УДК: 553.411:548.4

10.70769/3030-3214.SRT.4.3-1.2026.11

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В КВАРЦЕВЫХ ЖИЛАХ КЫЗЫЛАЛМАСАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УЧАСТОК САМАРЧУК)



Есенбаев Алишер Гаибидуллаевич

Начальник геологического отдела ГУ «Узбекгидрогеология», Ташкент, Узбекистан



Курбонов Абдухаким Абдувакилович

Доцент кафедры общей геологии Университета геологических наук, доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам, Ташкент, Узбекистан



Илешов Куанишбек Муратович

Младший научный сотрудник Института геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, Ташкент, Узбекистан



Джуманиязов Денис Икрамович

Младший научный сотрудник Института геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В статье исследованы состав, фазовое состояние и термобарогеохимические особенности флюидных включений в минерализованных кварцевых жилах участка Самарчук Кызылалмасайского месторождения Чаткало-Кураминского региона. В исследованиях использованы электронно-зондовый микроанализатор JEOL JXA-8200, микротермокамера THMSG–600 и программное обеспечение FLINCOR. Установлено, что флюидные включения в кварце преимущественно представлены двухфазовыми газово-жидкими включениями водно-солевых растворов. Температуры их гомогенизации изменяются от 368 до 120 °C, концентрация солей — от 15,0 до 0,2 мас. %-экв. NaCl, а плотность флюида составляет 0,55–1,04 г/см³. Рудообразующие растворы содержат хлориды Na, Mg и K, а также HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, CO_2 и CH_4. Гидротермальные флюиды участка Самарчук характеризуются средне- и низкотемпературными условиями формирования и относительно низкой солёностью, что соответствует характеристикам флюидов эпитермальных месторождений. Минералогические исследования выявили пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, самородный висмут, кобальтин, штютцит, барит и апатит. Полученные результаты имеют важное значение для определения условий формирования золото-серебряного оруденения и оценки перспектив участка Самарчук.*

Ключевые слова: *Кызылалмасайское месторождение, участок Самарчук, кварцевые жилы, флюидные включения, гидротермальные флюиды, микротермометрия, эпитермальное месторождение, золото-серебряное оруденение, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, штютцит, барит, апатит.*

Received: 12.09.2026 | Accepted: 06.10.2026 | Issue publication: 10.10.2026

QIZILOLMASOY KONI KVARS TOMIRLARIDAGI FLYUID INKLYUZIYALAR TARKIBINI O‘RGANISH (SAMARCHUQ UCHASTKASI)

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

Esenbayev Alisher Gaibidullayevich
"O'zbekgidrogeologiya" DM geologiya bo'limi boshlig'i, Toshkent, O'zbekiston

Kurbonov Abduxakim Abduvakilovich
Geologiya fanlari universiteti "Umumiy geologiya" kafedrasi dotsenti, geologiya-mineralogiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Toshkent, O'zbekiston

Ileshov Kuanishbek Muratovich
Kichik ilmiy xodim, H.M. Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti, Toshkent, O'zbekiston

Jumaniyozov Denis Ikramovich
Kichik ilmiy xodim, H.M. Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya. *Maqolada Chotqol–Qurama mintaqasidagi Qizilolmasoy konining Samarchuq uchastkasida tarqalgan minerallashgan kvars tomirlaridagi flyuid inklyuziyalarning tarkibi, fazaviy holati va termobarogeokimyoviy xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqotlarda JEOL JXA-8200 elektron-zond mikroanalizatori, THMSG–600 mikotermokamerasi va FLINCOR dasturidan foydalanilgan. Kvarsdagi flyuid inklyuziyalar asosan suv-tuz eritmalaridan iborat ikki fazali gaz–suyuqlik qo'shilmalaridan tashkil topganligi aniqlangan. Mikotermometrik tadqiqotlar natijasida ularning gomogenlanish harorati 368–120 °C, tuzlar konsentratsiyasi 15,0–0,2 massa % NaCl ekvivalenti, flyuid zichligi esa 0,55–1,04 g/sm³ oralig'ida ekanligi aniqlangan. Ruda hosil qiluvchi eritmalar tarkibida Na, Mg va K xloridlari, shuningdek HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, CO_2 va CH_4 komponentlari mavjudligi qayd etilgan. Samarchuq uchastkasidagi gidrotermal flyuidlarning o'rta va past haroratli, nisbatan past sho'rlangan xususiyatga egaligi ularning epitermal konlarga xos flyuidlarga mos kelishini ko'rsatadi. Mineralogik tadqiqotlarda pirit, xalkopirit, galenit, sfalerit, tug'ma vismut, kobaltinning sulfoarsenidi, shtyutsit, barit va apatit singari minerallar aniqlangan. Olingan natijalar Samarchuq uchastkasidagi oltin-kumush minerallashuvining shakllanish sharoitlarini aniqlash va uning istiqbolliligini baholashda muhim ilmiy ahamiyatga ega.*

Kalit so'zlar: *Qizilolmasoy koni, Samarchuq uchastkasi, kvars tomirlari, flyuid inklyuziyalar, gidrotermal flyuidlar, mikotermometriya, epitermal kon, oltin-kumush minerallashuvi, pirit, xalkopirit, galenit, sfalerit, shtyutsit, barit, apatit.*

STUDY OF THE COMPOSITION OF FLUID INCLUSIONS IN QUARTZ VEINS OF THE KYZYLALMASAY DEPOSIT (SAMARCHUK AREA)

Esenbaev Alisher Gaibidullaevich
Head of the Geological Department, State Institution "Uzbekhydrogeology", Tashkent, Uzbekistan

Kurbonov Abduxakim Abdivakil ugli
Associate Professor, Department of General Geology, University of Geological Sciences, PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Tashkent, Uzbekistan

Ileshov Kuanishbek Muratovich
Junior Researcher, H.M. Abdullayev Institute of Geology and Geophysics, Tashkent, Uzbekistan

Jumaniyozov Denis Ikramovich
Junior Researcher, H.M. Abdullayev Institute of Geology and Geophysics, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. *The article investigates the composition, phase state, and thermobarogeochemical characteristics of fluid inclusions hosted by mineralized quartz veins in the Samarchuk area of the Kyzylalmasay deposit, Chatkal–Kurama region. The study employed a JEOL JXA-8200 electron probe microanalyzer, a THMSG–600 microthermometric stage, and FLINCOR software. Fluid inclusions in quartz are predominantly represented by two-phase gas–liquid inclusions containing aqueous–saline solutions. Microthermometric measurements indicate homogenization temperatures of 368–120 °C, salinities ranging from 15.0 to 0.2 wt.% NaCl equivalent, and fluid densities of 0.55–1.04 g/cm³. The ore-forming fluids contain Na, Mg, and K chlorides as well as HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, CO_2, and CH_4. Hydrothermal fluids of the Samarchuk area are characterized by medium- to low-temperature formation conditions and relatively low salinity, consistent with fluids typical of epithermal deposits. Mineralogical studies identified pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, native bismuth, cobaltite, stützite, barite, and apatite. The obtained results are important for understanding the formation conditions of gold–silver mineralization and assessing the mineral potential of the Samarchuk area.*

