

УДК 553.41(479.25)

С. С. ГРИГОРЯН, С. В. КОЗЕРЕНКО, Б. О. МАНУЧАРЯНЦ

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

Методами гомогенизации и декрепитации газовой-жидких включений выделены четыре основных типа включений, по которым оценены температурные интервалы формирования минеральных ассоциаций месторождений.

Установлена постоянная приуроченность трехфазовых газовой-жидких включений с жидкой углекислотой к кварцам из продуктивных ассоциаций. Отмечаются нарушения плавности снижения температур гомогенизации и декрепитации газовой-жидких включений на Зодском месторождении.

В задачу настоящего исследования входило определение температурных условий формирования ряда золоторудных месторождений Армении по данным изучения газовой-жидких включений в кварцах и кальцитах основных минеральных ассоциаций. Температуры оценивались методами гомогенизации и декрепитации.

Исследовались три золоторудных объекта, расположенных в Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской структурно-металлогенических зонах (согласно делению, предложенному И. Г. Магакьяном) [8]. В пределах рудных полей вмещающими породами являются меловые и палеоген-неогеновые осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные породы, а также интрузивные породы как ультраосновного, основного, так и кислого состава. Залегая в породах различного состава, все три месторождения, тем не менее, обладают рядом общих черт, позволяющих говорить об их генетическом родстве. Прежде всего это выражается в том, что характер и последовательность смены минеральных парагенезисов на всех исследуемых объектах в общем близки. Установлено [1, 2, 3], что гидротермальная минерализация начинается с образования безрудных кварцевых жил. Собственно рудный процесс начинается с формирования прожилково-вкрапленных зон пирит-магнетитового и пирит-арсениопиритового составов (иногда с халькопиритом). Затем идет формирование кварцево-сульфидных жил. В минеральном составе которых преобладают пирит, блеклая руда, сфалерит, халькопирит, галенит (полиметаллическая ассоциация). С некоторым запозданием по времени, но в тесной взаимосвязи с формированием полиметаллической ассоциации происходит образование золото-теллур-висмутовой минерализации. В заключительный этап гидротермального процесса образуются кварц-кальцит-антимонитовые или кварц-кальцит-арсениопиритовые, а также практически бессульфидные кварц-карбонатные жилы.

Основным методом оценки температур в настоящем исследовании служил метод гомогенизации газовой-жидких включений. Физико-химические основы метода, его применимость к изучению природных объектов, а также его возможности и ограничения подробно рассмотрены в трудах Н. П. Ермакова, Н. А. Калюжного, В. Б. Наумова [6, 7, 9].

Измерения проводились на микротермокамере системы Калюжного [7], смонтированной на столике микроскопа МИН-8. Для микроскопического изучения газовой-жидких включений было изготовлено и просмотрено около 500 зеркально отполированных с двух сторон пластинок, толщиной 0,07—0,10 мм. Пластинки изготовлялись из образцов кварца, реже кальцита, представляющих все основные минеральные ассоциации месторождений. Газово-жидкие включения, пригодные для измерений методом гомогенизации, обнаружены, примерно, в трети общего количества пластинок. В ряде случаев, в одной пластинке имеются несколько групп включений, отвечающих различным стадиям минералообразования.

В кварцах и кальцитах исследуемых месторождений установлены следующие типы включений (по классификации Н. П. Ермакова):

1) Двухфазовые первичные газовой-жидкие включения с объемом газовой фазы от 80 до 20% общего объема включений.

2) Трехфазовые первичные газовой-жидкие включения с жидкой углекислотой отмечаются только в кварцах и кальцитах продуктивной стадии.

3) Однофазовые газовые включения.

4) Вторичные включения, располагающиеся по микротрещинам в зернах кварца и кальцита. Эта группа включений, в свою очередь, может быть подразделена на две подгруппы:

а) двухфазовые газовой-жидкие включения (газ до 15% общего объема включений),

б) аномальные (расшнурованные) однофазовые жидкие включения.

В качестве вспомогательного метода для оценки температур формирования минеральных ассоциаций месторождения использовался метод растрескивания (декрепитации). Теоретические основы метода, а также практика его использования, изложены в трудах Н. П. Ермакова [5], Ю. А. Долгова [4], В. Б. Наумова [9] и других. Нами использовалась декрепитационная установка ДКМ-2М, сконструированная в Институте геохимии АН СССР инженерами Э. Н. Юдиным, Г. А. Андриановым и А. П. Сысоевым. Для получения кривых декрепитации использовались навески минерала порядка 500 мг, раздробленные до фракции 0,5+0,25 мм. Навеска помещалась в камеру нагрева, где прогревалась до температуры 600°C со скоростью нагрева 10°C в минуту. Регистрация импульсов производилась в интервале 10°C. Кривая декрепитации записывалась автоматически на самописце КСП-4.

