

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

С.О.АЧИКГЕЗЯН

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ
ТАНДЗУТСКОГО И ЧИБУХЛИНСКОГО РУДНЫХ ПОЛЕЙ
(Базумский рудный район Армянской ССР)

04.127 - Петрография, литология и минералогия

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Е Р Е В А Н

1970

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

С.О. АЧИКГЕЗЯН

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ
ТАНДЗУТСКОГО И ЧИБУХЛИНСКОГО РУДНЫХ ПОЛЕЙ
(Базумский рудный район Армянской ССР)

04.127 - Петрография, литология и минералогия

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Е Р Е В А Н

1970



1475

Ереванский государственный университет направляет Вам автореферат диссертации тов. С.О.Ачякгёзяна на тему: "Некоторые особенности гидротермальных метасоматитов Тандзутского и Чибухлинского рудных полей", представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Работа выполнена в отделе металлических полезных ископаемых Института геологических наук Академии наук Армянской ССР.

Официальные оппоненты:

1. Доктор геолого-минералогических наук, профессор
С.И.БАЛАСАНИН
2. Кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Т.Ш.ТАТЕВОСЯН

Работа направлена на отзыв в Научно-исследовательский горно-металлургический институт (НИГМИ)

Автореферат разослан " 5 " февраля 1970 г.

Защита диссертации состоится во II декаде марта 1970 г. на заседании Объединенного ученого совета геологического и географического факультетов ЕГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в кабинете научных работников Университета.

Ваш отзыв (в двух экземплярах, с заверенной подписью) просим прислать по адресу: г.Ереван-49, ул.Мравяна I, Ереванский государственный университет.

Ученый секретарь совета ЕГУ

Г.М.МНАЦАКАНИН

Изучение взаимосвязи процессов рудообразования и гидротермального изменения околорудных пород приобретает особо важное значение как для выяснения общих вопросов пространственной приуроченности гидротермальных месторождений к определенным формациям и фациям метасоматитов, так и для выявления конкретных физико-химических условий процессов рудоотложения и сопряженного с ним околорудного метасоматоза.

Выявление закономерностей размещения околорудных гидротермально измененных пород в пространстве и во времени позволяет вплотную подойти к решению ряда нередко спорных, но весьма важных с практической и теоретической точек зрения вопросов, как перспективы рудоносности гидротермальных месторождений, их генетическая (или парагенетическая) связь с определенными магматическими комплексами и т.д. Это в большей степени касается колчеданных месторождений, ибо вопрос их генезиса до сих пор является дискуссионным.

Предлагаемая работа претендует лишь на некоторое освещение вышеперечисленных общих и частных вопросов и является результатом анализа фактического материала, собранного автором при полевых исследованиях 1961, 1962 и 1966 г.г. Работы эти проводились в Базумском рудном районе, преимущественно в пределах Тандзутского и Чибухлинского рудных полей и охватили собственно Тандзутский, Андраникский, Желтореченский и Чернореченский участки и проявления Рудокоп и Верхнечернореченское.

Сбор фактического материала производился с поверхности, из скважин и доступных горных выработок, в результате чего были составлены схематические карты развития отдельных фаций метасоматических пород, а также разрезы к ним.

Работа объемом 177 страниц машинописного текста с 92 фигурами и 20 таблицами, состоит из введения, семи глав, заключения и списка использованной литературы, насчитывающей 144 наименований.

В процессе камеральной обработки фактического материала было просмотрено свыше 1400 шлифов; в работе использован 521 полуквантитативный спектральный анализ пород и руд, а также 60 полных силикатных анализов метасоматитов и их эдуктов. Приводятся 14 электронографических определений гидромусковитов и пирофиллитов, а также 7 дифрактограмм и 16 термограмм породообразующих минералов метасоматических пород и руд.

Автор выражает глубокую признательность В.П.Логинову, Н.И.Наковнику, В.А.Русинову и Э.А.Хачатуряну, ценные советы и критические замечания которых относительно основных положений работы трудно переоценить. Автор благодарен сотрудникам ИГи АН Армянской ССР, Управления геологии Совета Министров Армянской ССР и НИГМИ, содействовавшим выполнению данной работы.

Глава I. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БАЗУМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Район исследований занимает центральную часть Северной Армении и охватывает с юго-востока бассейны верхнего и среднего течений р.р.Агстев и Памбак, а с северо-запада бассейны р.р.Черной и Желтой, протягиваясь в общекавказском направлении примерно на 100 км, и включает в себе Халабский (с востока) и Базумский хребты, с морфологической и геологической точек зрения составляющие единое целое. Эти хребты, вместе с расположенным южнее Памбакским хребтом, занимают центральную часть Севано-Ширакской геосинклинальной (Габриелян, 1956) или Присеванской мегасинклинальной зоны (Асланян, 1958), входящей в общую тектоническую систему Малого Кавказа.

Базумский рудный район представляет собой палеогеновый прогиб на мезозойском фундаменте и сложен в основном вулканическими, вулканогенно-осадочными и, в меньшей степени, осадочными образованиями мела, палеогена и неогена.

Меловые отложения мощностью более 2 км представлены преимущественно карбонатной фацией, при подчиненном развитии терригенных и вулканогенных пород.

Палеогеновые образования пользуются исключительно широким развитием и представлены вулканическими, вулканогенно-осадочными и, реже, осадочными породами.