Keywords: *Kizilolmasoy deposit, Samarchuq area, quartz veins, fluid inclusions, hydrothermal fluids, microthermometry, epithermal deposit, gold-silver mineralization, pyrite.*

Введение. В мировой практике в последние годы особое внимание придается созданию научных основ изучения разнообразных наноминеральных и флюидных включений в золоторудных кварцевых жилах с целью выявления генетической связи с ними золотого, редкометалльного и другого оруденения. Научные исследования, проведенные на крупных месторождениях в развитых странах, показали, что изыскания по определению вещественного состава пород и руд служат важными источниками информации при выявлении условий формирования оруденения и разработке критериев их прогноза. Флюидные включения – это герметически изолированные в минерале в процессе его роста частицы минералообразующей среды (раствора, расплава или газа), имеющие с минералом фазовую границу. Иначе говоря, включения в минерале – это пространство внутреннего дефекта кристаллической решетки, заполненное в процессе кристаллизации минералообразующим флюидом или другим веществом. Для классификации флюидных включений обычно используются два основных признака (Ермаков, 1950, и др.): 1) генетический тип или способ образования флюидного включения относительно содержащего его кристалла и 2) фазовый состав содержимого включения, отражающий фазовый тип минералообразующей среды. Генетический тип включения определяет, о каком времени относительно кристалла несет информацию изучаемое включение. Фазовый состав содержимого включений определяет методы его исследования и последовательность экспериментов с этим включением. Важным признаком включений является время их образования в процессе кристаллизации минерала. По их пространственному размещению в кристалле и времени образования флюидные включения подразделяются на первичные (сингенетические), первично-вторичные, или мнимовторичные (субсингенетические) и вторичные (эпигенетические). Не только начинающие, но иногда даже опытные исследователи нередко испытывают затруднения при диагностике генетического типа включений [16].

Геохимические и минералогические исследования эпитермальных месторождений Чаткало-Кураминского региона проводятся более 40 лет. Среди исследователей известны М.А.Абатурова, Р.П.Бадалова, С.Т.Бадалов, А.С.Бадалов, Булатова Л.Ш., Ю.Л.Гертман, Л.И.Гельман, А.В.Гиль, А.Д.Джураев, Э.А.Дунин-Барковская, К.М.Заири, Д.У. Ермекбаева, Е.Н.Игнатиков, Д.Г.Камагуров, В.В.Козлов, В.А.Коваленкер, С.М.Колоскова, Р.И.Конеев, Н.Н.Королева, Э.А.Маркова, М.М.Мансуров, Г.С.Мещанинова, М.И. Моисеева, Д.С.Мукимова, Л.Н.Николаева, Е.И.Николаева, М.И.Новгородова, Н.И. Овчинникова, Н.В.Петровская, М.М. Пирназаров, Г.П.Пергат, О.Ю.Плотинская, Г.Ш.Рашидова, В.Л.Русинов, В.Ф.Скрябин, С.К.Смирнова, Т.С.Тимофеева, А.Х. Туресебеков, В.М.Турлычкин, М.Д.Увадьев, А.З.Умаров, З.И.Хамрабаева, В.Д.Цой, В.А.Шевкаленко, Р.Г.Юсупов и многие другие [4, 5, 11, 12, 13, 17].

Методы исследований. При изучении минералого-термобарогеохимических особенностей кварцевых жил в рудах Кызылалмасайского месторождения (участок Самарчук) использован современный высокочуствительный электронно-зондовый микроанализатор JEOL JXA-8200. Микротермометрические исследования флюидных включений проводились в секторе минераграфии ИГЕМ РАН с использованием измерительного комплекса, созданного на основе микротермокамеры THMSG–600 фирмы «Linkam» (Англия), микроскопа «Olimpus B51», снабженного набором длиннофокусных объективов. Оценка концентраций солей, плотностей и давлений флюида проводились с использованием программы FLINCOR.

Геологическое строение и тектоническая позиция Кызылалмасайского месторождения. Месторождение Кызылалмасай находится на территории Ахангаранского района Ташкентской области, в 70 км от г. Ташкент и в 10 км от г. Ангрен. Ангренская золотоизвлекательная фабрика расположена в 5 км от месторождения и связана с ним асфальтированной автодорогой. В площадь рудного поля входят Северо-Западный,

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

Центральный, Междуречье, Самарчукский и Чумаукский I и II участки месторождения, а также ряд золото-серебряных рудопроявлений.

Южная часть рудного поля расположена в предгорной холмисто-увалистой зоне с абсолютными отметками 1000-1300 м. На остальной части рельеф горный, расчлененный, с крутыми склонами. Абсолютные отметки достигают 2000 м, а относительные превышения – 150-300 м. Южный склон Чаткальского хребта, ограниченный р.Ангрен, в пределах рудного поля рассечен правыми притоками р.Ангрен: Гошсай, Кызылалмасай, Карабау. С запада рудное поле ограничено р.Акча-Восточная, а с востока – р.Дукент [15].

Рудное поле с составляющими его месторождениями (участками) Северо-Западное, Кызылалма, Междуречье, Самарчук, Чумаук и рядом рудопроявлений изучается в течение более 50 лет [2, 3, 10, 15].

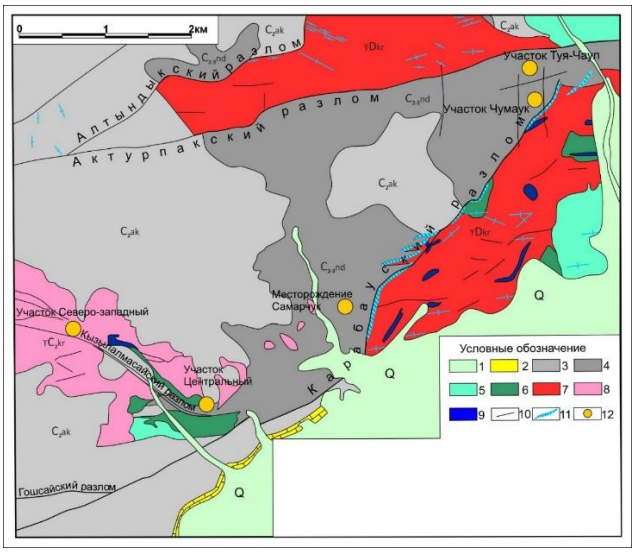


Рис.1. Геологическая карта Кызылалмасайского рудного поля (Р.Х.Миркамалов и др., 2010) [10].