Рудные тела Зодского месторождения Севано-Амасийской зоны залегают главным образом в породах основного и ультраосновного состава и представлены как жилами, так и прожилково-вкрапленными зонами.

Все исследователи месторождения отмечают многостадийный характер золотого оруденения. Нами с некоторыми незначительными изменениями принята схема стадийности минерализации, предложенная Ш. О. Амиряном [3]. Выделяются следующие минеральные парагенезисы: дорудный кварцевый; кварц-пирит-арсенопиритовый; полиметаллический (сфалерит, блеклая руда); золото-теллуrowый (теллуриды золота, серебра, теллуrowисмутит, блеклая руда); кварц-карбонат-антимонитовый; кварц-карбонатный (пострудный).

Результаты измерения температур гомогенизации газовой-жидких включений в кварцах и кальцитах месторождения приведены на рис. 1А. Приведенные интервалы температур соответствуют температурам гомогенизации группы включений. Количество включений и соответственно число определений сильно варьируют от образца к образцу. Минимальное количество определений 2—3, максимальное—около 50.

Наиболее высокие температуры гомогенизации 360—380°C отмечены в линзах и прожилках дорудного мелкозернистого, темно-серого кварца. В ассоциации с этим кварцем постоянно отмечаются округлые, обычно катаклазированные зерна магнетита, часто замещающие по трещинам катаклаза пиритом. Довольно часто встречаются мелкие кристаллики арсенопирита. Газово-жидкие включения в кварцах этой ассоциации, как правило, гомогенизируются в газовую фазу. Встречены однофазовые чисто газовые включения. В тех случаях, когда включения гомогенизируются в жидкую фазу, температура гомогенизации несколько ниже (330—340°C). Здесь же встречены и трехфазовые включения с жидкой углекислотой, но они достаточно редки.

В кварцах из более поздней пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциации отмечены как двухфазовые газовой-жидкие включения, так и трехфазовые с жидкой углекислотой. Последние встречаются в подчиненном количестве. Гомогенизация включений происходит в жидкую и газовую фазы. Температуры гомогенизации для двухфазовых включений лежат в интервале 340—360°C, трехфазовые гомогенизируются при несколько более низкой температуре (320—340°C). Вероятно, последняя группа включений связана с захватом растворов более поздних, из которых шло формирование основных продуктивных минеральных ассоциаций месторождения.

Для кварцев, ассоциирующих с продуктивной минерализацией месторождения, представленной двумя ассоциациями—полиметаллической (сфалерит, блеклая руда, галенит) и золото-теллуrowой (теллуриды золота и серебра, теллуrowисмутит, самородное золото), характерны две группы включений: двухфазовые и трехфазовые с жидкой углекислотой. Последние здесь достаточно часты, иногда даже преоб-