Разрез палеогена на исследуемой территории начинается с нижне-среднеэоценовых образований "желтореченской" свиты (Акопян, 1962; Джрбашян, 1964), мощностью 500-700 м, представленной разнообразными эффузивами от андезитов-базальтов до липаритов-дацитов, их пирокластолитами с отдельными прослоями и пачками известняков и туфопесчаников. Среднеэоценовые образования мощностью 2-2,5 км согласно налегают на породы "желтореченской" свиты. Низы среднего эоцена, сложенные вулканогенно-осадочными (туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты, туфобрекчии, трассы) отложениями, известны под наз-

ванием свиты "слоистых туфогенов" (Саркисян, 1959) или "нижней туфосадочной" свиты (Мкртчян, 1959), которые перекрываются и местами фациально замещаются вулканическими и собственно эффузивными породами (от андезит-базальтов до дацитов, с их туфами, туфопесчаниками и туфоконгломератами) "базумской" свиты (Саркисян, 1959) или свиты "авгитовых порфиритов и их пирокластов" (Мкртчян, 1959). Разрез среднего эоцена замыкается свитой кислого состава мощностью до 700 м, именуемая "кератофировой" подсвитой (Мкртчян, 1959), "блданской свитой липаритов и их пирокластов" (Джрбашян, 1964) или "свитой кварцевых порфиритов и их пирокластов" (Мурадян, 1966). Верхнеэоценовые образования мощностью до 1,2 км характеризуются разнообразием петрографического состава - базальты, андезиты, трахиандезиты, трахиты, дациты и липарито-дациты, с их пирокластолитами, и трансгрессивно с угловым несогласием налегают на среднеэоценовые породы. В районе менее развиты олигоцен-нижнемиоценовые пресноводно-озерные отложения "дзиджанской" свиты, с трансгрессивным несогласием перекрывающие верхне- и среднеэоценовые образования, а также неогеновые андезит-базальтовые лавы и пемзо-пепловые образования.

Вышеупомянутые породы мелового и третичного возрастов собраны в линейно вытянутые в северо-западном или близширотном направлении крупные антиклинальные и синклинальные складки, осложненные более мелкой складчатостью и дизъюнктивными дислокациями.

В районе исследований интрузивная магматическая деятельность имеет широкое развитие и представлена многообразием пород, принадлежащих к двум возрастным группам.

Щелочноземельный интрузивный комплекс относится к среднеэоценовому циклу магматизма и представлен с одной стороны дайкообразными телами и штоками габбро-пироксенитов, габбро и габбро-диоритов, а с другой - диоритами, кварцевыми диоритами, монцититами и гранодиоритами, образующими крупные штоки и вытянутые вдоль направления складчатости интрузивные массивы. К данному циклу магматизма причисляются также пользующиеся в Базумском рудном районе широким развитием небольшие штоки, дайки, жилы субвулканических "кварцевых порфиритов" (липариты, липарито-дациты).

Щелочной и субщелочной магматизм верхнеэоценового цикла интенсивно выражен в пределах Памбакского хребта; в Базумском же рудном районе его проявление незначительно.

Глава II. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

В пределах Тандзутского и Чибухлинского рудных полей гидротермально измененные породы пользуются широким развитием. Изучение особенностей гидротермальных метасоматитов приводит к заключению об их принадлежности к формациям пропицитов и вторичных кварцитов, с развитием очень характерных для них минеральных фаций.

Отчетливая пространственная приуроченность этих метасоматических образований к определенному комплексу кислых и средних пород, представленных кварцевыми порфирами и их пирокластолитами не вызывает сомнений. Вышеуказанные породы слагают единый экструзивно-вулканогенный (субвулканический) комплекс (Мурадян, 1966), приуроченный к верхам среднего эоцена. Эти породы обладают близкими петрографическими и петрохимическими особенностями, позволяющими рассматривать их с точки зрения почти равнозначных адуктов, по которым в пределах рудных полей развиваются фации околорудных гидротермально измененных пород.

Глава III. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РУДНЫХ ПОЛЕЙ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ФАЦИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Геологическое строение рудных полей обуславливается теми или иными проявлениями среднеэоценового вулканизма, увенчанного образованием кислого субвулканического и щелочноземельного интрузивного магматического комплексов, контролируемых системой сопряженных друг с другом нарушений северо-западного - близширотного простирания.

В пределах Тандзутского и Чибухлинского рудных полей более или менее интенсивным гидротермальным изменениям подвергалось подавляющее большинство пород, изучение характерных признаков которых приводит к заключению, что они подвергнуты пропицитизации; в них развиты почти все характерные минеральные фации пропицитовой формации, начиная с самой внешней - амфиболо-эпидотовой, вплоть до самой внутренней - кварцево-гидромусковитовой, являющейся по Н. И. Наковнику, переходной фацией пропицитов во вторичные кварциты. Формация вторичных кварцитов представлена следующим комплексом фаций - монокварцевой, диаспоровой, адунитовой, баритовой, пиррофиллитовой, каолинитовой и гидромусковитовой.

Изучение закономерностей распределения в пространстве отдельных минеральных фаций гидротермальных метасоматитов помогает

не только определению местоположения каналов наиболее интенсивной циркуляции газогидротерм и установлению миграции этих каналов, но и объяснению ряда интересных вопросов, как направленность метасоматических процессов, сопровождающихся рудообразованием, особенности развития той или иной минеральной фации, синхронной с образованием определенного типа руд, перспективы рудоносности гидротермальных месторождений и т.д.

Для выяснения характерных черт распространения фаций пропилитов и вторичных кварцитов в Тандзутском и Чибухлинском рудных полях нами были составлены схематические карты развития метасоматических фаций, а также изучались вертикальные разрезы по скважинам. В результате было установлено, что в изучаемых нами рудных полях в достаточно четком виде наблюдается горизонтальная зональность фаций метасоматитов; вторичные кварциты занимают центральное положение в ореоле гидротермально измененных пород и окружены закономерно расположенными друг относительно друга минеральными фациями пропилитов. Выявлена также отчетливая вертикальная зональность, выраженная в закономерной смене фаций вторичных кварцитов с глубиной и сверху пропилитами.

