

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

М.А. ОГАНЕСЯН

МАГМАТИЧЕСКИЕ И МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ  
ПОРОДЫ АНКАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ  
(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 - 1971

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

М.А. ОГАНЕСЯН

МАГМАТИЧЕСКИЕ И МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ  
ПОРОДЫ АНКАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ  
(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 - 1971



1551

Ереванский государственный университет направляет Вам автореферат диссертации тов. М.А.Оганесяна на тему: "Магматические и метасоматические горные породы Анкадзорского рудного поля", представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Работа выполнена на кафедре петрографии Ленинградского горного института имени Г.В.Плеханова и в геологическом отделе Научно-исследовательского горно-металлургического института (НИГМИ).

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, профессор С.П.Соловьев.

Официальные оппоненты:

1. Доктор геолого-минералогических наук, профессор  
С.И.БАЛАСАНЯН
2. Кандидат геолого-минералогических наук, доцент  
А.И.АДАМЯН

Работа направлена на отзыв в Институт геологических наук Академии наук Армянской ССР.

Автореферат разослан " 15 " июня 1971 г.

Защита диссертации состоится 6 сентября 1971 г. на заседании Объединенного совета по присуждению ученых степеней 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.МНАЦАКАНЯН

Изучение общих закономерностей пространственной приуроченности гидротермальных месторождений к определенным фациям метасоматитов, а также выяснение физико-химических условий и последовательности процессов рудообразования, и связанного с ним, околорудного метасоматоза имеет существенное значение для выявления взаимосвязи процессов рудообразования и гидротермального изменения околорудных пород. Предлагаемая работа посвящена изучению некоторых вопросов указанной проблемы в пределах Анкадзорского рудного поля и представляет собой результат обобщающих исследований за 1966–1970 гг., проведенных автором сначала в период прохождения аспирантуры в Ленинградском горном институте, а позднее – работы в НИГМИ.

Анкадзорское рудное поле и, в частности, метасоматиты, распространенные в его пределах, до последнего времени оставались слабо изученными. В связи с острой дискуссией в литературе по проблеме генезиса колчеданных месторождений, исследование метасоматитов Анкадзорского рудного поля являлось важной и актуальной задачей, что и обусловило постановку специальной темы. В прошлом разрабатываемое и ныне доразведуемое Анкадзорское месторождение находится в стадии окончательной оценки. Поэтому данная работа может в определенной мере способствовать разрешению этой задачи.

Диссертационная работа написана на фактическом материале, лично собранном автором в полевой период. В процессе этих работ проведено детальное картирование и изучение метасоматитов Анкадзорского рудного поля, большое внимание уделено петрографическому, петрохимическому изучению вулканогенных и интрузивных пород рудного поля.

С целью более полной характеристики вмещающих пород, было произведено изучение их физико-механических свойств и сделана попытка характеристики первичных ореолов непосредственно на Анкадзорском месторождении.

В процессе камеральной обработки фактического материала было просмотрено более 1500 шлифов. В работе использованы полуколичественные спектральные анализы пород и руд, полные силикат-

ные анализы, а также рентгеноструктурные определения и термограммы минералов метасоматитов.

Автор выражает глубокую признательность сотрудникам кафедры петрографии Ленинградского Горного института В.А.Заварицкому, В.В.Доливо-Добровольскому, Т.В.Кировой, Э.Е.Федорову, Ю.Б.Марину, геологического отдела НИГМИ Б.С.Вартапетяну, Г.Е.Кочиняну, А.Г.Казаряну, Г.Г.Шехяну, С.У.Вартаняну, а также всем геологам Анкадзорской ГРП УГ СМ Арм.ССР за оказанную помощь и всестороннюю поддержку при выполнении настоящей работы.

Автор с особой признательностью выражает свою благодарность научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору С.П.Соловьеву за руководство и постоянную помощь.

## Глава I. КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗУМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Базумский рудный район, в пределах которого располагается Анкадзорское рудное поле, находится на севере Армянской ССР, охватывая с юго-востока бассейны р.р.Агстев и Памбак, а с северо-запада — р.р.Черная и Желтая.

Первые геологические сведения о Базумском рудном районе приводятся в работах Г.В.Абиха (1898). Детальные исследования рудного района начались только после установления Советской власти в Армении и продолжают до настоящего времени. Наиболее весомый вклад в познание особенностей геологического строения, структуры, стратиграфии, петрографии и металлогении района был внесен работами В.Н.Котляра, В.Г.Грушевого, К.Н.Паффенгольца, А.А.Габриеляна, А.Т.Асланяна, С.И.Баласаняна, Г.П.Багдасаряна, Б.С.Вартапетяна, К.А.Мкртчяна, О.А.Саркисяна.

На основании использования материалов указанных выше исследователей, в главе приведены краткие сведения о стратиграфии, тектонике, интрузивном магматизме и полезных ископаемых

Базумского рудного района.