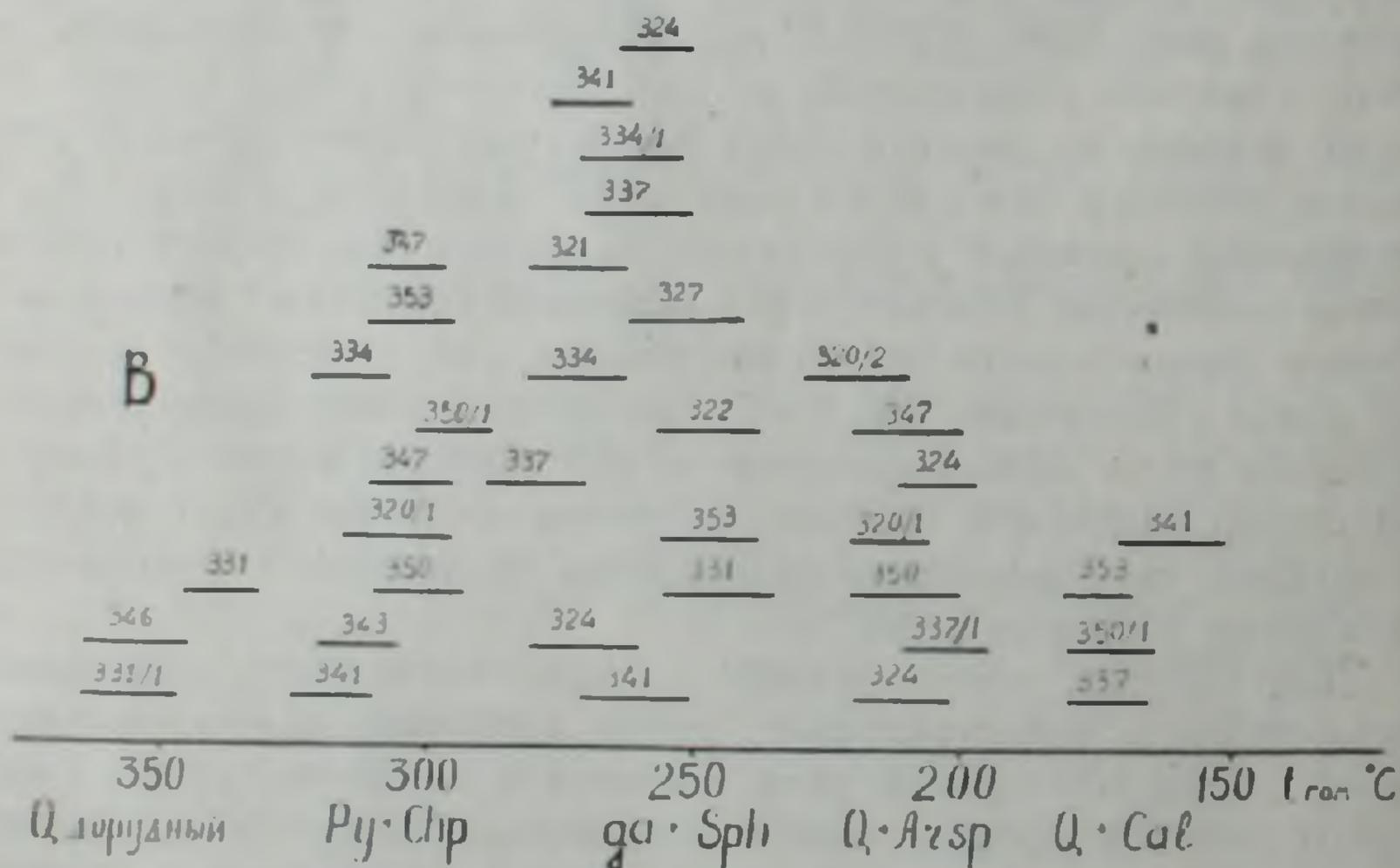
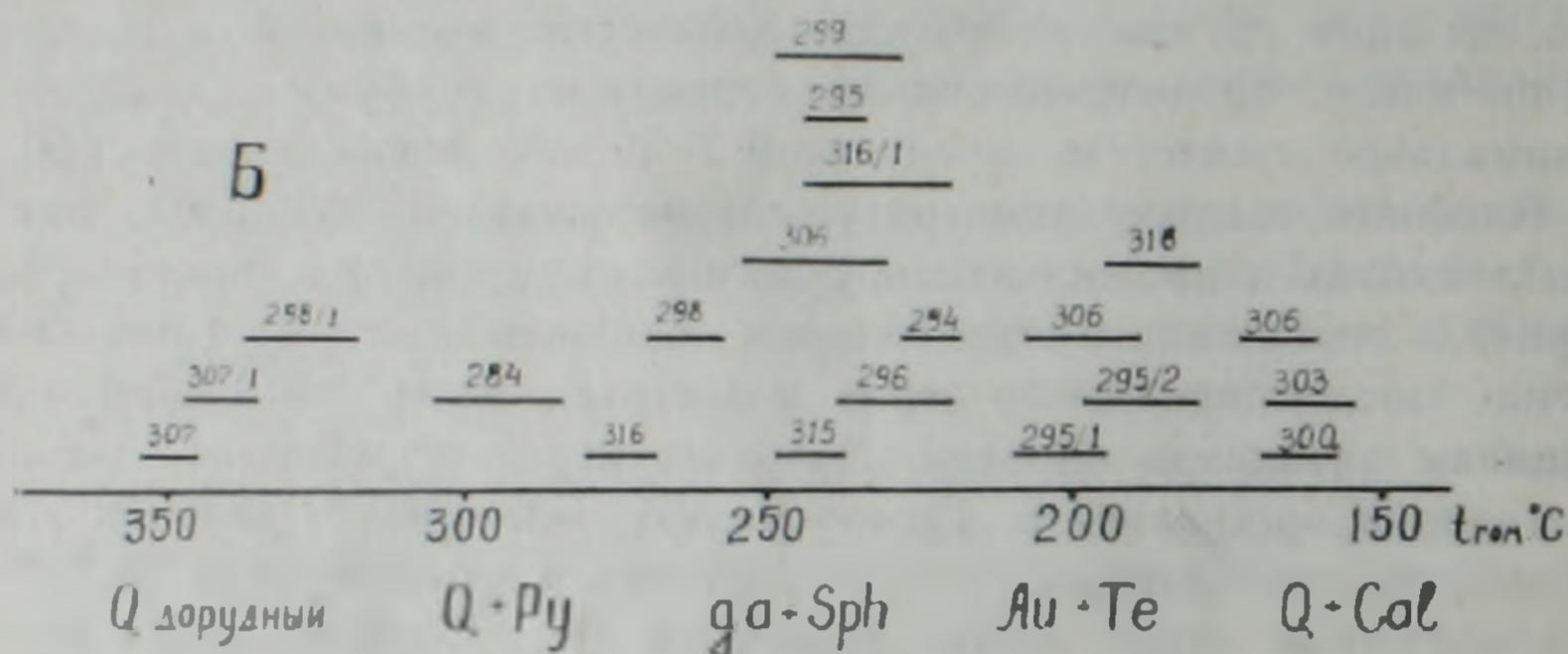