Глава IV. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ФАЦИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИХ МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ

В пределах Тандзутского и Чибухлинского рудных полей метасоматическим преобразованиям подверглись как кварцевые порфиры, андезиты и андезитовые порфириты, так и их туфы, туфобрекчии, лавобрекчии, превращенные в пропилиты и вторичные кварциты. Однако следует отметить, что фации пропилитов развиваются как по эффузивным андезитам и их пирокластолитам (предпочтительней), так и по кварцевым порфирам субвулканического комплекса, в то время как минеральные фации вторичных кварцитов образуются преимущественно в результате переработки кварцевых порфиров и их пирокластолитов, а в эффузивах среднего состава они имеют незначительное развитие.

Во избежание повторений и учитывая однотипность эдуктов, а также развитых по ним гидротермальных изменений в обоих рудных полях, петрографическое описание минеральных фаций пропилитов и вторичных кварцитов в работе приведено в обобщенном виде, а не для каждого рудного поля в отдельности.

Формация пропилитов в эффузивах среднего состава представлена следующими минеральными фациями (начиная с самой внешней), характеризующимися равновесными ассоциациями главнейших минералов: 1) амфиболо-эпидотовой (актинолит+эпидот+альбит+хлорит) и эпидото-хлоритовой (эпидот+альбит+хлорит+кварц), 2) хлорито-карбонатной (карбонаты+хлорит+альбит+гидромусковит+кварц), 3) хлорито-гидромусковитовой (хлорит+гидромусковит+альбит+кварц+пирит+сульфиды), 4) кварцево-гидромусковитовой (кварц+гидромусковит+пирит+альбит+сульфиды).

Формация пропилитов в субвулканических кварцевых порфирах представлена аналогичными с эффузивами минеральными фациями, однако здесь существуют заметные отличия как в их минеральном составе, так и в количественных соотношениях минералов. Так например, самая внешняя фация пропилитов, образованных по кварцево-порфировому эдукту, сравнительно редко содержит актинолитовую роговую обманку, здесь темные минералы превращаются в основном в агрегат хлорита и эпидота, а хлорито-гидромусковитовая фация в андезитах почти всегда содержит альбит, что для кварцевых порфиров менее типично.

Формация вторичных кварцитов в Таңдзутском рудном поле представлена следующим комплексом фаций: 1) кварцево-гидромусковитовая (кварц+гидромусковит+сульфиды), 2) кварцево-пиррофиллитовая (кварц+пиррофиллит+гидромусковит), 3) кварцево-баритовая (кварц+барит+пиррофиллит), 4) кварцево-алунитовая (кварц+алунит+пиррофиллит), 5) кварцево-диаспоровая (кварц+диаспор+пиррофиллит+алунит), 6) монокварцевая (кварц+алунит, пиррофиллит, гидромусковит). Характерной особенностью данного комплекса является присутствие кварцево-баритовой фации, впервые выделенной нами как самостоятельной, в общем ряду вторичных кварцитов.

Изучение особенностей перехода между минеральными фациями гидротермально измененных пород приобретает весьма важное значение при восстановлении общего хода протекания метасоматических процессов.

На фронтах замещения отдельных зон метасоматической колонки наиболее отчетливо вырисовываются тенденции к взаимозамещению, растворению, разъеданию, осаждению породообразующих минералов, прилегающих друг к другу фаций метасоматитов, что не всегда обнаруживается при изучении взаимоотношений породообразующих и реликтовых метасоматических минералов внутри отдельных зон.

Существование меофациальных участков, сложенных характерными пороодообразующими минералами предыдущих и последующих зон единой метасоматической колонки, противоречит концепции о резкости границ между отдельными зонами (Коржинский, 1951, 1954 и др.). Однако следует оговориться, что по всей вероятности, условия нормального развития инфильтрационной метасоматической колонки нередко нарушались, что и привело к образованию переходных зон между отдельными фациями метасоматитов, мощность которых иногда почти соизмерима с мощностями соседствующих метасоматических зон.

На основании рассмотрения данных некоторых характерных опорных разрезов, представляющих собой сравнительно полные и разнообразные по минеральным ассоциациям метасоматические колонки, охватывающих почти все узловые участки изученных нами метасоматитов и отображающих как горизонтальную, так и вертикальную зональности в развитии минеральных парагенезисов, нами произведено разделение инертных компонентов от вполне подвижных для каждой из зон, а также приведены реакции, происходящие между ведущими минералами при переходе от одной зоны к другой. В результате установлен следующий ряд подвижности компонентов, слагающих минеральные фации гидротермально измененных пород, в порядке повышающейся подвижности: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe , MgO , Na_2O , CaO , K_2O , S , CO_2 , H_2O . В этом ряду необходимо отметить инертный характер SiO_2 при образовании вторичных кварцитов, в то время как формирование пропилитов (исключая самые внешние фации) характеризуются подвижным его поведением.

Принимая за основу анализ данных метасоматических колонок, в работе рассмотрены диаграммы состояния многокомпонентных систем, составленных для формаций пропилитов и вторичных кварцитов. Диаграммы построены с целью возможного установления относительных пределов устойчивости тех или иных равновесных минеральных парагенезисов в зависимости от вариации значений химических потенциалов каких-либо двух вполне подвижных компонентов, участвующих в составе минеральных фаз рассматриваемых систем и, в первом приближении, являющихся однозначными индикаторами некоторых изменяющихся факторов при протекании метасоматических процессов.

