

АКАДЕМИЯ НАУК
СССР

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ
СССР

ИНСТИТУТ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

На правах рукописи

Георгий Герасимович

МИРЗОЯН

**АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ
И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
РУДОВМЕЩАЮЩИХ МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
АЛАВЕРДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА
АРМЯНСКОЙ ССР**

*04.00.08 - петрография, литология
и минералогия*

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук



Москва - 1975

АКАДЕМИЯ НАУК
СССР

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ
СССР

ИНСТИТУТ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

На правах рукописи

Генрих Герасимович

МИРЗОЯН

**АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ
И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
РУДОВМЕЩАЮЩИХ МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
АЛАВЕРДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА
АРМЯНСКОЙ ССР**

*04.00.08 - петрография, литология
и минералогия*

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук**



Москва - 1975

1725

Работа выполнена в Институте геологических наук
Академии наук Армянской ССР (ИГН АН АрмССР)

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук М.Г. Руб
кандидат геолого-минералогических наук А.П. Калита

Официальная оппонирующая организация - Управле-
ние геологии Совета Министров Армянской ССР.

Автореферат разослан "5" ноября 1975 г.

Защита диссертации состоится "16" сентября 1975 г.
в "14" ч. на заседании минералого-геохимической
секции Ученого совета Института минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ).

Отзыв в двух экземплярах просим присылать по
адресу: Москва, ИИИ27, Садовническая наб., 71, ИМГРЭ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Института.

Ученый секретарь секции

(Э.Ф. Минцер)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

На фоне подробной изученности стратиграфии, магматизма и оруденения района особое значение приобретают целенаправленные исследования акцессорно-минералогической и геохимической специализации пород различных магматических комплексов Алавердского рудного района, призванные способствовать решению практически важных вопросов взаимосвязи колчеданного оруденения с конкретными проявлениями магматизма, более целенаправленному проведению прикладных геохимических исследований, более глубокому изучению вещественного состава изверженных горных пород. Этим задачам и посвящена предлагаемая работа, в которой рассмотрены некоторые вопросы геологии и магматизма Алавердского рудного района, даны характеристики акцессорных минералов и геохимии магматических пород с целью установления критериев и показателей возможной взаимосвязи с ними гидротермального оруденения.

Цель работы

В задачи настоящей работы входило:

1. Уточнение геологических взаимоотношений рудовмещающих магматических образований (разновозрастных вулканогенных пород по фациям, разновозрастных жильных и субвулканических образований).
2. Детальная геохимическая характеристика рассматриваемых образований и их геолого-петрографическое расчленение; изучение вариаций состава и содержаний микроэлементов в процессе эволюции магматизма с освещением вопросов геохимической специализации продуктов различных фаз и стадий развития вулканизма.
3. Изучение распределения видового состава акцессорных минералов, их состава, типоморфных особенностей с целью выявления критериев, отражающих условия формирования различных магматических образований, а также позволяющих использовать акцессорные минералы

как корреляционный признак.

4. Уточнение и детализация вопросов взаимосвязи магматизма и оруденения с учетом геолого-петрографических и минералого-геохимических данных.

Практическая ценность и апробация работы

Практические рекомендации по направлению дальнейших поисковых работ в Алавердском рудном районе, вытекающие из полевых наблюдений и обработки накопленного фактического материала, сводятся к следующему: наличие разновозрастных тел кварцевых дацитов, липарито-дацитов и пространственная приуроченность медноколчеданного оруденения в Алавердском рудном районе к субвулканическим или жерловым фациям разного возраста, наряду с другими геологическими факторами, может послужить поисковым признаком для обнаружения скрытых рудных тел колчеданного типа.

Учитывая особенности геологического строения, район между речья рр. Дебед и Агстев (между Алавердским и Карнутским рудными полями) следует считать перспективным для проведения поисковых работ. С целью выяснения приуроченности отдельных типов минерализации к определенным фациям вулканогенных пород, необходимо продолжить здесь более углубленное изучение вулканогенных образований с применением петрохимических, минералого-геохимических методов исследования, что в сочетании с изучением геологических факторов (рудоконтролирующие структуры, литологические горизонты) может способствовать обоснованию и направлению дальнейших поисковых работ.