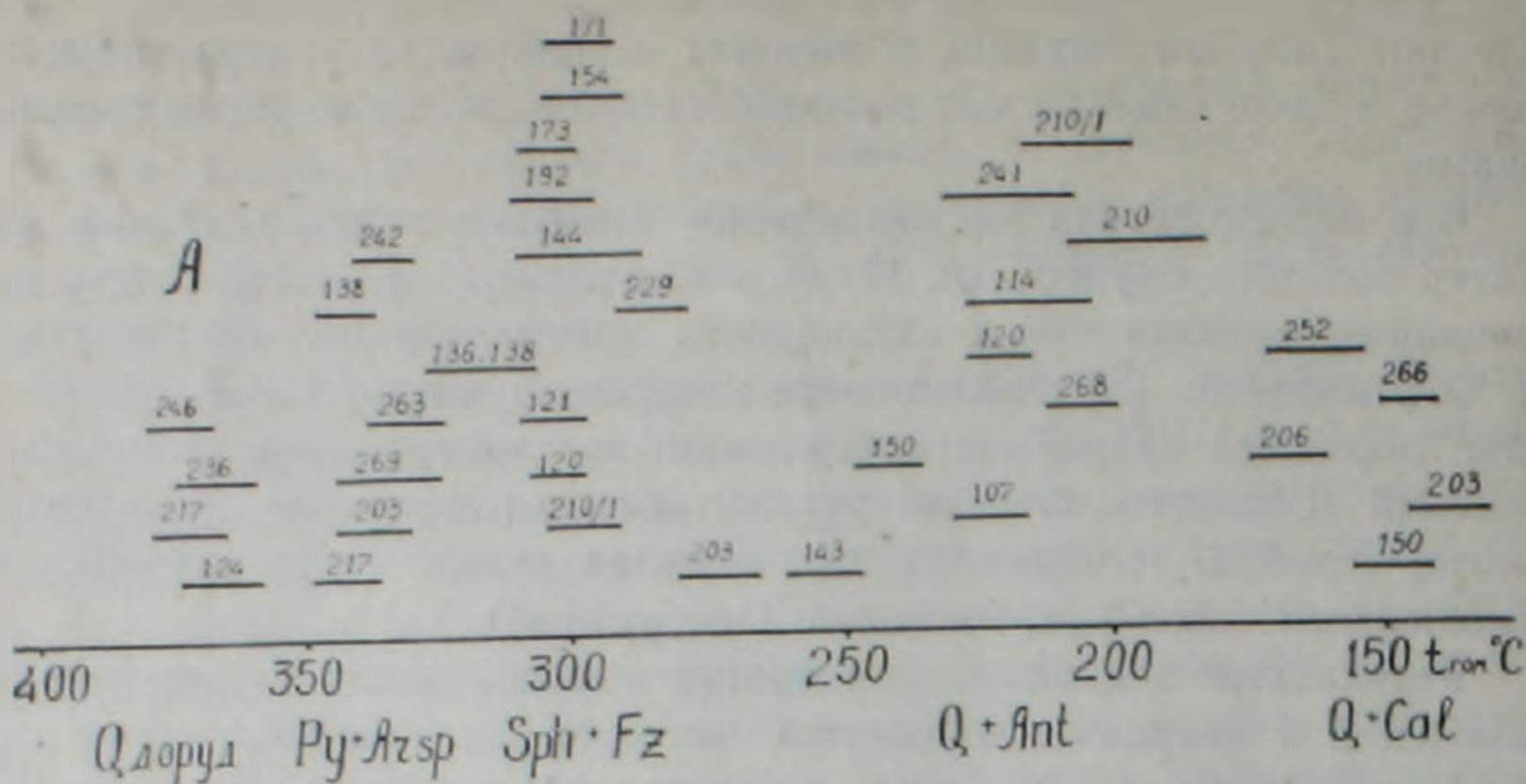