## Глава II. ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД АНКАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

В геологическом разрезе Анкадзорского рудного поля выделены две свиты вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород среднеэоценового возраста: 1) сисимаданская 2) шакарджурская

Контакт между свитами тектонический. По данным Б.С. Вартапетяна (1965) и нашими данными, исследуемый район в структурном отношении представляет опрокинутую на северо-восток антиклинальную складку северо-западного простирания. В ядре антиклинали обнажаются породы сисимаданской свиты, юго-западное крыло почти полностью уничтожено при внедрении Каджерийского гранодиоритового массива, а северо-восточное крыло образовано вулканогенными породами шакарджурской свиты. В рудном поле широко проявлены разрывные нарушения: от крупных разломов до мелких тектонических трещин. Наибольший интерес из них представляет так называемый Анкадзорский надвиг или "Главный разлом", по которому породы сисимаданской свиты надвинуты на более молодые среднеэоценовые образования шакарджурской свиты.

### Сисимаданская свита

В составе этой свиты принимают участие преимущественно вулканогенные, реже вулканогенно-осадочные образования и весьма ограниченно распространенные известняки. Вулканогенные породы представлены в основном андезитовыми (обычно миндалекаменными) порфиритами (и их пирокластами) и, в меньшей степени, липаритовыми и липарито-дацитовыми порфирами, которые также сопровождаются своей обломочной фацией. Общая мощность образований сисимаданской свиты приблизительно 1000 м.

Андезитовые порфириты - зеленовато-серые или зеленые, ясно порфиновые породы, часто пронизанные пиритом. Порфиновые выделения представлены интенсивно измененным (серицитизированным, альбитизированным, реже карбонатизиро-

ваным) плагиоклазом (андезин-лабрадор, до лабрадора в ядре) и псевдоморфозами актинолита и хлорита по авгиту и хлорита с карбонатом по обыкновенной роговой обманке. Общее количество порфирировых выделений не превышает 30-35%. Широким распространением пользуются миндалекаменные разности, причем содержание миндалин в породе может достигать 30% объема породы. Миндалины обычно выполнены хлоритом и кварцем, нередко с зональным их чередованием. Основная масса порфиритов интенсивно хлоритизирована и карбонатизирована так, что гиалопилитовая структура основной массы угадывается лишь местами. Микротекстура пород массивная, реже флюидальная.

Андезитовые порфириты сопровождаются преимущественно мелкообломочными витрокристаллолитокластическими туфами, реже вулканическими брекчиями. Характерна значительно большая измененность этих пород в сравнении с андезитовыми порфиритами.

Л и п а р и т о в ы е и л и п а р и т о - д а ц и т о в ы е п о р ф и р ы - серые и зеленовато-серые породы массивной текстуры и порфирировой структуры. Порфирировые выделения представлены альбитизированным плагиоклазом (олигоклаз-андезин), калишпатом, реже кварцем и единичными выделениями диопсида (в липарито-дацитовых порфирах). Основная масса характеризуется фельзитовой, реже микрогранитовой структурой. Порфиры сопровождаются пепловыми, реже литокластическими туфами.

И з в е с т н я к и образуют отдельные изолированные выходы в долине р. Сисимадан. Это мелкозернистые породы с заметной глинистой примесью; нередко мраморизованы. В известняках обнаружены реликты фауны фораминифер. Иногда их количество так велико, что породы могут быть отнесены к органогенным фораминиферным известнякам.

### Шакарджурская свита

Состав эффузивов шакарджурской свиты характеризуется вариациями от андезитов до липарито-дацитов и липаритов. Среди лав преобладают породы андезито-дацитового состава, а широкласты имеют более кислый, преимущественно дацитовый и липарито-да-

цитовый состав.

Андезиты, андезито-дациты и липарито-дациты имеют отчетливую порфировую структуру и характеризуются практическим отсутствием каких-либо изменений. Порфировые выделения представлены зональным плагиоклазом (олигоклаз, андезин до андезин-лабрадора в ядре), авгитом и базальтической роговой обманкой, присутствующими во всех типах пород. В наиболее основных разностях к ним добавляется гиперстен, а в наиболее кислых - биотит (лепидомелан).

Основная масса этих пород характеризуется витрофировой, реже гиалопилитовой и пилотакситовой структурами, иногда перекристаллизованными и превращенными в фельзитовую или микропилитовую.

Липариты (фиолетовые лавы) образуют особый горизонт шакарджурской свиты, представлены весьма разнообразными по составу породами и характеризуются фиолетовой, сиреневой, красной и буровато-красной окраской и отчетливой флюидалностью.

### Петрохимические особенности вулкано- генных пород

Сисимаданская свита. Порфириты этой свиты имеют в основании своего разреза меланократовые базальтовые порфириты, относящиеся к классу насыщенных  $SiO_2$  и к группе умеренно богатых щелочами. Выше по разрезу они сменяются слабо пересыщенными  $SiO_2$  бедными щелочами базальтовыми порфиритами; еще выше следуют породы нормального ряда, состав которых варьирует от кварцевого базальта до андезита. Отличия всех указанных пород от средних типов по С.П.Соловьеву (1970) сводятся, главным образом, к обедненности их анортитовой известью, что обусловлено, в первую очередь, общей пропилитизацией пород сисимаданской свиты.