1 – четвертичные отложения; 2 – кайнозойские отложения; 3 – акчинский комплекс C2ak; 4 – болгалинский комплекс C2bl; 5 – субвулканическая фация болгалинского комплекса; 6 – раннепалеозойские сланцы O-S; 7 – башкызылсайский гранитоидный комплекс S1-2;, 8 – карамазарский гранит-адамелитовый C2k комплекс; 9 – дайки сиенодиоритов; 10 – дайки фельзитов; 11 – кварцевые жилы; 12 – участки месторождений. По материалам М.О.Сулейманова, В.В.Поморцева и др., 1990 г.

Согласно материалам, приведенным Б.Ф.Исламовым [3, 4], на месторождении выделяются два крупных блока– западный и восточный, границей которых служит разрывное нарушение, трассируемое руслом реки Гошсай. В пределах западного блока размещаются месторождения Северо-Западный и Кызылалма (Центральный) с осевой структурой –Кызылалмасайским разломом– и месторождение Междуречье; восточный блок включает месторождения Самарчук и Чумаук, приуроченные к Карабаускому разлому.

Большой вклад в оценку и изучение месторождения внесли В.В. Мартынов, Н.Ф. Рафиков, О.В. Белоплотова, С.Я. Сушенцова, Г.И. Малматин, И.А. Ерохин, Р.П. Бадалова, А.С. Бадалов, М.А. Абатурова, М.Д. Увадьев, В.Р. Аширматова, А.Ж. Жураев и многие другие.

Кызылалмасайское месторождение приурочено к восточному флангу Шаваз-Дукентского вулканотектонического грабена, ограниченного с севера серией разломов северо-восточного простирания и Гошсайским разломом - на юге. На востоке структура прерывается Бабайтоудорской вулкано-стуктурой.

В пределах рудного поля получили развитие вулканиты надакского и акчинского комплексов, залегающих на каледонских и герцинских гранитоидах. Каледонские гранитоиды содержат множество блок-ксенолитов ордовик-нижнесилурийских глинистых сланцев, которые наиболее распространены в низовьях рек Кызылалмасай и Карабау. Каледонские интрузивные породы представлены габбро-диоритами, двуслюдяными гранитами, адамеллитами и дайками диабазов лампрофиров, риолитов, диоритовых порфиритов и гранит-порфиров. В районе месторождения наиболее развиты двуслюдяные граниты, представленные среднезернистыми разностями. Породы в различной степени метаморфизованы; биотит в них частично замещен мусковитом. По мере приближения к минерализованной зоне степень метаморфизма нарастает, что выражается в появлении катакластической структуры и слабой субпараллельной ориентировки породообразующих минералов. Вблизи минерализованной зоны породы рассланцовываются,

приобретая в гранитах гнейсовые текстуры. Интрузивные образования карамазарского кварцево-монцонит-гранодиоритового комплекса представлены гранодиоритами и дайками риолитов, сиенитово-диоритовых и кварцево-диоритовых порфиров.

По представлению А.Ф. Рафикова, Т.Н. Далимова и др. (1985г.), на рассматриваемой территории вулканогенные образования представлены надакским комплексом. Их возраст, по находкам ископаемой флоры, соответствует московскому-касимовскому векам. По данным С.С. Сайдыганиева, абсолютный возраст пород надакского комплекса находится в пределах 317±25 млн. лет. Стратифицированные образования надакского комплекса расчленены на три пачки, каждой соответствуют секущие тела. Породы комплекса сложены туфоконгломератами, туфогравелитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами (вулканомиктовая фация), андезитовыми туфами, литокристалло-кластическими андезитовыми туфами (эксплозивная фация), автомагматические брекчии с обломками гранитов, гранодиоритов, сланцев, андезитов, сцементированных андезитовым материалом, трахибазальты и андезибазальты (субвулканические аналоги). Общая мощность комплекса достигает 1200-1500м [15].

Минералогические особенности рудных минералов в жильном кварце месторождения Кызылалма. Выделяются два подтипа руд: пирит-халькопиритовый убогосульфидный и кварц-полиметаллический умеренносульфидный. Первый является главенствующим и характеризуется резким преобладанием кварца (90-95%), незначительным содержанием пирита и халькопирита. Общее содержание сульфидов в нем не превышает 1,5-3%. Характерно высокопробное золото. Преобладающие структуры руд здесь гипидиоморфнозернистые. Текстура чаще всего массивная и вкрапленная, реже прожилковая [9, 15].

В золото-сереброрудную стадию отложилось 5 минеральных ассоциаций. Первая, кварц-серицит-пиритовая, является фоновой. В ее составе, кроме вышеперечисленных минералов, отмечены кальцит, хлорит, лейкоксен, рутил, фуксит. Основным нерудным минералом этой ассоциации является кварц. Главный рудный минерал здесь –пирит [1, 11, 12, 13, 14, 17].

К ранним золотопродуктивным ассоциациям относятся кварц-пирит–халькопиритовая и кварц-пирит-золоторудная (Р.П. Бадалова и др., 1969; Н.И. Овчинникова, 1989 г.). В составе кварц-пирит-халькопиритовой минеральной ассоциации, кроме вышеназванных минералов, присутствуют сидерит, самородные золото и серебро.

В составе кварц-пирит-золоторудной минеральной ассоциации в очень незначительных количествах присутствуют халькопирит, галенит, арсенопирит, сфалерит, Ni- и As – пирит, бравоит, самородное золото. Самородное золото встречается главным образом в виде включений различной формы в пирите, халькопирите, реже в кварце и обладает высокой пробностью.

Кварц-полиметаллическая и серебро-сульфосольная парагенетические минеральные ассоциации являются продуктивными на серебро. Наибольшее распространение имеет кварц-полиметаллическая минеральная ассоциация, в которой жильные минералы представлены кварцем, карбонатами (кальцит, сидерит, анкерит), а рудные - пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом, тетраэдритом, Zn-тетраэдритом. Эта минеральная ассоциация характеризуется спектром минералов ряда золото-серебро с преобладанием электрума (пробность – 550-650).

Серебро-сульфосольная минеральная ассоциация проявлена локально. Характеризуется наличием сростков самородного серебра с халькопиритом, реже тетраэдритом и теннантитом. В составе ассоциации установлены фрейбергит, науманнит, агвиларит, берцелианит, гессит, петцит, калаверит, алларгентум, дискразит, сложные сульфосоли Cu, Ag, Bi. Все минералы серебро-сульфосольной минеральной ассоциации содержат резко повышенные количества серебра и висмута, что является их типоморфной особенностью.