Для формации пропилитов нами составлена диаграмма химических потенциалов воды и углекислого газа (фиг. I) шестикомпонентной $(Al, Fe)_2O_3 - (Mg, Fe)O - Na_2O - CaO - H_2O - CO_2$ / десятифазовой (актинолит, эпидот, доломит, кальцит, альбит, хлорит, гидрослю-

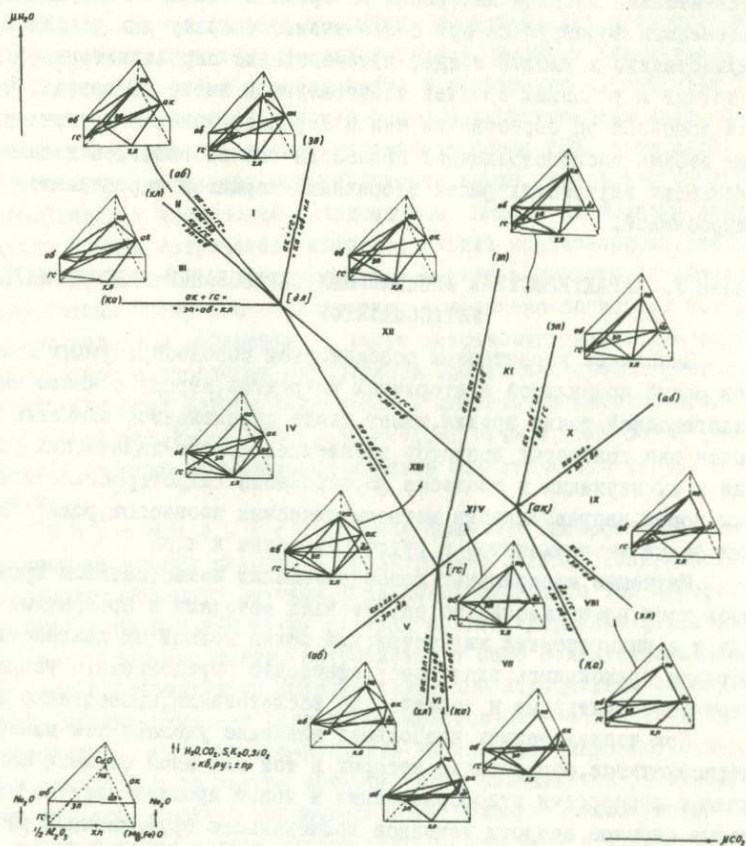
да, кварц, рутил, пирит) системы, содержащей кварц, как избыточный вполне подвижный минерал, а также рутил (иногда пирит) в виде обособленного минерала.

Наличие семи главных фаз при четырех виртуальных инертных компонентах предопределяет составление моновариантной мультисистемы, т.е. системы, обладающей одной отрицательной степенью свободы (Коржинский, 1957; Мариков, 1961), соответствующей совокупности семи невариантных систем, из коих три (безактинолитовый, безгидрослюдистый и бездоломитовый пучки) являются стабильными, а остальные — метастабильными. Диаграмма составлена на основании допущения сосуществования безактинолитовых и безгидрослюдистых шестиминеральных невариантных парагенезисов. Правильность выбора данного субстрата подтверждается геологическими данными.

Сопоставление геолого-минералогических наблюдений с одной стороны и результатов анализа данных диаграммы мультисистемы — с другой, позволяет утверждать, что диаграмма в большинстве случаев достаточно четко отображает полученные геологические данные. Более того, она нередко указывает на относительные пределы устойчивости той или иной минеральной ассоциации и дает возможность делать предположения о примерных значениях температуры или глубины формирования какого-нибудь парагенезиса.

Для вторичных кварцитов Тандзутского и Чибухлинского рудных полей нами составлена диаграмма химических потенциалов воды и сернокислого газа четырехкомпонентной (SiO_2 — Al_2O_3 — H_2O — SO_3) восьмифазовой (диаспор, алунит, пирофиллит, каолинит, гидрослюда, кварц, пирит, рутил) моновариантной мультисистемы, содержащей кварц, как избыточный минерал, а также рутил и, в большинстве случаев, пирит, в виде обособленных минералов. Мультисистема содержит 5 невариантных пучков, из которых беспирофиллитовый, бескаолинитовый и бездиаспоровый пучки являются стабильными, а остальные два — метастабильными. В основу диаграммы положен факт отсутствия тесных ассоциаций между пирофиллитом и каолинитом среди вторичных кварцитов обожженных рудных полей.

Анализ данных, полученных при рассмотрении диаграммы, указывает на то, что а) диаспорсодержащие парагенезисы устойчивы преимущественно в менее кислых, а алунитсодержащие — в более кислых условиях, в то время, как обе имеют значительные диапазоны вариации температуры, б) для пирофиллитсодержащих ассоциаций характерны от-



Фиг. I

Диаграмма химических потенциалов воды и углекислого газа шестикомпонентной $(Al, Fe)_2O_3 - (Mg, Fe)O - Na_2O - CaO - H_2O - CO_2$ / десятифазовой (актинолит, эпидот, доломит, кальцит, альбит, хлорит, гидрослюда, кварц, рутил, пирит) системы, содержащей кварц, как избыточный вполне подвижный минерал, а также рутил (иногда пирит) в виде обособленного минерала.

носителем высоко- и среднетемпературные условия образования, при сравнительно широком интервале рН среды, а каолинитсодержащие парагенезисы формируются при более низкотемпературных условиях, преимущественно в кислой среде, в) парагенезис пиррофиллит+гидрослюда устойчив в условиях средней температуры и имеет достаточно широкий диапазон рН образования, чем и вероятно можно объяснить наличие весьма распространенных процессов гистерогенезиса и телескопирования внутренних фаций вторичных кварцитов пиррофиллитом и гидрослюдой.

Глава V. ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Выявление характерных особенностей порообразующих минералов фаций пропилитов и вторичных кварцитов, наряду с чисто минералогической точки зрения, имеет также определенное значение для выяснения некоторых вопросов, касающихся физико-химических условий и их вариации в процессе формирования гидротермально измененных пород, направленности метасоматических процессов, роли отдельных фаций метасоматитов в рудообразовании и т.д.

Изучение минеральных новообразований метасоматитов проводилось нами преимущественно оптическими методами в прозрачных илифах и в иммерсионных жидкостях; для более полной их диагностики нередко применялись электронографические определения, а также рентгеноструктурные и термические исследования, проведенные автором.