Кислые породы сисимаданской свиты относятся к классу пересыщенных и сильно пересыщенных  $SiO_2$ , к группе богатых щелочами и к ряду пересыщенных глиноземом пород по классификации А.Н.Заварицкого.

Ш а к а р д ж у р с к а я с в и т а . Все эффузивы шакарджурской свиты относятся к классу пересыщенных  $SiO_2$ , варьируя вверх по разрезу от группы бедных щелочами до группы богатых щелочами пород. Составы лав эволюционируют от меланократовых андезитов через андезиты к дацитам и липарито-дацитам. Выходится разрез шакарджурской свиты горизонтом фиолетовых лав, которые отвечают по составу липаритам и отличаются от среднего липарита, по С.П.Соловьеву, заметно повышенной щелочностью, пониженной известковистостью и более низким индексом кремнеземистости.

Геохимические исследования эффузивных пород показали, что однотипные породы сисимаданской свиты, по сравнению с породами шакарджурской, обладают заметно более высокими (выше кларка) содержаниями элементов группы железа и, в особенности, халькофильных элементов. Это может служить дополнительным критерием различия одноименных пород разных свит.

#### Интрузивные породы

Интрузивные породы Анкадзорского рудного поля представлены частью крупного Геджалинского массива гранитоидов, занимающего юго-западную часть района. На основании активного (ороговывание, окварцевание) контакта с вулканогенно-осадочными породами среднего эоцена и по радиологическим данным возраст интрузива считается послесреднеэоценовым. В строении массива принимают участие следующие породы: 1) главная интрузивная зона - биотит-роговообманковые гранодиориты и граниты (занимают центральную часть массива, слагая не менее 90% его площади); 2) эндоконтактовая зона - биотит-актинолитовые и пироксеновые гранодиориты и тоналиты (окаймляют породы главной зоны, образуя полосу шириной 50-200 м; переходы к породам главной зоны постепенные) и 3) жильные породы - мелкозернистые порфириовидные граниты и мелкозернистые аляскиты (немногочисленные крутопадающие дайки мощность не более 0,5 м).

В работе приведена детальная характеристика основных породообразующих минералов гранитоидов (плаггиоклаза, кварца, калишпата, амфиболов, биотита, пироксенов) и кратко описаны вторич-

ные (серицит, эпидот, кальцит, хлорит) и акцессорные (магнетит, апатит, циркон, турмалин, пирит, ильменит, рутил, сфен) минералы.

На петрохимической диаграмме А.Н.Заварицкого фигуративные точки химанализов пород массива занимают поле около среднего диорита и кварцевого диорита, по С.П.Соловьеву, варьируя по оси "в" от среднего гранодиорита до бескварцевого диорита, а по оси "а" почти до мондонита. Составы жильных пород практически совпадают со средним аляскидом, по С.П.Соловьеву, отличаясь несколько меньшей щелочностью. Породы эндоконтактной зоны обогащены анортитовой известью и обеднены щелочами (особенно калием). Геохимическая специфика интрузивных пород заключается в повышенных против кларка содержаниях  $Sc$ ,  $Co$ ,  $Ni$ ,  $Sr$  особенно в породах эндоконтактной зоны.

### Глава III. ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАСОМАТИТОВ АНКАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Анкадзорское рудное поле характеризуется широким развитием метаморфических образований, возникших за счет различных по составу пород сисимаданской свиты. Детальное исследование этих пород позволяет выделить: 1. контактово-метаморфические образования - роговики и скарны, 2. метасоматические породы - пропилиты и вторичные кварциты.

#### Роговики и скарны

Роговики образуются по вулканитам сисимаданской свиты в зоне экзоконтакта Геджалинского интрузива. Мощность роговикового ореола не превышает 30-35 м. Среди роговиков различаются гранат-пироксеновые, пироксеновые и эпидот-роговообманковые разновидности. Эпидот-роговообманковые роговики по мере удаления от интрузива постепенно переходят в эпидот-актинолитовые пропилиты. Переходы между указанными выше разновидностями роговиков также постепенные.

Скарны возникли по известнякам сисимаданской свиты в экзоконтактном ореоле Геджалинского массива, имеют весьма ограни-

ченное распространение и представлены гранат-эпидот-тремолитовыми разностями.

### Пропилиты и вторичные кварциты

Пропилиты пользуются в пределах Анкадзорского рудного поля широким площадным развитием и возникают по вулканитам сисимаданской свиты (преимущественно по андезитовым порфиритам). Среди пропилитов выделены две фации - актинолит-эпидотовая и пользующаяся более широким развитием - хлорит-карбонатная. Порода хлорит-карбонатной фации характеризуется не только большим площадным развитием, но и значительно (более 400 м) прослеживаются на глубину.