Рис. 1—Результаты измерения температур гомогенизации газовой-жидких включений в кварцах и кальцитах месторождений: А) Зодского, Б) Меградзорского, В) Тейского. Обозначения: Q—кварц; Te—теллур; Chp—халькопирит; Py—пирит; Arsp—арсенопирит; Ga—галенит; Au—золото; Sph—сфалерит; Fz—блеская руда; Ant—антимонит; Cal—кальцит; 192—номер образца и температурный интервал гомогенизации.

ладают (обр. 192). Температура гомогенизации этих включений 300—340°C. Нам не удалось обнаружить какой-либо разницы в температурах гомогенизации включений в образцах полиметаллической руды и в образцах с развитием золото-теллуровой минерализации. Вероятно, формирование этих двух наиболее важных ассоциаций происходило почти одновременно или, по крайней мере, в условиях постоянства температур минералообразующих растворов. Необходимо отметить, что в кварцах продуктивных ассоциаций обнаруживается довольно большое количество вторичных включений. Такие включения, как правило, располагаются вдоль линейно вытянутых зон в кристаллах кварца. Обычно они двухфазовые газовой-жидкие. Газовый пузырек в них составляет 15—20% общего объема включения. Температура гомогенизации таких включений 120—140°C. Встречаются и чисто жидкие включения.

На месторождении достаточно широко развита антимонитовая минерализация. В кварцах и кальцитах из прожилков с антимонитом обнаружены двухфазовые газовой-жидкие включения, гомогенизирующиеся в жидкую фазу при температурах 190—250°C. Гораздо реже встречаются включения, гомогенизирующиеся при температурах 270—280°C.

В кварцах и кальцитах из безрудных жил температуры гомогенизации газовой-жидких включений лежат в интервале от 130 до 190°C.

Обращает на себя внимание и тот факт, что температуры гомогенизации газовой-жидких включений, соответствующих дорудной и рудным ассоциациям, достаточно близки, в то время как между рудными

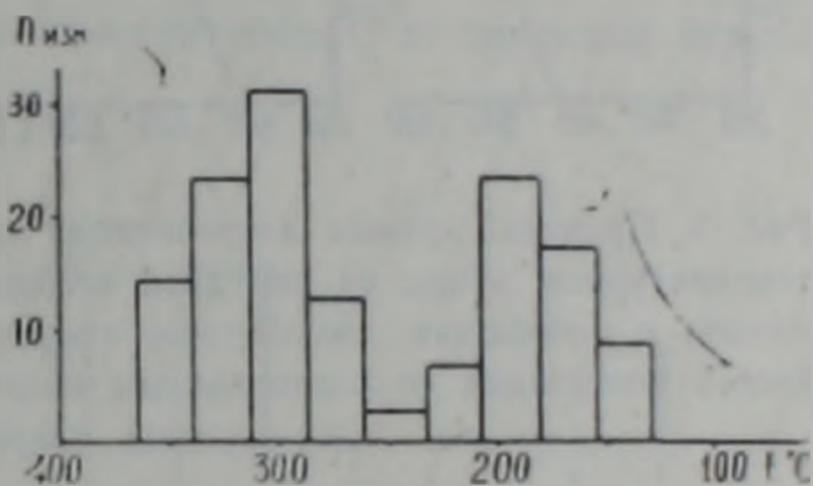


Рис. 2. Гистограмма распределения температур гомогенизации газовой-жидких включений в кварцах и кальцитах Зодского месторождения.

и позднерудной (антимонитовой) ассоциациями наблюдается разрыв в температурах гомогенизации, составляющий примерно 50—60°C (см. рис. 1А). Особенно хорошо это видно из анализа гистограммы распределения температур гомогенизации, построенной по данным всех выполненных измерений (рис. 2). Легко видеть, что на гистограмме имеется два четко выраженных максимума—один, соответствующий температурному интервалу 300—320°C (т. е. температурам формирования основных продуктивных ассоциаций), и другой—180—200°C (т. е. температурам формирования антимонитовой ассоциации). Такой характер гистограммы свидетельствует, по нашему мнению, в пользу того положения, что формирование антимонитовой ассоциации месторождения связано с поступлением новых порций гидротермального раствора. Вероятно, существовал значительный временной разрыв между формированием рудных тел, представленный ранними ассоциациями место-

рождения с одной стороны, и сульфoантимонитовой с другой. Этим, вероятно, объясняется и отмеченный выше значительный разрыв в температурах образования этих ассоциаций. В пользу верности такой трактовки свидетельствует и отмечаемая по геологическим наблюдениям значительная обособленность рудных тел, представленных кварц-антимонитовой ассоциацией [3].