При исследованиях наибольшее внимание уделено тем минералам метасоматитов, образование которых в той или иной степени сопряжено с процессами рудообразования и может пролить свет на некоторые спорные вопросы генезиса колчеданного оруднения. В работе приводится более или менее полное описание следующих порообразующих минералов вторичных кварцитов и пропилитов и связанных с ними некоторых рудных минералов: кварц, дваспор, алунит, барит, каолинит-дикцит, пиррофиллит, гидрослюда, хлорит (грохаунт-прохлорит), карбонаты (кальцит, доломит, магнезикальцит), альбит, энидот, актинолит, рутил, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит. Остановимся на некоторых специфических особенностях барита, образующего самостоятельную кварцево-баритовую фацию в общем ряду вторичных кварцитов, а также пиррофиллита, гидрослюда и хлорита, образование которых тесно сопряжено с процессами формирования разнотипных колчеданных

10

руд — серноколчеданных, медноколчеданных и колчеданно-полиметаллических, развитых в изучаемых нами рудных полях.

Б а р и т в составе вторичных кварцитов, как второстепенный минерал, отмечен многими исследователями, однако в Тандзутском рудном поле он вместе с кварцем (реже с пирофиллитом) образует свою собственную кварцево-баритовую фацию. В кварцево-баритовой породе количество барита в среднем составляет около 20%. Барит здесь образует преимущественно изометрические зерна, чаще всего округлой формы; нередко агрегатные псевдоморфозы барита по полевым шпатам эдукта, иногда встречаются монокристалльные псевдоморфозы. Барит не был встречен нами в виде прожилок, наряду с другими сульфатами и карбонатами. Интересно отметить, что в кварцево-баритовых породах алунит является редкостью, но часто встречаются зерна diaspora и, в особенности, скопления пирофиллита. Показатели преломления и угол оптических осей барита колеблются в достаточно широких пределах — $N_g = 1,636 - 1,645$, $N_m = 1,628 - 1,635$, $N_p = 1,627 - 1,634$, $+2V = 38 - 42^\circ$, что говорит о нередко значительной примеси целестинового минерала в баритах.

П и р о ф и л л и т является наиболее распространенным минералом вторичных кварцитов Тандзутского рудного поля. Кварцево-пирофиллитовые метасоматиты, содержащие иногда до 90% пирофиллита окаймляют в большинстве случаев более внутренние фации вторичных кварцитов. Пирофиллит встречается в виде мелких, удлиненных по N_g чешуек. Сравнительно крупные выделения пирофиллита образуют очень характерные для него формы кристаллов — солнца, бутоны и всевозможные пластинчато-лучистые выделения, обладающие совершенной спайностью, по линиям которой часто развивается рутил. Пирофиллит нередко образует мономинеральные подкристалльные псевдоморфозы по полевым шпатам эдукта, реже, по diasporу и алуниту. $N_g = 1,596 - 1,599$, $N_m = 1,582 - 1,587$, $N_p = 1,548 - 1,554$, $-2V = 58 - 60^\circ$.

В кварцево-пирофиллитовых метасоматитах нередко случаи присутствия главнейших минералов предыдущих фаций вторичных кварцитов — diaspora, алунита и барита, встречающихся преимущественно в виде корродированных пирофиллитом кристаллов или скоплений. Почти всегда присутствует пирит (в основном мельниковит-пирит).

Изучение взаимоотношений пирофиллита и пирита в прозрачных и протравленных полированных шлифах показало, что пирофиллит образовался частично до массового отложения мелкозернистого колло-

морфного пирита, о чем свидетельствуют включения пирофиллита в пирите, частично совместно с пиритом, в пользу чего говорят их тесные взаимопрорастания, и частично после массового отложения пирита, в этом случае в анклавах после электролитического травления при большом увеличении (до $300\times$) наблюдаются кристаллики пирита, резко срезаемые пирофиллитовыми чешуйками. Нам кажется несомненным, что пирофиллитизация длилась дольше, чем массовое отложение серного колчедана, и таким образом формирование больших скоплений пирита составляет лишь эпизод всего процесса пирофиллитизации.

Г и д р о м у с к о в и т пользуется широким развитием в обоих рудных полях. Он вместе с кварцем и хлоритом слагает кварцево-гидромусковитовую и хлорито-гидромусковитовую фации гидротермально измененных пород, являющихся местами для колчеданного оруденения, а также участвует в составе многих фаций метасоматитов в виде породообразующего или акцессорного минерала.

Гидромусковит встречается преимущественно в виде очень мелких чешуйчатых образований, часто образующих мономинеральные или двух-трехминеральные (с кварцем и/или хлоритом) агрегаты, нередко сохраняющие контуры апофенокристаллов полевых шпатов; слагает также одинаково- или разноориентированные струйчатые образования, обгибающие псевдоморфно замещенные гидромусковитом же апофенокристаллы адукта или вклинивающиеся в них. Показатели преломления и двупреломление варьируют в очень широких пределах - $N_g = 1,581 - 1,590$, $N_m = 1,573 - 1,585$, $N_p = 1,545 - 1,555$, $N_g - N_p = 0,026 - 0,036$.

Кварцево-гидромусковитовые и реже, хлорито-гидромусковитовые метасоматиты представляют значительный интерес не только в отношении пространственного тяготения колчеданного оруденения к ним, но особенно потому, что процессы рудоотложения во времени сопряжены с формированием этих минеральных новообразований, что доказывается очень тесными взаимопрорастаниями рудных минералов (пирит, халькопирит, сфалерит, галенит и др.) и гидромусковита (последний образует оторочки вокруг зерен рудных минералов, проникает в их поля, сопровождает рудные прожилки, слагая их зальбанды; часто рудные минералы развиваются по гидромусковитовым агрегатам и в скоплениях рудных минералов остаются островки гидромусковита).