Вторичные кварциты возникли в основном по кислым породам сисимаданской свиты и, главным образом, приурочены к зоне нарушения, проходящей вдоль контакта гранодиоритового интрузива. Среди вторичных кварцитов различаются следующие минеральные фации: корундовая, андалузитовая, диаспоровая, монокварцевая, каолининовая и серицитовая. Высокоглиноземистые фации и монокварциты располагаются в непосредственном контакте с интрузивом, по мере удаления от него они закономерно сменяются каолининовыми и серицитовыми вторичными кварцитами. Последние через хлорит-серицитовые метасоматиты переходят, нередко довольно постепенно, в пропилиты.

**К о р у н д о в а я ф а ц и я .** Метасоматиты этой фации слагают тела неправильной формы, размером от 50 x 300 м до 300 x 800 м. Породы имеют порфиробластовую структуру, с лепидогранобластовой основной массой. Порфиробласты составляют не менее 20-30% объема породы и представлены изометричными зернами корунда. Основная масса образована преимущественно кварцем (60-70%) и серицитом (20%); почти всегда (в сумме не превышая 20% объема породы) присутствуют топаз, андалузит, диаспор, алунит, серицит, рутил и гематит.

**А н д а л у з и т о в а я ф а ц и я .** Породы этой фации имеют более широкое распространение, образуя вытянутые вдоль контакта (от 400 до 1100 м) узкие (50-200 м) тела мощностью до 200 м. Метасоматиты имеют гетеробластовую, гранобластовую, изред-

ка лепидогранобластовую структуру и образованы андалузитом (30-50%), кварцем (40-60%), серицитом (10-30%), нередко корундом (до 10%), диаспором (до 5%) и алунитом (до 5%). В заметных количествах (до 10-15%) в породе часто присутствуют пирит, рутил и гематит.

**Диаспоровая фация.** Диаспоровые кварциты в Анкадзорском рудном поле оконтурены лишь в двух относительно крупных (150-200 x 200 - 300 м) выходах. Породы имеют порфиروبластовую структуру с лепидобластовой основной массой. Порфиробласты образованы диаспором, обычно корродированным пиррофиллитом и занимают не менее 20-30% объема породы. Основная масса представлена диаспором (20-40%), пиррофиллитом (30-40%) и кварцем (40-50%). В виде примеси (до 10% в сумме) нередко присутствуют корунд, андалузит и алунит. Почти всегда отмечаются рутил и пирит (до 5%).

**Монокварцевая фация.** Монокварциты образуют продолговатые (600-1500 м), узкие (30-180 м) тела мощностью 50-100 м. Породы характеризуются преимущественно гранобластовой структурой и образованы, иногда, практически только кварцем, чаще с примесью серицита (до 10%), андалузита, корунда и алунита (до 3% в сумме), а также - рутила и гематита (до 10%).

**Каолинитовая фация.** Закартирован лишь один выход (150 x 600 м) пород этой фации. Метасоматиты характеризуются лепидогранобластовой (при наличии в породе до 40% каолинита), либо гранобластовой (при преобладании каолинита над кварцем) структурой. Породы сложены кварцем и каолинитом (в переменных количествах), в виде примеси отмечается алунит (до 15%), рутил и пирит (до 10%).

**Серицитовая фация.** Породы этой фации имеют широкое развитие, окаймляют высокоглиноземистые фации вторичных кварцитов и являются переходными к пропилитам. Мощность этих пород повсеместно больше мощности пород предыдущих фаций и местами достигает 500 м. Выделяются две субфации: серицитовая и хлорит-серицитовая. Серицитовые метасоматиты обнаруживают весьма разнообразные структуры - порфиروبластовую, лепидогранобластовую, бластопорфировую и образованы, в основном, кварцем и серицитом. Количество этих минералов варьирует в широких пре-

делах так, что породы в одних случаях приближаются к монокварцитами, а в других - к серицитолитам. В кварцево-серицитовых метасоматитах почти всегда присутствуют рутил, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит и другие сульфиды. Нередко в этих породах отмечаются реликты андалузита, диаспора, алунита, иногда, причем в небольших количествах, наблюдаются минералы фаций пропилитов - хлорит, альбит, карбонаты.

Хлорит-серицитовые метасоматиты образуют самую внешнюю зону ореола кислотного выщелачивания при формировании вторичных кварцитов. Породы характеризуются бластопорфировой либо порфиробластовой структурой с микролепидогранобластовой основной массой. Кроме основных минералов - хлорита (прохлорит), серицита и кварца - в породах отмечаются альбит (при формировании метасоматитов по андезитовым порфиритам), рутил и разные сульфиды.