Было выполнено около сорока определений температур декрепитации кварцев из рудных тел месторождения. Температуры декрепитации систематически выше температур гомогенизации. Разница составляет примерно 80—90°C. Типичные кривые декрепитации приведены на рис. 3. Судя по характеру большинства кривых, процент вто-

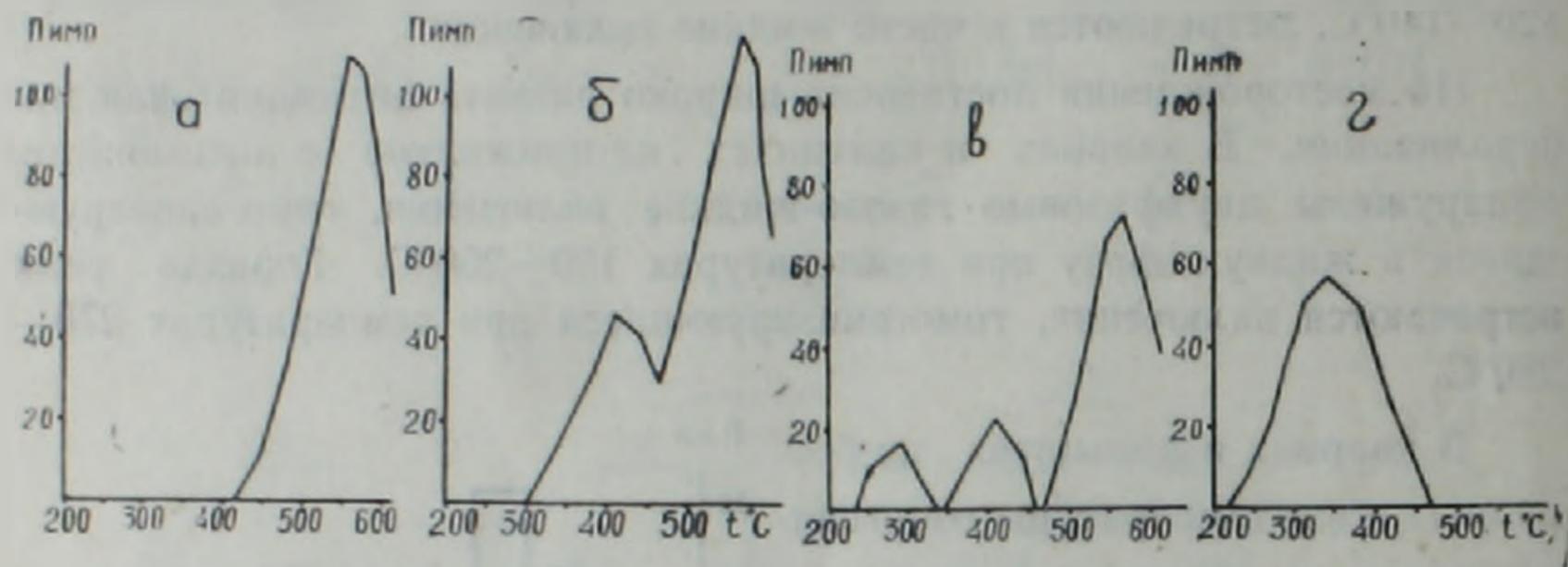


Рис. 3. Примеры кривых декрепитации кварца Зодского месторождения: а) высокотемпературный кварц из дорудной ассоциации; б) кварц из полиметаллической ассоциации с небольшим количеством вторичных включений; в) кварц из полиметаллической ассоциации со значительным количеством вторичных включений; г) кварц из пострудных кварц-кальцитовых жил.

ричных включений не велик. Исключение составляют некоторые кварцы, извлеченные из обогащенных золотом участков рудного тела («рудных столбов»). Вероятно, образование обогащенных участков сопровождается неоднократным развитием процессов трещинообразования и поступлением гидротермальных растворов, с чем и связано присутствие в одном препарате кварца нескольких генераций газожидких включений.

Гистограмма распределения температур декрепитации также обнаруживает (рис. 4) два максимума при 470—480°C и при 320°C. Нам представляется, что это является следствием того же явления, что и в случае, описанном для определений температур гомогенизации.