Наряду со многими признаками общего характера, образование различных типов колчеданных руд (серноколчеданные, медные, полиметаллические), очевидно шло в несколько отличающихся друг от друга

физико-химических условиях, что не могло не отразиться на специфике новообразования гидромусковита. Эти специфические особенности выявлены с помощью электронографических исследований, которые позволили установить наличие различных политипных модификаций среди гидромусковитов. В основном обнаружены диоктаэдрические модификации $1M$, $2M_1$ и их сочетания, с различным соотношением содержания обеих компонентов (реже встречаются модификация $2M_2$ и $3T$). Анализ результатов электронографических определений гидромусковитов разных месторождений из различных участков развития серноколчеданного, медного и полиметаллического оруденений показал, что гидромусковиты, сопутствующие серноколчеданные и медноколчеданные руды, в основном, представлены политипной модификацией $2M_1$, с небольшой примесью $1M$ и реже, $3T$; гидромусковиты же, образующиеся синхронно с полиметаллическим оруденением, характеризуются преимущественно структурой $1M$, со слабой примесью $2M_1$. Полученная закономерность полностью согласуется с известными геологическими данными о более раннем серно- и медноколчеданном оруденениях, образующихся в несколько более высокотемпературных условиях по сравнению с полиметаллическими рудами, являющимися более поздними образованиями единого гидротермального процесса. Экспериментальные исследования (Yoder, Eugster, 1953, 1955; Smith, Yoder, 1956) по синтезу различных политипных модификаций диоктаэдрических слюд также согласуются с полученными нами результатами для гидромусковитов, сопутствующих разнотипным колчеданным рудам (синтезированная модификация $2M_1$ - высокотемпературна, а $1M$ - низкотемпературна).

Приведенный материал позволяет рассматривать обнаруженные особенности околорудных гидромусковитов как дополнительный поисковый критерий для выделения перспективных участков развития скрытого колчеданного оруденения среди общих полей гидромусковит-содержащих измененных пород.

На наш взгляд, следует подчеркнуть факт обнаружения гидрослюд, принадлежащих к малораспространенной структурной модификации $2M_2$, образование которых, по данным некоторых исследователей (Tkrcadgold, 1959; Дриц, Звягин, Токмаков, 1966), протекает в весьма своеобразных физико-химических условиях. Небезынтересно отметить, что все установленные нами гидрослюды, принадлежащие к модификации $2M_2$, обнаруживают пространственную приуроченность к сравнительно крупным рудным телам - линзам, штокам.

Хлорит имеет исключительно широкое развитие среди гидротермальных метасоматитов. Он является одним из основных породообразующих минералов, слагающих хлорито-карбонатные и хлорито-гидроусковитовые метасоматиты, четко прослеживающиеся на расстоянии до первых сотен метров от рудных тел как по горизонтали, так и в вертикальном направлении. Помимо этого, хлорит участвует в составе пород амфиболо-эпидотовой и эпидото-хлоритовой фаций. Хлорит встречается в виде мелкочешуйчатых агрегатов и выделений неправильной формы, реже, в виде псевдоморфоз по темноцветным, а также вместе с кварцем, гидрослюдай и/или карбонатом — по анофенокристаллам полевых шпатов эдукта.

На изученных нами месторождениях хлоритсодержащие гидротермально измененные породы окаймляют синхронные с рудообразованием фации метасоматитов (кварцево-гидрослюдистую, кварцево-пиррофиллитовую). Процессы рудообразования не могли в той или иной форме не повлиять на химизм таких чувствительных индикаторов переменного состава, как хлориты. Описание явления разноколичественных изоморфных замещений магния железом и кремния алюминием нашло отражение в работах некоторых исследователей (Brown, 1962; Nakamura, 1963; Буриков, 1963, 1964; Логинов, Русинов, 1967).

Массовые замеры среднего показателя преломления (N_m) хлоритов позволили нам обнаружить некоторую их вариацию ($N_m = 1,596 - 1,621$) в разрезах скважин и по поверхности. При анализе полученных данных вырисовывается четкая картина закономерного понижения N_m хлоритов по мере приближения к рудным телам (линзы серного колчедана, жилы и зоны прожилково-вкрапленных медных и полиметаллических руд) как в висячем, так и в лежащем боках. Данная закономерность наблюдается и в вертикальном, и в горизонтальном направлении, что является достаточно важным фактором при использовании изменения N_m хлоритов в качестве одного из поисковых критериев для установления примерного местоположения слепых рудных тел в пространстве. Изменение N_m хлоритов указывает также на то, что в результате более интенсивного процесса выщелачивания в висячем боку рудных тел, на почти равных расстояниях от них, градиент вариации N_m хлоритов меняется медленнее, чем в лежащем боку. Это явление также может служить направляющим моментом для определения более или менее точной ориентировки предполагаемого рудного тела. Вариация N_m хлоритов на Тандзутском месторождении дает ос-

нование предполагать о возможном наличии слепых рудных тел в разрезах скважин № 26 и 28. В зеленокаменно измененных породах, формирование которых не связано с процессом рудообразования, N_m хлоритов меняются бессистемно. Этот факт позволяет отличить зоны хлоритсодержащих околорудных метасоматитов от неперспективных в отношении оруденения измененных пород. К вышесказанному можно добавить, что обнаруженная закономерность может служить также индикатором конкретных физико-химических условий рудообразования и околорудного метасоматоза.

Глава VI. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БАЛАНСА ВЕЩЕСТВА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ФАЦИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Огромные по масштабам поствулканические процессы метасоматических изменений исходных пород сопровождаются коренным преобразованием их минерального состава, выраженном разложением породообразующих минералов эдукта, неустойчивых в создавшейся обстановке, и проявлением минеральных новообразований, отвечающих новым физико-химическим условиям. Вполне естественно, что наряду с качественными изменениями в минеральном составе исходных пород при переходе их в более или менее интенсивно метаморфизованные породы, происходят также и значительные количественные перемещения составляющих эти породы компонентов. Изучение особенностей и характера таких перемещений может оказать определенную помощь при выяснении ряда вопросов околорудного метасоматоза и, в частности, рудообразования.