Для суждения о химизме метасоматических процессов и поведении отдельных компонентов в ходе образования различных минеральных фаций пропилитов и вторичных кварцитов были проведены расчеты привноса-выноса вещества по методу Н.И.Наковника (1958-1964). Анализ полученных данных позволяет отметить, что при образовании пропилитов  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$  ведут себя аналогично в актинолит-эпидотовой (привнос) и различно (привнос  $Al_2O_3$  и вынос  $SiO_2$ ) в хлорит-серицитовой фации; их привнесенные и вынесенные количества незначительны (до 15%). При формировании актинолит-эпидотовых метасоматитов привносится некоторое количество  $CaO$ , а при переходе к хлорит-серицитовой фации  $CaO$  выносятся.  $MgO$  и  $FeO$  при переходе от неизмененных пород к метасоматитам проявляют общую тенденцию к привносу, а  $K_2O$  и  $Na_2O$  - к выносу.

Анализ баланса вещества при формировании фаций вторичных кварцитов по породам липарито-дацитового состава дает возможность отметить следующее. Поведение  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$  при образовании вторичных кварцитов одинаково (вынос) лишь при образовании сравнительно слабо измененных метасоматитов (до каолиновой фации); при интенсификации процессов кислотного выщелачивания они обычно проявляют противоположные тенденции.  $MgO$ ,  $FeO$ ,  $K_2O$  и  $Na_2O$  имеют общую тенденцию к выносу, лишь при формировании по-

род серицитовой фации наблюдается незначительный привнос первых трех компонентов.  $Fe_2O_3$  в тех или иных количествах выносятся из всех метасоматитов, за исключением пород монокварцевой и диаспоровой фаций.

Физико-химический анализ минеральных парагенезисов пропилитов и вторичных кварцитов

С целью установления относительных значений температуры ( $\mu H_2O$ ) и глубины ( $\mu CO_2$ ) формирования минеральных парагенезисов пропилитов по методике Д.С. Коржинского (1957) построена диаграмма  $\mu H_2O - \mu CO_2$  четырехкомпонентной  $-(Al, Fe)_2O_3 - (Mg, Fe)O - CaO - Na_2O$  шестифазовой (актинолит, эпидот, кальцит, альбит, хлорит, серицит) нонвариантной системы (рис. 1). Анализ диаграммы показывает, что трехминеральный парагенезис ак+эп+ка (поля I, V) характерен лишь для сравнительно высокотемпературных условий, в то время, как при более низких температурах он превращается в ассоциации ак+ка+хл и ка+аб+хл (поля II, III). Парагенезисы эп+аб+хл, эп+ка+хл (поля I, II) устойчивы при высоких температурах, при низких же они не могут существовать и переходят в ка+аб+хл, ка+аб+ср, аб+хл+ср (поле III). Для условий малых глубин возможны ассоциации ак+эп+ср, ак+хл+ср (поля I, V), которые при повышении давления (увеличение химического потенциала  $CO_2$ ) переходят в парагенезисы ак+ка+хл, эп+ка+хл, эп+аб+хл (поле II).

Для вторичных кварцитов исследована нонвариантная трехкомпонентная  $-Al_2O_3 - SiO_2 - K_2O$  пятифазовая (корунд, андалузит, диаспор, алунит, серицит) мультисистема и построена диаграмма химических потенциалов  $H_2O$  и  $SiO_2$  (рис. 2). Увеличение значения потенциала воды дает возможность предполагать об общем понижении температуры, а возрастание потенциала  $SiO_2$  указывает на повышение кислотности метаморфизирующих растворов. Из диаграммы видно, что корундсодержащие парагенезисы ко+ан+ал, ко+ан+ср, ко+ал+ср (поля III, IV) более высокотемпературны по сравнению с диаспорсодержащими - дс+ан+ср, дс+ан+ал, дс+ал+ср (поля I, II). Ассоциации ко+ан+ал, дс+ан+ал, ан+ал+ср (поля II, III) формируются в более кислых условиях минералообразования, а парагенезисы ко+ан+ср, дс+

+ан+ср и де+ал+ср (поля I, IV) образуются при низкой кислотности растворов.

## Глава IV. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД АНКАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Изучение физико-механических свойств важно не только для выявления пород, благоприятных для рудоотложения, но и может способствовать получению дополнительных критериев при расчленении метасоматических образований. В связи с этим нами были выполнены экспериментальные работы по количественной оценке объемного веса, эффективной пористости, свободного водонасыщения, упругих и прочностных свойств всех горных пород Анкадзорского рудного поля. Все исследования проводились автором по общепринятой методике (Беликов, Залесский, Розанов и др., 1964) в лаборатории сектора петрофизики НИГМИ под руководством С.У. Бартамяна. Анализ полученных данных позволяет сделать следующие основные выводы:

1) Несмотря на значительные вариации большинства физико-механических параметров почти во всех породах ( в том числе и в различных фациях метасоматитов) рудного поля, их средние, наиболее вероятные, значения достаточно отличны и позволяют использовать эти параметры при разделении пород разных свит и разных фаций.

2) Изменчивость физико-механических свойств пород Анкадзорского рудного поля обуславливала неравномерное распределение напряжений при тектонических движениях, что привело к появлению разнохарактерных дислокаций (крупные разломы, зоны дробления и т.д.) в различных участках рудного поля.