Первоочередным объектом для поисков следует считать зону гидротермально измененных пород, местами содержащих густую вкрапленность пирита и халькопирита, прослеживающуюся вдоль северо-восточного контакта Шистапинского выхода субвулканической фации кварцевых дацитов на правом берегу р. Дебед, аксессуарно-минералогические особенности которых аналогичны таковым кошабердской свиты. Указанная зона далее фиксируется вдоль региональной структуры северо-западного простирания.

Практические рекомендации по направлению поисково-разведочных работ в районе между речья рр. Дебед и Агстев апробированы на Ученом совете Института, одобрены и переданы геологическим партиям Управления геологии СМ Арм.ССР; в настоящее время в районе проводятся геологические работы.

Публикации

По теме диссертации имеется 6 публикаций, четыре рукописные

работы, представлена докладная записка Управлению геологии Совета Министров Армянской ССР, сделан один доклад на конференции молодых научных сотрудников АН Армянской ССР.

Объем работы

Работа изложена на 150 страницах машинописного текста, с 94 таблицами и 58 иллюстрациями. Она состоит из введения, четырех глав, заключения. Список использованной литературы включает 252 наименования.

В В Е Д Е Н И Е

Предлагаемая работа посвящена исследованию акцессорно-минералогических и геохимических особенностей рудовмещающих вулканогенных пород Алавердского рудного района, являющегося одним из интересных районов Кавказа по особенностям геологического строения, магматизма и металлогении. Алавердский рудный район достаточно детально изучен в геологическом отношении; вопросы стратиграфии, тектоники, магматизма и металлогении освещены в работах В.Г. Грушевого, К.Н. Паффенгольца, В.Н. Котляра, А.Л. Додина, О.С. Степаняна, Н.Я. Монахова, П.Ф. Сопко, А.А. Габриеляна, И.Г. Магакьяна, С.С. Мкртчяна, А.Т. Асланяна, С.И. Баласаняна, Б.С. Вартапетяна, Э.А. Хачатуряна, Н.М. Чернышева, Г.А. Казаряна, Э.Г. Малхасяна, С.В. Казаряна, Н.Р. Азаряна, Р.Л. Мелконяна и других исследователей. Значительное число работ посвящено вопросам магматизма. Вместе с тем исследователи магматизма Алавердского района основной упор делали на изучение вопросов магматической геологии, формационного расчленения и петрологии интрузивных комплексов, а вулканогенные образования, играющие роль рудовмещающей среды, оказались изученными менее детально, что и обусловило постановку вопроса.

В 1965 году автору было поручено выполнение тематической работы по изучению акцессорно-минералогических и геохимических особенностей рудовмещающих магматических комплексов Алавердского рудного района.

Полевые исследования автора настоящей работы проведены в 1965-1971 гг., в процессе которых изучены разрезы юрских вулканических толщ, различные фации интрузивных, жильных и субвулканических образований района; особое внимание уделено контактам и взаимоотношениям как интрузивных, так и вулканических образований. Собран представительный материал для изучения минералогии и геохимии пород (около 2000 образцов, 200 минеральных проб). Все разности по-

род подвергнуты петрографическому исследованию, в процессе которого изучено более 800 шлифов. По материалам автора выполнялись различные виды аналитических работ в лабораториях ИГН АН Арм.ССР, НИГМИ, а также в центральных лабораториях союзных институтов (ИМГРЭ, ИГЕМ, МГУ и др.). Выполнено свыше 80 силикатных химических анализов пород, 740 химических определений меди, цинка, свинца, молибдена, серебра, селена, теллура, галлия, германия, фосфора, серы, хлора, никеля; количественно-спектральные определения меди в породах - 64 и в минералах - 109, количественно-спектральные определения серебра - 23 и цинка - 45 в минералах, редких земель в апатитах - 15, элементов группы железа в магнетитах - 110; приближенно-количественные спектральные анализы пород - свыше 1000, минералов - свыше 500; рентгенометрический анализ минералов - 34, рентгеноспектральный анализ магнетитов на TiO_2 , V_2O_5 , Cr_2O_3 ; MnO_2 - 30; определения возраста пород калий-аргоновым методом - 5.