Для выяснения примерного хода метасоматических процессов и суждения об изменении содержаний отдельных породообразующих компонентов в различных минеральных фациях метасоматических пород, в работе рассмотрено поведение SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O и K_2O , исходя из результатов подсчета привноса-выноса с учетом пористости (Наковник, 1958, 1964) 39 полных силикатных анализов метасоматических пород. Для сравнения химических составов измененных пород со свежими разностями были взяты сборные эталонные химические составы, полученные от усреднения 21 химического анализа сравнительно свежих кварцевых порфиров и андезитов. Рассмотрение баланса вещества при метасоматозе дано по различным фациям метасоматических пород в общем виде, не рассматривая отдельные разрезы, так как закономерности в поведении компонентов для

отдельных разрезов проявляют много общего между собой. Ввиду этого нами произведено усреднение содержаний и для химических анализов однотипных фаций разных разрезов, но при этом учитывался характер эдукта.

Наряду с главнейшими породообразующими компонентами, претерпевшими более или менее значительные количественные перемещения по ходу протекания метасоматических процессов, микроэлементы, входящие в кристаллографическую решетку породообразующих минералов (или реже, образующие свои собственные минералы), также должны проявлять некоторые различия в своем поведении при формировании отдельных минеральных фаций. С целью установления возможной вариации в содержаниях микроэлементов в измененных породах нами рассмотрен 52I спектральный полуколичественный анализ. Результаты анализов сгруппированы по Тандзутскому и Чибухлинскому рудным полям в зависимости от характера эдуктов по отдельным фациям пропилитов и вторичных кварцитов и выведены средние содержания 17 микроэлементов (Li, Be, Sr, Ba, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb, Ga, Zr, Y), встреченных наиболее полно во всех изученных нами типах метасоматитов.

Ввиду аналогичных и однозначных в подавляющем большинстве случаев колебаний в средних содержаниях микроэлементов в однотипных метасоматитах, сформированных по одинаковым исходным породам вне зависимости от того, расположены они в Тандзутском, нежели в Чибухлинском рудных полях, поведение микроэлементов в работе рассматривается в обобщенном виде, но для каждого эдукта в отдельности.

Глава УП. НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ И МЕСТО КОЛЧЕДАННОГО РУДНЕНИЯ В ЭВОЛЮЦИИ ПОСТВУЛКАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В этой главе вкратце приведена история развития взглядов относительно понятий "пропилит" и "вторичный кварцит" и наше отношение к ним, а также проведена аналогия между характером проявления активного и молодого вулканизма в Камчатско-Курильской зоне с одной стороны и формированием эоценовых вулканогенных образований в Баумском рудном районе — с другой. Послевулканическая газогидротермальная деятельность в исследуемом районе интенсифицируется в период формирования позднеэоценового кислого I6

экструзивно-вулканогенного комплекса и проявляется преимущественно вблизи вулканов, имеющих длительную историю развития с кальдерообразованием и мощными взрывами.

В области аппаратов вулканов или в области над магматическим очагом (Набоко, 1963) в сводовых поднятиях идет образование вторичных кварцитов с глубокой сменяющихся пропилитами, в развитии минеральных фаций которых наблюдается четкая вертикальная зональность.

В глубоких горизонтах встречаются эпидот-хлорит-альбитовые ассоциации с карбонатом, сверху сменяющиеся хлорит-карбонат-альбит-кварцевым парагенезисом с некоторым участием гипса. Выше альбит исчезает, уступая свое место гидрослюдам, причем по мере приближения к поверхности резко уменьшается роль карбонатов, увеличивается количества хлорита, гидрослюд и особенно, кварца. Выше по вертикали образуются преимущественно кварц-хлорит-гидрослюдистые метасоматиты с обильной пиритовой вкрапленностью. Фиксация Fe, Mg, K и Na вызывает некоторое уменьшение pH растворов, обладающих слабощелочной или нейтральной реакцией и образующих кварцево-гидрослюдистые породы.

1475
В близповерхностных условиях происходит смешивание глубинных гидротерм с вадозными водами и они обогащаются кислородом. Часть сероводорода, находящегося в растворах, окисляется и переходит в серную кислоту, вследствие чего увеличивается температура и резко понижается pH растворов. Ультракислые растворы интенсивно выщелачивают почти все породообразующие компоненты из окружающих пород и идет образование всей гаммы вторичных кварцитов, начиная от кварцево-пиррофилитовых и кончая монокварцитами. Процесс формирования вторичных кварцитов происходил при неравномерных, изменяющихся условиях pH, температуры и концентрации растворов, в обстановке приоткрытия одних трещин или ослабленных зон и закрытия других; по одним каналам гидротермы циркулировали в течение более или менее длительного времени и образовали нормальную метасоматическую колонку отдельных фаций, по другим же поступление растворов приостанавливалось и возобновлялось через некоторое время. В таких случаях мы наблюдаем образование несколько непривычного разрастания колонки и явлений телескопирования. Однако, вне зависимости от вышеперечисленных изменений условий, характер растворов оставался кислым. В процессе выщелачивания окружающих пород кислые растворы сильно обогащаются основаниями, происходит пони-



жении температуры и создаются условия для осаждения некоторой части растворенных компонентов. На некотором интервале процесса пиррофиллитизации основная масса выщелоченного и частично перемещенного железа выпадает из растворов в виде медковернистого колломорфного пирита (месторождение Тандзут). По Д.С. Коржинскому (1963) отложение серноколчеданных руд происходит на фронте нейтрализации и образует "зону обогащения перемещенными компонентами", на которую "...может наступать зона их повторного растворения под влиянием наступающих кислых растворов...". В нашем случае эта схема приобретает вид пиррофиллит - пирит - пиррофиллит.