3) Изучение физико-механических свойств отдельных типов метасоматитов приводит к заключению, что значениями свойств, которые можно считать оптимальными для локализации колчеданного оруденения, характеризуются метасоматиты серицитово-фаци.

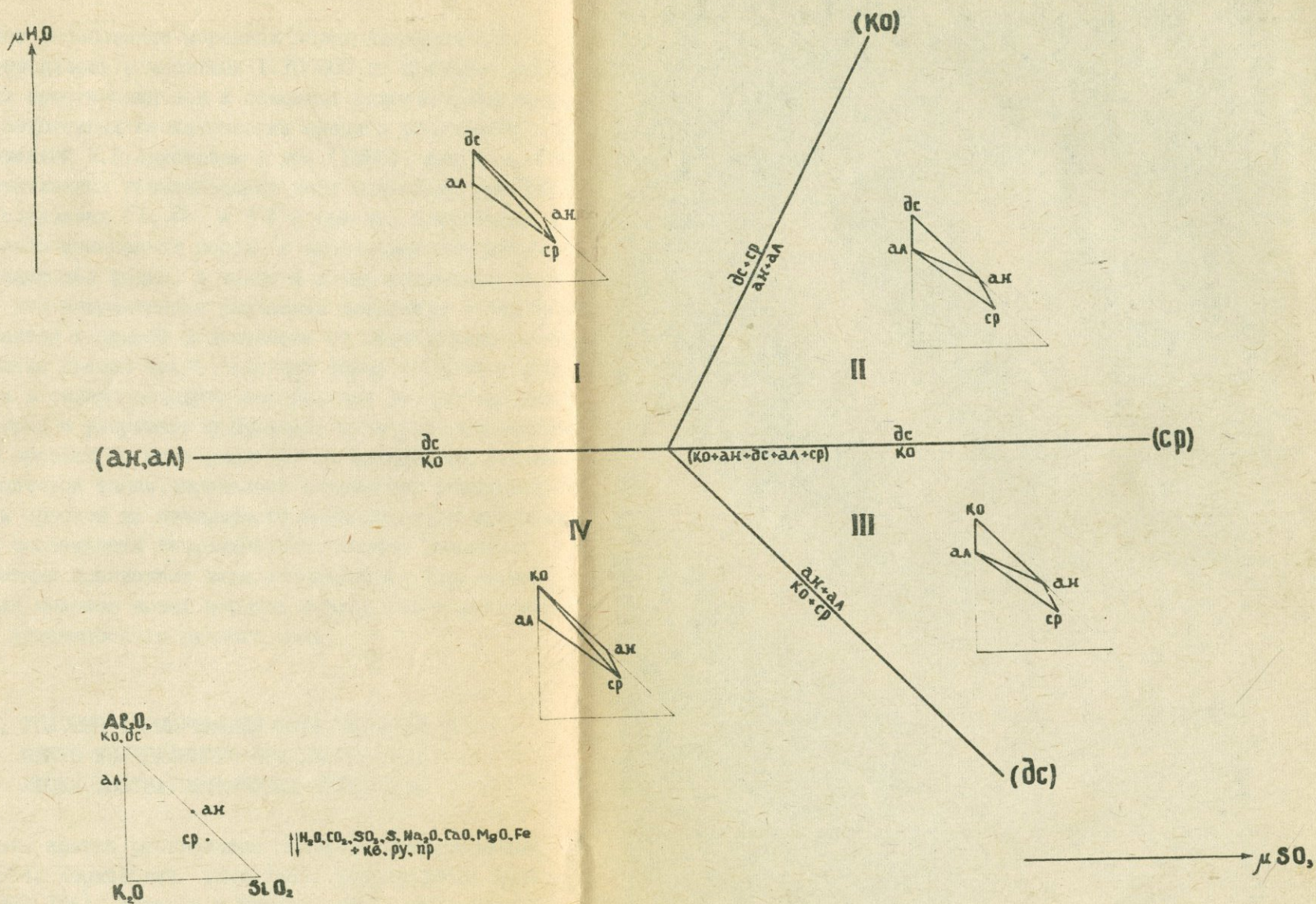


Рис.2 Диаграмма  $\mu H_2O - \mu SO_3$  минеральных парагенезисов вторичных кварцитов

## Глава У. ЭНДОГЕННЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ АНКАДЗОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Геохимическое опробование коренных пород Анкадзорского месторождения проводилось в масштабе 1:10 000 по профилям, ориентированным вкрест простираения зон и основных рудоконтролирующих структур. Карты эндогенных геохимических ореолов составлены по методике, предложенной В.В.Аристовым и др. (1968), для *Cu*, *Zn* и *Pb*. Анализ составленных геохимических карт позволяет отметить, что повышенные содержания *Cu*, *Zn* и *Pb* в ореолах приурочены к зонам гидротермально-измененных пород (с прожилково-вкрапленным оруденением) серицитовой фации, а также к зонам разрывных нарушений. Показано, что концентрация указанных элементов в эндогенных ореолах находится в прямой зависимости от эффективной пористости пород. В плане ореолы имеют овальную форму (30-100 x 800-1000м) и вытянуты в северо-западном направлении по простираению зон измененных пород и разрывных нарушений. Понижение концентраций *Cu*, *Zn* и *Pb* в ореолах, по мере удаления от оруденелых зон метасоматитов серицитовой фации, определяет отчетливую горизонтальную зональность ореолов на поверхности Анкадзорского месторождения. Указанные особенности геохимических ореолов позволяют считать их поисковыми признаками медноколчеданного оруденения и использовать для поисков новых скрытых рудных тел и месторождений в пределах Анкадзорского рудного поля.