Проявление Самарчук представлено наиболее многочисленной рудных минералов.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

Во всех изученных под микроскопом аншлифах установлено присутствие рудных минералов, преимущественно пирита, который главным образом представлен рассеянной вкрапленностью разноразмерных выделений, реже их прожилковидными обособлениями и агрегатами. Халькопирит, галенит и другие минералы встречаются значительно реже. Суммарное количество рудных минералов редко превышает 2 об.%. Жильные минералы представлены, в основном, кварцем с подчиненным количеством карбонатов и слюд, в некоторых образцах – полевыми шпатами. Изредка отмечается барит.

Пирит. При изучении кварцевых жил (в обр. №№ Т-05, Т-05/1 - Т-05/4 и Т-06, Т-06/1 - Т-06/4) установлено, что среди рудных минералов преобладает пирит, образующий рассеянную вкрапленность в виде мелких идиоморфных и ксеноморфных кристаллов (рис.2.а), среди которых встречаются скопления более крупные кристаллов (рис.2. б, в), а также мелкие ксеноморфные и округлые включения халькопирита среди кварца.



(а) *Т-06/4. Ув. 10х* **(б)** *Т-06/4. Ув. 10х* **(в)** *Т-06/1. Ув. 10х* **(г)** *Т-07/4. Ув. 10х*
(д) *Т-07/4. Ув. 10х* **(е)** *Т-07/4. Ув. 40х* **(ж)** *Т-07/4. Ув. 40х* **(и)** *Т-07/1. Ув. 10х*
(к) *Т-2091. Ув. 10х* **(л)** *Т-2091. Ув. 20х* **(м)** *Т-2091. Ув. 20х* **(н)** *Т-2093. Ув. 10х*

Рис.2. Характер распределения и морфология выделений пирита и других рудных минералов. Проявление Самарчук. Микрофото в отраженном свете.

Суммарное количество пирита в этих изученных аншлифах не превышает 1 об.%. В обр. №№ Т-07, Т-07/1 - Т-07/4 характер пиритовой минерализации как в плане морфологии выделений, так и их количества по сравнению с предыдущими образцами практически не изменяется (рис.2.д), однако здесь более значительную роль начинают играть халькопирит и галенит (рис.2. г-и). Эти минералы заполняют интерстиции между зернами кварца, образуют округлые и мелкие изометричные и ксеноморфные включения в жильном материале.

Более обильная (до 2-3 об. %) вкрапленность кубических кристаллов пирита отмечена в обр. №№ Т-2091 и Т-2093, в которых также присутствует более значительное количество карбонатов.

Исследование элементного состава пирита проявления Самарчук (6 образцов, 21 анализ, табл.1)показало устойчивые соотношения Fe (45.19 – 45.93 масс. %) и S (53.03 – 53.95 масс. %), отражающее стехиометрию этого минерала.

Таблица 1.

Результаты изучения элементного состава пирита проявления Самарчук (мас.%)

№ ан.	As	Fe	S	Ni	Cu	Sb	Co	Сумма
	Обр. Т- 06							
6	0,02	45,56	53,71	0,01	0,03	0,00	0,05	99,39
7	0,03	45,69	52,21	0,03	0,04	0,00	0,11	98,11
8	0,02	45,52	53,55	0,07	0,03	0,01	0,09	99,28
10	0,00	45,40	53,55	0,02	0,03	0,01	0,07	99,07
	Обр. Т- 06/4							
31	0,00	45,89	52,77	0,00	0,00	0,00	0,07	98,73
34	0,12	45,39	53,03	0,00	0,05	0,00	0,03	98,63
36	0,02	45,93	52,53	0,00	0,00	0,01	0,06	98,54
38	0,01	45,83	53,23	0,00	0,00	0,01	0,06	99,14
	Обр. Т-07							
52	0,00	45,33	53,86	0,01	0,00	0,00	0,06	99,27
53	0,00	45,29	53,95	0,00	0,02	0,00	0,06	99,32
	Обр. Т- 07/4							
12	0,01	45,67	53,15	0,03	0,01	0,00	0,22	99,08
13	0,00	45,69	53,23	0,08	0,02	0,00	0,05	99,07
16	0,00	45,78	52,61	0,01	0,08	0,03	0,06	98,56
22	0,00	45,75	53,11	0,01	0,70	0,00	0,08	99,65
28	0,04	45,19	52,58	0,02	0,94	0,07	0,05	98,88
	Обр. Т-2091							
41	0,02	45,88	53,58	0,01	0,00	0,04	0,04	99,57
43	0,01	45,62	53,90	0,00	0,01	0,00	0,07	99,61
45	0,01	45,71	53,72	0,02	0,00	0,00	0,04	99,50
48	0,00	45,36	53,26	0,03	0,05	0,00	0,03	98,73
	Обр. Т-2093							
55	0,00	45,57	53,66	0,02	0,01	0,00	0,06	99,33
57	0,03	44,56	53,69	0,04	0,00	0,01	0,03	98,35

В минерале практически отсутствуют значимые количества мышьяка – лишь в одном образце (Т-06/4; табл. 1, ан.34) зафиксированы заметные концентрации (0.12 масс. %) этого элемента. То же самое можно сказать о содержаниях Ni, Cu и Sb, которые в большинстве случаев не превышают 0.02-0.03 масс. %, т.е. находятся на границе предела обнаружения, и лишь в единичных анализах достигают 0.07-0.08 масс. %.

Халькопирит. Образует выделения неправильной формы. Заполняет, как правило, промежутки между зернами пирита и образует срастания со сфалеритом, галенитом, блеклой рудой. Весьма примечательно, что халькопирит

при этом практически лишен элементов-примесей (табл. 2). В то же время, для элементного состава изученных выделений галенита присутствие ряда (кроме основных – Pb и S) весьма характерно. По материалам Р.А.Халматова, в халькопирите с глубиной повышается содержание золота (от 0,07 до 1,41%), серебра (от 1 до 7,81%) [17].

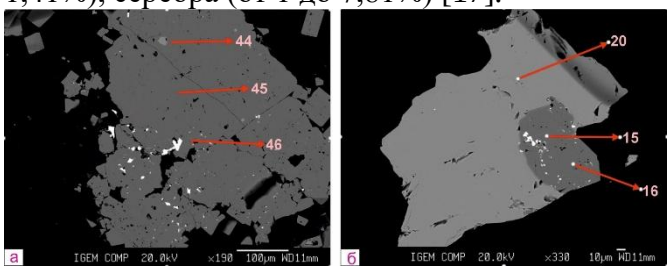


Рис.3. Взаимоотношения рудных минералов в проявлении Самарчук.