Второй исследуемый объект, Меградзорское месторождение, расположен на стыке Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской металлогенических зон. Район месторождения сложен палеозойскими метаморфическими сланцами, осадочными и вулканогенно-осадочными породами мела, эоцена и миоплиоцена. Рудные тела представлены кварц-карбонат-сульфидными жилами и прожилками, заключенными в зонах гидротермально измененных пород. Выделяются следующие

стадии минералообразования: дорудная кварцевая, кварц-пиритовая, полиметаллическая, золото-теллуровая и кварц-карбонатная [1].

Температуры гомогенизации кварцев основных минеральных ассоциаций месторождения приведены на рис. 1Б. Легко видеть, что наиболее часто встречаются включения, гомогенизирующиеся при 230—250°C. Минералогический анализ показывает, что эти цифры соответствуют кварцам продуктивной полиметаллической ассоциации. Включений с жидкой углекислотой не обнаружено. Несколько большими температурами гомогенизации (250—280°C) обладают кварцы из рудных тел с золото-теллуровой минерализацией. Температуры гомогенизации кварцев из безрудных кварц-кальцитовых жил 160—170°C. Все типы включений гомогенизируются в жидкую фазу. Замеры температур гомогенизации газовой-жидких включений из дорудных кварцев дали достаточно высокие температуры — 330—360°C. Эти включения гомогенизируются как в жидкую, так и в газовую фазы. Таким образом, основная часть рудного процесса укладывается в температурный интервал 200—300°C. Если мы сравним данные, полученные для этого объекта, с результатами, полученными для месторождения Севано-Амасийской зоны, то легко видеть, что температуры гомогенизации газовой-жидких включений в кварцах продуктивных ассоциаций здесь несколько ниже.

Изучалось также Тейское месторождение Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоны, залегающее в вулканогенных породах, прорванных крупными интрузивными массивами гранодиоритового и гранитного состава. По Ш. О. Амиряну и Г. А. Туянуну [2] выделяются следующие минеральные ассоциации: дорудная кварцевая, пирит-халькопиритовая, полиметаллическая, кварц-арсенопиритовая, дорудная кварц-кальцитовая. Результаты измерения температур гомогенизации газовой-жидких включений в кварцах, представляющих все минеральные ассоциации месторождения, представлены на рис. 1В. Наиболее высокие температуры отмечены для включений в кварцах серого цвета из дорудных, практически бессульфидных жил. Газовая фаза в таких включениях занимает 60—80% общего объема, гомогенизация происходит в газовую фазу при температуре 340—350°C. Несколько более низкие температуры гомогенизации включений отмечены в кварцах из пирит-халькопиритовых жил и зон. Здесь газовая фаза составляет 50—70% объема включения температуры гомогенизации

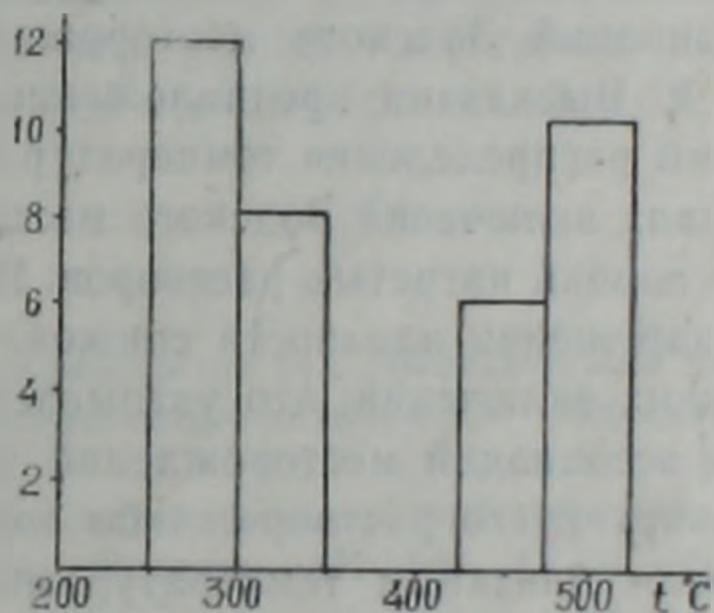


Рис 4. Гистограмма распределения температур декрепитации газовой-жидких включений в кварцах Зодского месторождения.

290—320°C в жидкую фазу. В молочно-белых кварцах из галенит-сфалеритовых рудных тел встречено большое количество двухфазных газозово-жидких включений, газовая фаза, около 50%, гомогенизируется при температуре 230—280°C. Газово-жидкие включения из кварцев арсенопиритовой ассоциации содержат газовый пузырек, составляющий 40—45% от общего объема включения. Температура гомогенизации 190—220°C. И, наконец, водяно-прозрачные кварцы из пострудных кварц-кальцитовых жил обладают включениями с газовой фазой, составляющей 20—25% общего объема включения. Температура гомогенизации 160—180°C.