## Глава УІ. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАСОМАТИТОВ И МЕСТО КОЛЧЕДАНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЭВО- ЛЮЦИИ ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В начале главы кратко рассмотрены основные представления (Наковник, 1948, 1954; Коржинский, 1948, 1955; Набоко, 1963; Власов и Васильевский, 1962, 1964; Логинов и Русинов, 1965, 1968; Озеров, 1933, 1944, 1945, 1946 и др.) о происхождении пропилитов и вторичных кварцитов, а затем проанализирована возможность их привлечения к объяснению образования различных метасоматитов Анкадзор-

ского рудного поля. В общих чертах последовательность и особенности их образования представляются следующим образом.

В среднеэоценовое время достигшее максимума прогибание Севано-Ширакской геосинклинальной зоны ( в состав которой входит Базумский рудный район) привело к формированию мощной толщи вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород. В этих условиях в пределах Анкадзорского рудного поля формируется сисимаданская свита андезитовых, липарито-дацитовых порфиритов и их пирокластов.

Образование пород этой свиты сопровождается повсеместным зеленокаменным преобразованием типа региональной пропилитизации, обязанным аутометаморфизму вулканитов в условиях подводных излияний. Пропилиты безрудны и являются лишь фоном, на который, в ряде случаев, наложены более поздние и интенсивно протекающие процессы формирования вторичных кварцитов.

По геологическому положению вторичные кварциты Анкадзорского рудного поля, тяготеющие к приконтактной полосе Каджерского интрузива гранитоидов, почти не имеют своих аналогов на территории Армянской ССР. На колчеданных месторождениях Кафан, Шамлуг, Ахтала, Тандзут, Чибухли и др., где вторичные кварциты пользуются исключительно широким развитием, обнаружены лишь сравнительно низкотемпературные фации вплоть до диаспоровой (Казарян, 1965; Ачикгезян, 1970; Налбандян, 1970). В Анкадзорском же рудном поле, помимо низко- и среднетемпературных, мы имеем дело также с высокотемпературными фациями вторичных кварцитов-корундовой и андалузитовой.

К наиболее ранним преобразованиям в период становления Каджерийского интрузива принадлежат контактово-метасоматические роговики, прерывистым ореолом развитые в приконтактной полосе интрузива. Их крайне слабое распространение и сохранение в виде "реликтов" свидетельствует об их замещении более поздними продуктами послемагматических гидротермальных процессов - вторичными кварцитами, в развитии минеральных фаций которых наблюдается более или менее четко выраженная зональность по отношению к контакту интрузива.

Подкисленные послемагматические растворы, содержащие летучие и рудные компоненты, подвергают сильному кислотному выщелачиванию

чиванию породы, расположенные в экзоконтактовой части интрузива. Почти все щелочноземельные и щелочные металлы удаляются и остаются лишь  $Si$ ,  $Al$ ,  $Fe$  и  $Ti$  которые, подвергаясь некоторой перегруппировке, формируют высокоглиноземистые минеральные фации - корундовую, андалузитовую, диаспоровую, а также монокварциты с алунином, рутилом, гематитом (гидроокислами железа) и пиритом.

По мере выщелачивания компонентов приконтактовых пород и формирования вышеперечисленных разновидностей вторичных кварцитов, pH растворов увеличивается, они теряют свои агрессивные качества и становятся относительно слабокислыми, затем нейтральными и даже слабощелочными. В этих условиях формируются каолинитовые, серицитовые и хлорит-серицитовые кварциты, которые следуют за внутренними, высокотемпературными фациями и постепенно переходят в пропилитизированные породы.

1351 При ощелачивании растворов, на стадии формирования серицитовых и, частично, хлорит-серицитовых метасоматитов, создается возможность осаждения полезного груза гидротерм, в результате чего и формируются развитые в Анкадзорском рудном поле разнотипные руды, находящиеся в тесной пространственной и генетической связи с кварц-серицитовыми и кварц-серицит-хлоритовыми гидротермально измененными породами.

## О С Н О В Н Ы Е В Ы В О Д Ы

Исследования, проведенные в пределах Анкадзорского рудного поля, позволяют сделать следующие основные выводы.

I. В Анкадзорском рудном поле нами выделяются две вулканогенно-осадочные свиты: нижняя - сисимаданская и верхняя - шакарджурская. Породы сисимаданской свиты имеют ярко выраженный палеотипный облик и являются рудовмещающими, а породы шакарджурской свиты - кайнотипные и не несут следов гидротермальных изменений и рудной минерализации.