(а)- Микровключения кристаллов галенита и сфалерита в пирите; (б) Сросток халькопирита и округлого зерна пирита с микровключениями галенита.

Таблица 2.

Результаты изучения элементного состава халькопирита проявления Самарчук (%)

No.ан.	As	Fe	S	Ni	Cu	Sb	Co	Zn	Ag	Total
Обр. Т- 07										
49	0,03	29,74	36,06	Н.О.	32,58	0,06	Н.О.	0,00	0,00	98,46
50	0,03	29,47	35,18	Н.О.	32,69	0,02	Н.О.	0,04	0,01	97,43
67	0,00	29,87	35,16	Н.О.	32,85	0,00	Н.О.	0,05	0,00	97,94
Обр. Т- 07/4										
17	0,02	29,75	34,72	0,02	34,68	0,00	0,03	0,00	0,00	99,21
20	0,00	29,65	34,07	0,00	34,48	0,00	0,02	0,00	0,00	98,22
23	0,00	29,43	34,67	0,00	34,68	0,01	0,08	0,00	0,02	98,89
27	0,00	30,02	33,88	0,00	34,15	0,00	0,03	0,00	0,00	98,08

В составе этого минерала из обр. Т-07/4, установлены (табл.2.) примеси Fe, Cu и Pb, которые, как мы полагаем, могли быть захвачены из при анализе из халькопирита и галенита, в которых расположены его мельчайшие выделения (Рис.5.). Что касается минерала, который в виде каймы развивается здесь между халькопиритом и пиритом (Рис. 5в.), то он, как показал анализ на микрозонде (табл.4.), оказался сульфоарсенидом Co, Ni и Fe, со стехиометрией кобальтина (Co, Ni, Fe)AsS.

Арсенопирит. По данным Р.А.Халматова, микрозондового анализа в золото-серебряной ассоциации содержит золото до 1800 г/т, без заметных включений, в виде изоструктурных соединений. Арсенопирит отличается наибольшим разнообразием примесей: Cu, Ni, Co, Sb, Bi, Se, Hg. В золото-теллуровой ассоциации представлен тонкокристалическим арсенопиритом. Из всех минералов-матриц арсенопирит – типоморфный минерал золотых месторождений. В отличие от Кызылкумских и Нуратинских, арсенопирит Кураминских месторождений представлен тонкокристаллической формой [11, 12, 13, 17].

Самородный висмут. Самородный висмут образуется в гидротермальных жилах, где ассоциирует с другими минералами висмута, сурьмы, мышьяка, золота и серебра. Для них характерны зернистые агрегаты, отдельные зёрна, скелетные кристаллы и дендритоподобные выделения. Очень редко встречаются кристаллы псевдокубического облика.

Таблица 3.

Результаты изучения элементного состава самородного Bi проявления Самарчук (%)

№ ан.	Fe	S	Cu	Sb	Ag	Se	Bi	Pb	Сумма
Обр. Т-07/4									
15	4.12	1.24	0.77	0.00	0.04	0.02	90.08	0.00	96.25
18	0.76	0.79	1.30	0.05	0.12	0.14	95.78	4.16	103.10
25	0.13	0.11	0.17	0.23	0.00	0.01	100.10	0.00	100.75

В составе этого минерала из обр. Т-07/4 установлены (табл. 3) примеси Fe, Cu и Pb, которые, как мы полагаем, могли быть захвачены из халькопирита и галенита, в которых расположены его мельчайшие выделения (рис. 5а).

Кобальтин. Что касается минерала, который в виде каймы развивается здесь между халькопиритом и пиритом (рис.5. б), то он, как показал анализ на микрозонде (табл. 4), оказался сульфоарсенидом Co, Ni и Fe со стехиометрией кобальтина (Co, Ni, Fe)AsS.

Таблица 4.

Результаты изучения элементного состава сульфоарсенида Co, Ni и Fe проявления Самарчук (масс. %)

№ ан.	As	Fe	S	Ni	Cu	Sb	Co	Ag	Сумма
Обр. Т-07/4									
21	41,56	4,99	20,33	6,70	0,46	0,00	23,04	0,03	97,12

Штютцит. Встречается с другими сульфидными и теллуридными минералами в гидротермальных рудопроявлениях. Сопутствующие и ассоциирующие минералы, прежде всего, из числа теллуридов золота-серебра: сильванит, гессит, нагиагит, алтаит, петцит, эмпрессит, самородный теллур, самородное золото, кроме того, также галенит, сфалерит, колузит, теннантит и пирит.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

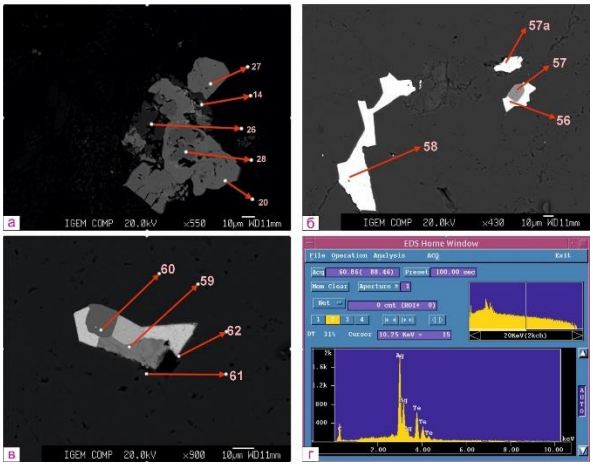


Рис.4. Сросток халькопирита и пирита с микровключениями апатита.

(а). Взаимоотношения теллурида серебра с пиритом (б), галенитом, халькопиритом и теннантитом (в).

Таблица 5.

Результаты изучения элементного состава теллурида Ag проявления Самарчук (%)

№. ан.	Ag	Te	Сумма
Обр.Т-2093			
56	**60.88**	**35.99**	**96.87**
57a	**59.60**	**39.25**	**98.85**
58	**61.53**	**38.56**	**100.09**
59	**60.89**	**36.76**	**97.65**

В обр. Т-2093 обнаружен теллурид серебра (рис. 4), стехиометрия которого, в соответствии с результатами анализа на микрозонде (табл. 5), отвечает штютциту (Ag5-xTe) -типичному минералу месторождений Кочбулак и Кайрагач (Коваленкер В.А., Русинов В.Л., Сафонов Ю.Г. 1981; Коваленкер и др., 1997, 2003) [6, 7, 8, 9, 17].

