63		365		62	
$Au, \text{г/т}$	$\bar{X}$	31,90	107,40		18,40		2,35	
	σ	108,00	284,70	+0,700	25,75	-0,125	4,10	-0,28
	n	433	80		178		55	
$Ag, \text{г/т}$	$\bar{X}$	37,00	57,00		24,70		5,70	
	σ	101,00	78,80	0,20	34,58	-0,120	26,40	-0,30
	n	433	78		178		74	
$\begin{matrix} \text{J}_{\text{ETL}} 225-260^\circ\text{C} \\ \text{J}_{\text{ETL}} 270-380^\circ\text{C} \end{matrix}$	$\bar{X}$	1,76	1,33		1,8		2,97	
	σ	1,30	0,74	-0,33	1,41	0,08	4,64	+0,33
	n	368	13		138		28	
Сумма нормализованных значений признаков				0,59		2,94		3,07
Число признаков				6		6		6
Индекс близости к эталону				0,10		0,48		0,51

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рекомендуемый способ оценки месторождений малоглубинной золото-серебряной формации целесообразно применять на всех стадиях геолого-съёмочных, поисковых и разведочных работ как составную часть поисково-прогнозных комплексов, для оперативной корректировки направлений геологоразведочных работ.

Способ может успешно применяться и при эксплуатационной разведке для оценки вновь подсекаемых кварцевых жил.

Ориентировочная стоимость аналитических работ для оценки одного объекта, исходя из опыта НИР по внедрению способа в Балеysком районе, составляет 1600 руб.

Внедрение предлагаемых методических рекомендаций в условиях отдельных производственных организаций может быть затруднено из-за отсутствия аппаратуры. В этих случаях целесообразно осуществлять их при участии научно-исследовательских организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лозовский В.И. Некоторые данные к поискам слепых рудных тел эпитермальных золоторудных месторождений. - В кн.: Вопросы рудоносности Восточного Забайкалья. М., Недра, 1967, с. 7-19.
2. Сидоров А.А. Золото-серебряная формация Восточно-Азиатских вулканических поясов. Магадан, 1978. ДСП.
3. Юргенсон Г.А. Типоморфные свойства жильного кварца мало-глубинной золото-серебряной формации (на примере Балейского рудного поля). - В кн.: Условия образования и размещения золоторудных месторождений Сибири. Новосибирск, 1975, с. 126-127. ДСП.
4. Юргенсон Г.А. Типоморфизм и рудоносность жильного кварца. М., Недра, 1984.
5. А.с. 1189244 СССР. Способ поисков и разведки постмагматических близповерхностных кварц-золото-серебряных месторождений /Г.А. Юргенсон. - кл. 6 ОI 9/00. ДСП.
6. Жильный кварц Восточного склона Урала, ч. I. Методы исследования /Г.Н. Вертушков, Э.Ф. Емлин, Г.А. Синкевич, Ю.А. Соколов, В.И. Яшкин/. Тр. Свердл. Горн. Ин-та, вып. 58, Свердловск, 1969.
7. Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ. М., Недра, 1981.
8. Берсман А.Е., Пегматиты. т. I. Гранитные пегматиты. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1940.
9. Яшкин Н.П. Теория и методы минералогии. Избранные проблемы. М., Наука, 1977.
10. Геологическое строение, минералогия и особенности генезиса золоторудных месторождений Балейского рудного поля (Восточное Забайкалье) /Н.В. Петровская, П.С. Бернштейн, С.Г. Мирчинк и др. - Тр. ЦНИГРИ, вып. 45, ч. 2. М., Госгеолтехиздат, 1961.
11. Волярович Г.П., Николаева Л.Н., Бархударян Н.Б. Типоморфные особенности самородного золота и кварца близповерхностных месторождений. - В кн.: Научные основы и практическое использование типоморфизма минералов. М., Наука, 1980, с. 204-212.

12. Типоморфизм минеральных ассоциаций малоглубинных золото-сульфидно-кварцевых месторождений /Н.В. Петровская, А.Д. Генкин, В.А. Коваленкер и др. - В кн.: Научные основы и практическое использование типоморфизма минералов. М., Наука, 1980, с. 196-203.

13. Балейское рудное поле. М., ЦНИГРИ, 1984. ДСП.

14. Хамрабаева З.И. Систематика золоторудных и золотосодержащих месторождений по минеральным ассоциациям теллуридов. - Узбекский геологический журнал, 1983, № 5, с. 9-15.

15. Юргенсон Г.А., Перевертаев В.Д., Дубовиков Н.И. К вопросу о формах примесной воды в природных кварцах. - Журн. прикладной спектроскопии, 1976, т. 25, вып. 6, с. 1045-1049.

16. Юргенсон Г.А., Перевертаев В.Д., Горковенко В.А. О выделении воды из кварца при нагревании в вакууме. - Геохимия, 1978, № 1, с. 133-138.

17. Ивенова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розанов Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. М., Недра, 1974.

18. Цветков А.Н., Епанечников В.А. Прикладные программы для микроЭВМ "Электроника БЗ-34", "Электроника МК-56", "Электроника МК-54". М., Финансы и статистика, 1984.