Дальнейшая циркуляция нейтрализующихся растворов производит изменение пород с образованием кварцево-гидромусковитовых и кварцево-гидромусковито-хлоритовых метасоматитов, что обуславливает последующее изменение pH растворов в сторону их ошелачивания. Затухание волны кислотных компонентов создает благоприятные условия для осаждения сульфидов меди, цинка, свинца и др., сопровождающихся образованием гидрослид и отчасти, хлоритов, изучение характерных особенностей которых в некоторой степени позволяет объяснить вышеприведенный механизм рудообразования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В пределах Тандзутского и Чибухлинского рудных полей пользуются широким развитием рудоносные метасоматические формации пропилитов и вторичных кварцитов, расположенные среди регионально развитых зеленокаменно измененных пород среднеэоценовой вулканогенной толщи.

2. Продукты регионального зеленокаменного изменения, околорудной пропилитизации и вторичнокварцитообразования являются следствием единого, длительного, прерывисто-непрерывного поствулканического процесса, связанного с проявлением интенсивной газогидротермальной деятельности, следующей за формированием кислого экструживно-вулканогенного (субвулканического) комплекса в предорогенный этап развития Севано-Ширакской геосинклинальной зоны.

В отличие от регионально распространенных зеленокаменно измененных пород, в которых новообразования не обнаруживают четко выраженной тенденции к более или менее упорядоченному расположению в каком-либо направлении (кроме незначительного градиента изменения по вертикали), локально развитые околорудные пропилиты

представлены определенным комплексом закономерно переходящих друг в друга фаций, представляющих собой ореол относительно слабого выщелачивания, сформированный при затухании интенсивно протекающих в кислой среде процессов вторичнокварцитообразования.

3. В развитии минеральных фаций околорудных пропицитов и вторичных кварцитов в достаточно четком виде наблюдается как горизонтальная, так и вертикальная зональность. При переходе от зон наиболее сильного выщелачивания к слабо метаморфизованным породам, последовательность смены отдельных зон ни в горизонтальном, ни в вертикальном направлениях не претерпевает заметных изменений.

Изучение особенностей перехода между характерными минеральными фациями гидротермальных метасоматитов указывает на нередкое нарушение условий нормального развития инфильтрационной метасоматической колонки. Анализ данных метасоматических колонок позволяет утверждать, что литологический состав эдуктов (андезиты, липарито-дациты и их пирокластиты) почти не влияет на более или менее нормальное развитие зональности в распространении фаций метасоматитов.

4. Диаграммы химических потенциалов $H_2O - CO_2$ и $H_2O - SO_3$ многокомпонентных систем, построенные на основании физико-химического анализа парагенезисов минералов соответственно пропицитов и вторичных кварцитов, достаточно четко отображают геологические результаты и оказывают определенную помощь при более углубленном изучении минеральных ассоциаций.

5. Разбор баланса главных породообразующих компонентов при метасоматозе подтверждает положения о выносе почти всех щелочных и щелочноземельных элементов из зон наиболее интенсивной циркуляции гидротерм (где остаются лишь Si, Al, Ti и частично, Fe), с их накоплением в более внешних зонах ореола гипогенного выщелачивания.

Изучение поведения микроэлементов при развитии минеральных фаций гидротермальных метасоматитов отчетливо указывает на общую тенденцию их выноса из внешних зон пропицитов и почти всех фаций вторичных кварцитов, с более или менее значительным накоплением тех или иных микроэлементов преимущественно в метасоматитах кварцево-гидромусковитовой и хлорито-гидромусковитовой фаций.

6. Среди общих полей метасоматитов, содержащих гидрослюда, пиррофиллитизация и гидромусковитизация являются дополнительным по-

исковым критерием для выделения перспективных участков развития скрытого колчеданного оруденения (серноколчеданного, медного, полиметаллического).

7. Закономерное увеличение значений N_m хлоритов (увеличение железистости) по мере удаления от рудных тел является четким индикатором понижения температуры рудообразующих растворов и затухании процессов выщелачивания.

Изучение закономерностей вариации N_m хлоритов в околорудных пропилитах, наряду с прочими геологическими критериями, может служить надежным признаком для обнаружения скрытых рудных тел и основой для приблизительного установления их ориентировки.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Метасоматические образования на Тандзутском серноколчеданном месторождении. Изв. АН Арм. ССР, науки о Земле, 17, № 3-4, 1964.

2. О некоторых особенностях метасоматитов Тандзутского серноколчеданного месторождения. Материалы ко II конференции по околорудному метасоматизму, Ленинград, 1966.

3. К вариации среднего показателя преломления (N_m) хлоритов на некоторых колчеданных месторождениях Северной Армении. ДАН Арм. ССР, 46, № 5, 1968 (в соавторстве с Э. М. Налбандяном).

4. Об особенностях околорудных "серцитов" некоторых колчеданных месторождений Северной Армении. ДАН Арм. ССР, 47, № 2, 1968 (в соавторстве с Р. Г. Мхитаряном и Э. М. Налбандяном).

5. Об обнаружении структурной модификации $2M_2$ среди гидротермальных метасоматитов некоторых колчеданных месторождений Северной Армении. ДАН Арм. ССР, 49, № 1, 1969 (в соавторстве с Р. Г. Мхитаряном и Э. М. Налбандяном).

6. Некоторые соображения об условиях формирования гидротермальных метасоматитов и место колчеданного оруденения в эволюции поствулканических процессов (Базумский рудный район Северной Армении). Материалы к симпозиуму "Критерии рудоносности метасоматитов", Алма-Ата, 1969.

7. Некоторые особенности минеральных новообразований гидротермальных метасоматитов и их значение при поисках оруденения колчеданного типа (на примере месторождений северной части Армянской ССР). Материалы к симпозиуму "Критерии рудоносности метасоматитов", Алма-Ата, 1969 (в соавторстве с Э. М. Налбандяном).

Заказ 23

ВФ 03631

Тираж 150

Цех "Ромейор" Брестанского государственного университета, ул. Мравана № 1

1475