Выводы

1. Изучены газозово-жидкие включения в кварцах и кальцитах основных минеральных ассоциаций трех близких по минеральному составу и характеру рудных парагенезисов месторождений Армянской ССР. Выделены четыре основных типа включений.

2. Установлено, что температуры гомогенизации кварцев и кальцитов укладываются в интервале 140—380°C, причем наиболее высокие температуры отмечены для Зодского месторождения. Оценены температурные интервалы формирования минеральных ассоциаций месторождений.

3. Установлена постоянная приуроченность трехфазовых газозово-жидких включений с жидкой углекислотой к кварцам из продуктивных ассоциаций Зодского месторождения.

4. Высказано предположение, что бимодальный характер гистограмм распределения температур гомогенизации и декрепитации газозово-жидких включений Зодского месторождения связан с поступлением новых порций нагретых растворов. На двух других объектах не обнаружено нарушения плавности снижения температур гомогенизации газозово-жидких включений, что указывает на то, что формирование минеральных ассоциаций месторождений происходило либо из единого эволюционирующего раствора, либо последовательные порции растворов обладали близкими температурами.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР
ГЕОХИ АН СССР

Поступила 28.1.1980.

Ս. Ս. ԿՐԻՊՈՐՅԱՆ, Ս. Վ. ԿՈՉԵՐԵՆԿՈ, Բ. Հ. ՄԱՆՈՒԶԱՐՅԱՆՑ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՄԻ ՔԱՆԻ ՈՍԿԵՐԵՐ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ
ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Վ

Զոդի, Մեղրաձորի և Թեյի հանքավայրերում, քվարցի և կալցիտի միներալներում գազահեղուկային ներփակումների ուսումնասիրությունների հիման վրա առանձնացվում են չորս հիմնական տեսակի ներփակումներու Պարզվում է,

որ հոմոգենացման ջերմաստիճանը տատանվում է 140—330°C սահմաններում, ըստ որում ավելի բարձր ջերմաստիճաններ նշվում են Զոդի հանքավայրի նկատմամբ: Պարզարանված են նաև միներալային ասոցիացիաների կազմավորման ջերմաստիճանային սահմանները: Զոդի հանքավայրում նկատվում է մշտական կապ երեք ֆազանի ներփակումների (գազ-հեղուկ-հեղուկ ածխաթթու) և արդյունաբերական նշանակություն ունեցող ասոցիացիաների թվարցի միջև:

Ի տարբերություն Մեղրաձորի և Թեյի, Զոդի հանքավայրում նկատվում է հիդրոթերմալ լուծույթների աստիճանական սառեցման խախտում, որը բացատրվում է նոր, տաք լուծույթների ներթափանցումով:

S. S. GRIGORIAN, S. V. KOZARENKO, B. H. MANUCHARIANTZ

THE FORMATION TEMPERATURE CONDITIONS OF SOME ARMENIAN SSR GOLD ORE DEPOSITS

Abstract

Four main types of gaseous-liquid inclusions are marked out by methods of homogenization and decrepitation by which the ore deposits mineral associations formation temperature intervals are estimated.

A constant connection between three-phase gaseous-liquid inclusions with liquid carbon dioxide and quartzes from productive associations is revealed. Homogenization and decrepitation temperatures decreasing smoothness infringements are marked for the Zod ore deposit.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минеральный состав руд Меградзорского золоторудного месторождения. Сб. Экспериментально-методические исследования рудных минералов «Наука», М., 1965.
2. Амирян Ш. О., Тунян Г. А. Минералого-геохимическая характеристика руд Тейского золоторудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXIV, № 5, 1971.
3. Амирян Ш. О. Зодское золоторудное месторождение. В кн. Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1974.
4. Долгов Ю. А. Включения сетчатых кварцев в пегматитах Волыни и данные термозвукового анализа. Тр. ВНИИП, т. 1, вып. 2, 1967.
5. Ермаков Н. П. Метод растрескивания в минералогической термометрии. Минерал. сб. Львов, геол. об-ва, № 4, 1950.
6. Ермаков Н. П. Исследования минералообразующих растворов. Изд. Харьков. ун-та, 1950.
7. Калюжный В. А. Усовершенствованная микротермокамера для анализа жидких включений. Тр. ВНИИП, т. 2, в. 2, 1958.
8. Магакьян Н. Г. Закономерности размещения оруденения на территории Армянской ССР. Сб. Закономерности размещения полезных ископаемых, т. VII, Современные проблемы металлогении, М., 1967.
9. Наумов В. Б. К вопросу об определении температур минералообразования методом декрепитации. В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия, т. 2, «Наука», 1968.