19. Дэвис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М., Мир, 1977.

20. Спиридонов В.П., Лопаткин А.А. Математическая обработка физико-химических данных. М., Изд-во МГУ, 1970.

21. Вистелиус А.Б. Основы математической геологии. Л., Наука, 1980.

22. Белов Б.Н. О геохимическом смысле законов распределения концентраций вещества. - В кн.: Математические методы геохимических исследований. М., Наука, 1966, с. 78-81.

23. Шиманский А.А., Базанов Г.А. О возможности использования распределения Вейбулла при решении геохимических задач. - В кн.: Математические методы геохимических исследований. М., Наука, 1966, с. 61-70.

24. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород. Справочное пособие. М., Недра, 1985.

25. Родионов Д.А., Коган Р.И., Белов Ю.П. Статистические методы классификации геологических объектов. Обзорная информация. М., ВИЭМС, 1979г.

26. Гришин В.К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов. М., Изд-во МГУ, 1976.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Допустимые значения критерия Стьюдента $t_{q,k}$ при k степенях свободы и уровне значимости q

k	Уровень значимости q				
	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
1	3,078	6,314	12,706	31,82	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,500
8	1,397	1,860	2,306	2,897	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,813	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,016
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,625	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,603	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,584	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,540	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,320	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787

k	Уровень значимости q				
	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
25	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
32	1,309	1,694	2,037	2,449	2,739
34	1,307	1,691	2,032	2,441	2,728
36	1,306	1,688	2,028	2,435	2,720
38	1,304	1,686	2,024	2,429	2,712
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,705
42	1,302	1,682	2,018	2,419	2,699
44	1,301	1,680	2,015	2,414	2,692
46	1,300	1,679	2,013	2,410	2,687
48	1,299	1,677	2,011	2,407	2,682
50	1,299	1,673	2,009	2,403	2,678
55	1,297	1,672	2,004	2,396	2,668
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
65	1,295	1,679	1,997	2,385	2,654
70	1,294	1,667	1,994	2,381	2,648
80	1,292	1,684	1,990	2,374	2,639
90	1,291	1,662	1,987	2,369	2,632
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
150	1,287	1,655	1,976	2,352	2,609
200	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601
250	1,285	1,651	1,970	2,341	2,596
300	1,284	1,650	1,968	2,339	2,592

k	Уровень значимости q				
	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
400	1,284	1,649	1,966	2,336	2,588
500	1,283	1,648	1,965	2,336	2,586
∞	1,280	1,645	1,960	2,330	2,580

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	Стр. 3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТИПОМОРФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ КРИТЕРИЕВ	8
1.1. Общие положения и определения	8
1.2. Типоморфический анализ	10
2. ТИПОМОРФНЫЕ ПРИЗНАКИ ХАЛЦЕДОНОВИДНОГО ЖИЛЬНОГО КВАРЦА МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГЛУБИННОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ ФОРМАЦИИ КАК ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ КРИТЕРИИ	12
2.1. Структурно-текстурные признаки	12
2.2. Признаки состава	13
2.2.1. Признаки минерального состава	13
2.2.2. Признаки элементного состава	13
2.2.2.1. Петрогенные элементы	13
2.2.2.2. Пределы вариаций содержаний золота и серебра	15
2.2.2.3. Температурный диапазон максимума выхода воды	17
2.3. Признаки физических свойств, Параметры ЕТл	20
2.4. Типоморфные признаки, используемые для оценки принадлежности кварца к месторождениям малоглубинной золото-серебряной формации	20
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА, ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТИПОМОРФНЫХ ПРИЗНАКОВ	22
3.1. Отбор и обработка проб	22
3.1.1. Отбор проб	22
3.1.2. Обработка проб	24
3.2. Методические особенности изучения жильного кварца	25
3.2.1. Общие положения	25
3.2.2. Требования к анализам при определении элементного состава	26
3.2.3. Определение температуры максимума выхода воды	26

	Стр.
3.2.4. Особенности съемки термолукограмм	26
3.3. Математическая обработка аналитических данных	27
4. ОЦЕНКА ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА К МЕСТОРОЖДЕНИЮ МАЛОГЛУБИННОЙ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ ФОРМАЦИИ И ВЫБОР ПЕРВО- ОЧЕРЕДНОГО ОБЪЕКТА	31
4.1. Поисково-оценочные критерии	31
4.2. Оценка принадлежности жильного кварца к месторожде- нию малоглубинной золото-серебряной формации	32
4.3. Способ определения первоочередного объекта для ор- ганизации детальных поисков и разведочных работ	32
4.3.1. Метод оценки близости к эталону по комплек- су типоморфных признаков	33
4.3.2. Пример близости к эталону по комплексу типоморфных признаков	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
ЛИТЕРАТУРА	37
ПРИЛОЖЕНИЕ	40

Ответственный за выпуск В.Х.Шамсутдинов

Подписано в печати 5.02.86	Инв. № 550 ДСП	Заказ № 12
Объем 2 печ.л.	Тираж 500 экз.	Цена 22 коп.

Отпечатано ОНТИ ЗабНИИ. 672078. Чита. Костишко-Григоровича, 4