Петрохимическое изучение вулканогенных пород, объединенных под названием андезитовых порфиритов (сисимаданская свита) выявило, что они представляют непрерывную серию пород от базальтов

до андезитов, перетерпевших пропилитизацию.

Исследование распределения элементов примесей в вулканических породах Анкадзорского рудного поля показало, что породы сисимаданской свиты по сравнению с породами аналогичного состава шакарджурской свиты обладают повышенными содержаниями элементов группы железа, халькофильных и малых петрогенных элементов. Это может служить дополнительным критерием различия одноименных пород.

2. Интрузивные породы района представлены гранодиоритами (и гранитами) Геджалинского массива. В контакте интрузива с вмещающими эффузивами сисимаданской свиты, появляется эндоконтактовая фация, сложенная пироксеновыми гранитоидами вместо роговообманковых в главной фации. Кристаллизация в эндоконтактовой фации пироксена вместо роговой обманки обусловлена удалением части летучих из магмы вдоль зоны дробления Анкадзорского разлома.

3. В Анкадзорском рудном поле выделяются следующие типы вторично-измененных пород, сформированные за счет образований сисимаданской свиты: роговики, скарны, пропилиты и вторичные кварциты. Роговики и скарны имеют незначительное развитие. Пропилиты имеют площадное распространение и образованы преимущественно за счет пород андезитового состава сисимаданской свиты. Формация пропилитов представлена актинолит-эпидотовой (относительно высокотемпературной и глубинной) и хлорит-карбонатовой фациями.

Вторичные кварциты формировались, в основном, по исходным породам кислого состава сисимаданской свиты и, главным образом, приурочены к зоне нарушения, протягивающейся вдоль контакта Геджалинского интрузива. Формация вторичных кварцитов характеризуется разнообразным комплексом фаций: корундовой, андалузитовой, диаспоровой, монокварцевой, каолинитовой и серицитовой. Высокоглиноземистые фации вторичных кварцитов и монокварциты расположены в контакте с интрузивом и, по мере удаления от него, сменяются каолинитовыми и серицитовыми кварцитами, которые в свою очередь переходят в пропилиты.

4. Анализ баланса вещества при формировании фаций пропилитов по породам андезитового состава указывает на су-

щественный привнос во всех фациях  $Ca$ ,  $FeO$  и  $MgO$  (и незначительный  $Al_2O_3$ ) и менее значительный вынос  $K_2O$ ,  $Na_2O$  и  $Fe_2O_3$ .

Поведение  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$  при образовании вторичных кварцитов одинаково (вынос) лишь при образовании слабо измененных метасоматитов (до каолиновой фации), при интенсификации процессов кислотного выщелачивания они обычно проявляют противоположные тенденции.  $MgO$ ,  $FeO$ ,  $K_2O$  и  $Na_2O$  имеют общую тенденцию к выносу, лишь при формировании вторичных кварцитов серицитовой фации наблюдается незначительный привнос первых трех элементов.

5. В результате физико-химического анализа минеральных парагенезисов гидротермальных метасоматитов с помощью качественных диаграмм состояния многокомпонентных систем, установлены относительные пределы значений температуры, давления и рН гидротермальных растворов, формирующих отдельные минеральные ассоциации пропилитов и вторичных кварцитов.

6. Изучение взаимоотношений колчеданного оруденения и гидротермально измененных пород показало, что рудные тела тесно сопряжены с метасоматитами серицитовой фации вторичных кварцитов, которые характеризуются оптимальными значениями физико-механических свойств (эффективная пористость, коэффициент водонасыщения и др.), благоприятствующими рудоотложению.

7. Поля развития вторичных кварцитов могут служить поисковым критерием для выявления перспективных участков развития колчеданного оруденения в Анкадзорском рудном поле. Проведение детального картирования и выделение фаций вторичных кварцитов, а также площадные геохимические исследования с выявлениями эндогенных ореолов  $Cu$ ,  $Zn$  и  $Pb$  позволяют еще более локализовать и уточнить местоположение перспективных на оруденение участков.

Выяснение закономерностей пространственного размещения отдельных фаций вторичных кварцитов имеет важное практическое значение еще и потому, что некоторые разновидности последних (в особенности андалузитовые и корундовые кварциты) являются нерудными полезными ископаемыми.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Петрографические особенности Базумского гранитоидного массива в пределах Анкадзорского рудного поля. Учен. зап. ЕрГУ, №1, 1970.
2. К петрографии и петрохимии вулканогенных пород Анкадзорского рудного поля (Армянская ССР). Изв. АН Арм. ССР, "Науки о земле", №1, 1971.
3. Метасоматиты Анкадзорского рудного поля. Изв. АН Арм. ССР "Науки о земле", №3, 1971.



---

ВФ 03833

Подписано к печати 2/У1-71 г.

Тираж 180 экз.

Заказ Л-8

Типография ЕрНИИММ

---

1351