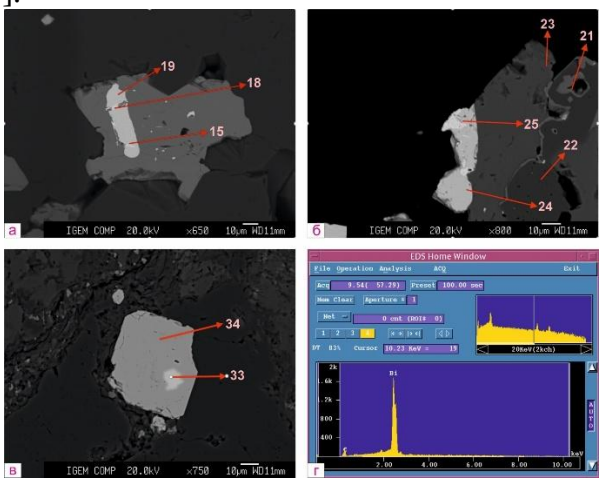


Рис.5. Взаимоотношения галенита.

(а, б), самородного висмута (в, г), кобальтина (б), халькопирита (б) и пирита (а, б). (в) Микровключение сфалерита в пирите.

Барит. Замечательной особенностью состава барита проявления Самарчук является присутствие высоких (2.8 масс. %) концентраций стронция (табл. 6), так-же как и в других эпитермальных месторождениях ВС-типа этого региона (Кайрагач, Кочбулак; Коваленкер и др., 2003) [6, 7].

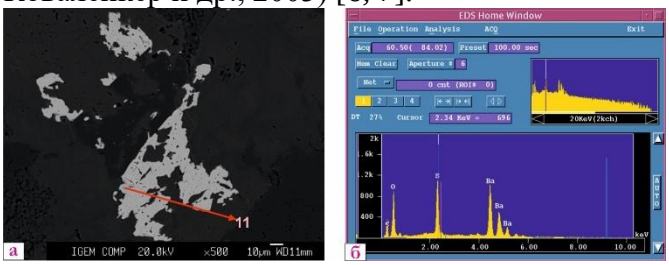


Рис.6. Морфология выделений барита.

(а, б). Проявление Самарчук. Обр. Т-06.

В целом же барит является индикатором повышенных окислительных условий среды минералообразования.

Таблица 6.

Результаты изучения элементного состава барита проявления Самарчук (%)

№ ан.	Fe	S	SiO_2	BaO	SrO	CaO	Na_2O	Сумма
Обр. Т-06								
12	0.18	33.93	0.02	62.13	2.68	0.24	0.22	99.44

Апатит. Из жильных минералов проявления Самарчук прежде всего должны быть отмечены апатит, демонстрирующий несомненную ассоциацию с пиритом и халькопиритом (обр. Т-06/4 и Т-07/4; рис.7. а). Апатит – это минерал с широкими вариациями (как можно видеть из его химической формулы: $Ca_5[PO_4]_3(F,Cl,OH,CO_3$)) как основных, так и примесных элементов– развит во многих типах природных образований и рассматривается как один из универсальных индикаторов условий минералообразования. Состав апатита из проявления Самарчук (табл.6) принадлежит к наиболее распространенной фтористой разновидности этого минерала с содержаниями фтора, варьирующими от 2.46 до 5.37 масс. %, причем в наименее фтористых отмечено присутствие более значительных концентраций Cl (0.27-0.37 масс. %; ан. 32, 37 в табл.7), по сравнению с высокофтористыми. Также в одном из зерен минерала (ан. 26) выявлены заметные количества серы (0.29 масс .%).

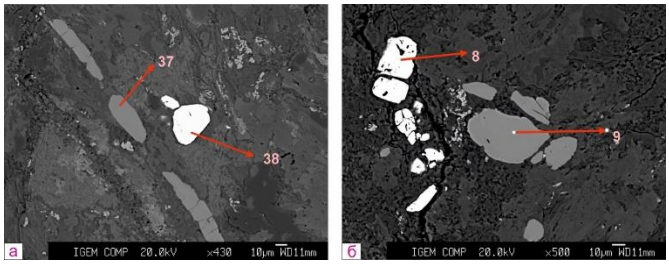


Рис.7. Морфология выделений апатита (а, б) и пирита.

Таблица 7.

Результаты изучения элементного состава апатита проявления Самарчук (мас. %)

№.ан.	Fe	S	Mn	SiO2	F	P_2O_5	Ce_2O_3	CaO	Cl	Na_2O	Сумма
		Обр. Т-06									
9	0.23	0.03	0.41	0.04	4.79	40.73	0.09	55.61	0.15	0.12	102.48
		Обр. Т-06/4									
14	0.09	0.03	0.05	0.59	5.37	39.74	0.05	56.88	0.00	0.04	102.89
26	0.61	0.29	0.14	0.69	4.02	40.66	0.15	55.31	0.02	0.10	102.49
32	0.31	0.02	0.05	0.91	3.17	39.58	0.15	55.68	0.27	0.01	100.62
37	0.75	0.02	0.07	0.20	2.46	40.15	0.14	55.01	0.37	0.03	99.43

Примечание. В минерале также определены переменные концентрации (масс.%): Al_2O_3 (0.01-0.36) и REE: Y_2O_3 (0.00 – 0.16), Pr_2O_3 (0.00 – 0.06), Nd_2O_3 (0.00 – 013).

Более детальные исследования рудной минерализации проявления Самарчук, в т.ч. с использованием растровой электронной микроскопии (микрозонд JEOL JXA-8200), позволили установить, что помимо пирита, халькопирита, галенита и сфалерита, присутствие нескольких рудных и жильных минералов, которые вследствие их, как правило, весьма мелких размеров выделений, не были установлены оптическими методами.

Прежде всего, среди них заслуживают быть отмеченными минералы, которые являются характерными для типовых месторождений Кураминского региона, то есть имеющие индикаторное значение. Таким минералом является самородный висмут – характерный минерал эпитермального золоторудного месторождения Кайрагач [7], который был установлен в проявлении Самарчук при изучении обр. Т-07/4 и Т-2093 в галените, находящемся в ассоциации с пиритом, халькопиритом и сульфоарсенидом Co, Ni и Fe (рис.7).

Особое значение для прогноза перспектив проявления Самарчук имеет тот факт, что обычно эпитермальные месторождения ВС-типа рассматриваются как малоглубинные части порфирово-эпитермальных систем [6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 17]. В частности, таковой в Алмалыкской порфирово-эпитермальной рудообразующей системе является Актурпак, а Кайрагач и Кочбулак мы рассматриваем как принадлежащие к гипотетической Кочбулакской порфирово-эпитермальной системе, реликты литокапа которой сохранились в виде останцов алунитовых кварцитов (аргиллизитов) в пределах площади Кайрагач-Кочбулакского рудного поля (Гушсай, Восток и др.) [7].

Характеристика флюидных включений в жильном кварце. Изучено 6 пластин из образцов минерализованных прожилков участка Самарчук, представляющих гидротермальную минерализацию. В пластинах из 36 образцов найдены пригодные для микротермометрических исследований флюидные включения. Среди флюидных включений в соответствии с известными критериями (Реддер, 1987) были выделены первичные, первично-вторичные и вторичные флюидные включения. К первичным нами отнесены флюидные включения, равномерно распределенные в объеме минерала-хозяина, либо приуроченные к зонам роста. Вторичными считались включения, приуроченные к секущим минерал-хозяина трещинам. Первично-вторич-ные флюидные включения приурочены к трещинам, не достигающим внешних границ кристаллов и зерен, а по фазовому наполнению аналогичны первичным включениям.

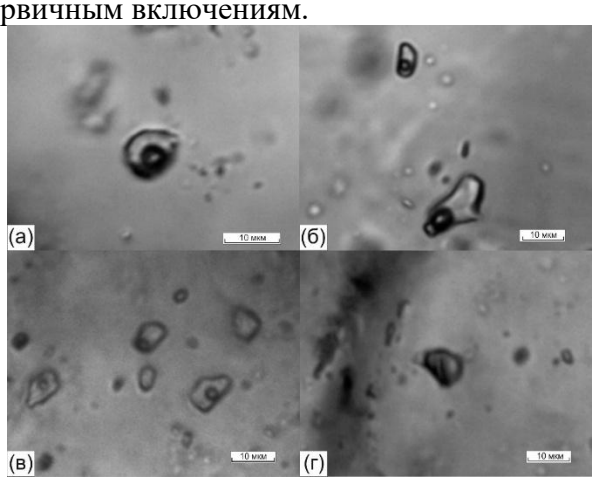


Рис.8. Типы флюидных включений в кварце минерализованных прожилков проявления Самарчук:

а-в – двухфазовые включения водно-солевых растворов типа 1; г – газовое включение типа 2. Масштаб 10 мкм.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

По фазовому составу флюидные включения представлены только двухфазовыми газово-жидкими включениями водно-солевых растворов (рис.8.). Данные термо- и криометрических исследований более 500 индивидуальных флюидных включений в кварце минерализованных прожилков участка Самарчук приведены на рис.8.

Рудообразующий флюид минерализованных жил проявления Самарчук содержал хлориды Na, Mg и K. Об этом свидетельствуют хлоридные эвтектики растворов включений (от -26 до -33°C). Двухфазовые газово-жидкие флюидные включения в кварце гомогенизируются в жидкость при температурах от 368 до 120°C, концентрация солей изменяется от 15.0 до 0.2 мас. %-экв. NaCl, плотность флюида составляет 0.55-1.04 г/см^3.

В валовом химическом составе флюидов из включений в кварце среди катионов главную роль играют (г/кг H2O): Na (13.6-1.4), K (7.5-0.3) и Ca (10.8-0.5), а Mg (1.3-0.1) находится в подчиненном количестве. Установлены заметные концентрации таких компонентов, как (г/кг H_2O): HCO_3- (59.4-0.7), SO_4- (10.5-3.6), Cl- (19.1-2.7), CO_2 (14.8-3.3) и CH_4 (1.8-0.4). Кроме того, в составе флюида выявлены микрокомпоненты (мг/кг H_2O): As (2169-25.3), Li (128.7-2.1), B (68.5-10.0), Rb (16.8-1.0), Cs (0.61-0.43), Sr (43.1-8.1), Mo (58.8-1.3), Ag (1.5-0.62), Sb (43.7-4.5), Cu (76.7-3.3), Zn (1189-11.4), Cd (2.1-0.12), Pb (16.9-0.4), Bi (0.56-0.01), Th (0.11-0.04), U (0.10-0.004), Ga (31.6-0.15), Ti (9.3-1.2), Mn (73.4-2.3), Fe (545-10.1), Co (0.46-0.02), Ni (14.1-0.3), V (8.7-0.05), Cr (6.4-0.2), Y (0.2-0.01), Zr (0.79-0.50), Sn (0.18-0.05), Ba (1598-1.2), W (121.7-0.9), Au (0.19-0.002), Tl (0.12-0.01) и REE (1.0-0.6)

Включения типа 1 в ряде случаев захватывались вместе с газовыми включениями типа 2, что свидетельствует о гетерогенном состоянии флюида. Глубокое охлаждение газовых включений до температур -180 °C не выявило конденсации каких-либо фаз, что свидетельствует о заполнении газовых включений только малоплотным водяным паром. Давление водяного пара изменялось от 190 до 100 бар при температурах от 368 до 315 °C.

Основные показатели состава флюида: CO_2/CH_4 = 23.3–5.9, Na/K = 47.6–0.34, K/Rb = 2434–380. Минерализация флюида 9.7-1.4 мас. %.

Гидротермальные флюиды проявления Самарчук обнаруживают развитие средне- и низкотемпературных флюидов, которые имеют низкую соленость и соответствуют флюидам эпитермальных месторождений.

Золоторудные месторождения Кызылалмасайского рудного поля парагенетически связаны с верхнепалеозойским вулканизмом, его формирование обеспечено активизацией в этот период мантийного плюма и образованием над ним крупного сводового поднятия. Оруденение характеризуется волнообразностью и многостадийностью рудного процесса, который объясняется многократной активизацией мантийного плюма. Полихронный возраст руд подтверждается определением абсолютного возраста (Е.М. Головин, 1981 г.). Возраст околорудных метасоматитов, определенный калий-аргоновым методом, колеблется от 302±4 млн. лет – по хлориту и 289±1 млн. лет – по серициту (зона рудного тела № 1) до 238±2 млн. лет – по серициту (зона рудного тела № 10). Эти цифры согласуются с возрастом вулканитов дацит-андезитовой формации (296±1 млн. лет) и даек фельзитов диабаз-гранофировой (246±3 млн. лет) формации.Формой переноса золота является гидросульфидная, серебра – галлоидно-сероводородная. Золото-серебряное оруденение месторождения имеет мантийно-коровый источник гидротермальных растворов достаточно глубокого заложения, что обеспечивает значительный его вертикальный размах, учитывая незначительную эродированность надрудной её части. Все это позволяет сделать вывод о значительных глубинах формирования и размахе рудного процесса на данном месторождении [8, 11, 12, 13, 17].

Гидротермальное рудоотложение на месторождении Кызылалмасай происходило полистадийно, и наблюдается направленное изменение качественного состава минерализации последующих стадий по сравнению с предыдущими. Сопоставление условий рудоотложения последовательных стадий

показывает закономерное увеличение в них доли парагенезисов, формирующихся в условиях роста щелочности среды. Это дает основание для вывода, что флюид, генерируемый очагом (в виде одного или нескольких импульсов), качественно меняет состав, а не является стандартным в течение жизни очага. Так как время формирования месторождений оценивается в десятки-сотни тысяч лет, а время жизни очага – от первых миллионов лет до десятков [6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 18], то логично полагать, что за период жизни очага, продуцирующего оруденение, пути миграции флюидов могли неоднократно меняться, и в пределах рудного узла могло формироваться разнотипные оруденения. Гидротермальные флюиды участка Самарчук обнаруживают развитие средне- и низкотемпературных флюидов, которые имеют низкую соленость и соответствуют флюидам эпитермальных месторождений.

Выводы: Золоторудные месторождения Кызылалмасайского рудного поля парагенетически связаны с верхнепалеозойским вулканизмом, его формирование обеспечено активизацией в этот период мантийного плюма и образованием над ним крупного сводового поднятия. Оруденение характеризуется волнообразностью и многостадийностью рудного процесса, который объясняется многократной активизацией мантийного плюма. По фазовому составу флюидные включения на участке Самарчук представлены только двухфазовыми газово-жидкими включениями водно-солевых растворов. Рудообразующий флюид минерализованных жил содержал хлориды Na, Mg и K, о чем свидетельствуют хлоридные эвтектики растворов включений (от -26 до -34°C). Двухфазовые газово-жидкие флюидные включения в кварце гомогенизируются в жидкость при температурах от 368 до 120°C, концентрация солей во флюиде изменяется от 15.0 до 0.2 мас. %-экв. NaCl, плотность флюида составляет 0.55-1.04 г/см^3. Гидротермальные флюиды участка Самарчук обнаруживают развитие средне- и низкотемпературных флюидов, которые имеют низкую соленость и соответствуют флюидам эпитермальных месторождений.

Работа выполнена по ГРР теме: «Изучение минералогии и флюидных включений золоторудных месторождений Чаткало-Кураминского региона (Срединный Тянь-Шань)».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Ахунджанов, Р., Зенкова, С. О., Сайдиганиев, С. С., & Каримова, Ф. Б. (2014). Лампрофировый магматизм и золото-серебряное оруденение Кызылалмасайского рудного поля. Геология и минеральные ресурсы, (5), 47–62.

[2] Балашова, О. В., Курбанов, П. Ф., Мартынов, В. В., & Сулейманов, М. О. (1969). Геология Кызылалмасайского рудного поля. В Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане (с. 80–86). Фан.

[3] Исламов, Б. Ф., & Исламов, Ф. И. (2008). О перспективах глубоких горизонтов золото-серебряного месторождения Кызылалмасай (Узбекистан). Геология и минеральные ресурсы, (1), 19–25.

[4] Исламов, Ф. И. (1997). Формационные типы вулканогенных золото-серебряных месторождений палеозойских вулканогенных поясов, критерии их поисков и прогнозирования (на примере Бельтау-Кураминского вулкано-плутонического пояса) [Автореферат диссертации доктора геолого-минералогических наук].

[5] Каримова, Ф. Б. (2020). Плутонические дайки золото-серебряных месторождений Алмалык-Ангренского района. IMPRESS MEDIA.

[6] Коваленкер, В. А. (2010). Некоторые характерные особенности палеозойских золото-теллуридных месторождений Кураминских гор (Центральная Азия). В Современные проблемы рудной геологии, петрологии, минералогии и геохимии (Вып. 4, с. 13–36). ИГЕМ РАН.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 4, № 3-1
2026

[7] Коваленкер, В. А., Гейнке, В. Р., Поморцев, В. В., & Тронева, Н. В. (1988). Новая находка висмутовой минерализации в Кураминских горах. Доклады Академии наук СССР, 300(4), 943–946.
[8] Конеев, Р. И. (2006). Наноминералогия золота эпитермальных месторождений Чаткало-Кураминского региона (Узбекистан). DELTA.
[9] Кряжев, С. Г., Прокофьев, В. Ю., & Васюта, Ю. В. (2006). Использование метода ICP-MS при анализе состава рудообразующих флюидов гидротермальных рудных месторождений. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология, (4), 30–36.
[10] Миркамалов, Р. Х., Голованов, И. М., Чирикин, В. В., Фадеичева, Л. П., & Миркамалова, Г. Х. (2010). Атлас моделей рудных месторождений Узбекистана. ГП «НИИМР».
[11] Пирназаров, М. М. (2011). Рудно-формационные типы, особенности концентрационных моделей и методы локального прогнозирования золоторудных месторождений Узбекистана [Автореферат диссертации доктора геолого-минералогических наук].
[12] Пирназаров, М. М., & Колоскова, С. М. (2004). Генетическая модель золотого оруденения Кызылалмасайского типа Шаваз-Дукентского грабена (Ангренский золоторудный район). Геология и минеральные ресурсы, (2), 16–24.
[13] Пирназаров, М. М., & Колоскова, С. М. (2007). Золотоносные рудно-геохимические системы Шаваз-Дукентского грабена (Восточный Узбекистан). ГП «НИИМР».
[14] Рафиков, Я. М., Каримова, Ф. Б., & Зенкова, С. О. (2014). Вулканогенные флюидизатно-эксплозивные образования и связь с ними эпитермального золото-серебряного оруденения (на примере Кызылалмасайского рудного поля). В Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан (с. 166–168). ГП «НИИМР».
[15] Голованов, И. М. (Ed.). (2001). Рудные месторождения Узбекистана. ГИДРОИНГЕО.
[16] Мельников, Ф. П., Прокофьев, В. Ю., & Шатагин, Н. Н. (2008). Термобарогеохимия: Учебник для вузов. Академический Проект.
[17] Халматов, Р. А. (2021). Геохимия, состав руд и металлогения золота Чаткало-Кураминского региона (Узбекистан) [Автореферат диссертации доктора наук (DSc) геолого-минералогических наук].
[18] Simmons, F. A., White, N. C., & John, D. A. (2005). Geological characteristics of epithermal precious and base metal deposits. In Economic geology 100th anniversary volume (pp. 485–522). Society of Economic Geologists, Inc.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Есенбаев, А. Г., Курбанов, А. А., Ислешов, К. М., & Джуманиязов, Д. И. (2026). Изучение состава флюидных включений в кварцевых жилах Кызылалмасайского месторождения (участок Самарчук). Цифровые технологии в промышленности, 4(3-1). https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3-1.2026.11