Камеральная обработка фактического материала проводилась в Отделе рудных месторождений ИГН АН Арм.ССР и в лабораториях акцессорных минералов ИГЕМ, ИМГРЭ, МГУ.

Основная часть работы по обработке проб и изучению концентраций тяжелых минералов горных пород, подготовке их к анализам, отбор мономинеральных фракций выполнены автором.

Автор признателен академикам АН Армянской ССР И.Г.Магакьяну и С.С.Миртчану за постоянную помощь, ценные советы и указания в процессе выполнения работы.

В процессе работы автор постоянно пользовался ценными советами и консультациями зав.отделом рудных месторождений, профессора Э.А.Хачатуряна; докторов геолого-минералогических наук П.Ф.Сопко, Э.Г.Малхасяна; кандидатов геолого-минералогических наук Е.Б.Яковлевой, Н.Р.Азаряна, Г.А.Казаряна, Б.М.Меликсетяна, С.А.Паланджяна, В.О.Пароникяна и других.

Большое содействие в полевых работах автору было оказано сотрудниками Алавердской научно-исследовательской базы ИГН АН Арм.ССР (руководитель С.В.Казарян), геологами Ахталского и Шамлугского рудников К.А.Даниеляном, Г.А.Шаловасовым, А.С.Теряевым; геологами Шамлугской ГРЭ А.Е.Исаханяном, Л.Шахбатыном и другими.

При обработке многочисленных минеральных проб в минералогических лабораториях ИМГРЭ, ИГЕМ, МГУ большую помощь и содействие автору постоянно оказывали руководители этих лабораторий - доктор геолого-минералогических наук В.В.Ляхович, кандидат геолого-минер

логических наук К.К.Никитин, С.С.Борилянская, Н.Н.Батырева.

В обработке материалов непосредственное участие принимали сотрудники Отдела рудных месторождений и других отделов Института геологических наук АН Армянской ССР - С.Г.Арутюнян, А.Г.Гегамян, Н.А.Миронцева, А.М.Авакян.

Всем упомянутым товарищам, работникам аналитических лабораторий, а также многим другим лицам, оказавшим помощь в выполнении настоящей работы, автор приносит свою глубокую благодарность.

ГЛАВА I. КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Алавердский рудный район относится к области раннеальпийской (кimmerийской) складчатости и расположен в пределах Сомхето-Кафанской геотектонической зоны Малого Кавказа (по А.А.Габриеляну) Сомхето-Кафанская геотектоническая зона характеризуется наличием пологих брахискладчатых структур, в значительной степени осложненных разрывными нарушениями. Район исследования характеризуется широким развитием средне- и верхнеюрских вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований, подчиненную роль играют отложения верхнего мела, среднего эоцена и плиоцена-антропогена.

Стратиграфия

По данным А.Т.Асланяна (1949), Н.Р.Азаряна (1963) и других исследователей, стратиграфический разрез района следующий. В основании разреза залегают среднеюрские образования, среди которых выделены байосские и батские отложения. К байосу относятся (снизу вверх): дебедская свита (диабазовые и базальтовые порфиристы, сменяющиеся резко преобладающими андезитовыми порфиритами, с подчиненным развитием дацитовых разностей); кошабердская свита (вулканические брекчии среднего и кислого состава с подчиненной ролью андезитовых и дацитовых лав; широко развиты образования субвулканической, жерловой фаций, автоматические брекчии); шамлургская свита (андезиты, андезито-дациты, дациты и липарито-дациты); алавердская свита (известковистые, туфогенные и полимиктовые песчаники, с мало мощными потоками андезитов и дацитов). Батские отложения представлены шахтахтской свитой, сложенной базальтами, диабазами, андезитами, кварцевыми дацитами, их вулканическими брекчиями, туфами; они пластуется с угленосными песчаниками. Верхнеюрские отложения, залегающие на среднеюрских с угловым несогласием, представлены бугаркарской свитой келловей (конгломераты, песчаники с редкими потоками базальтов, андезитов, пачками и линзами туфов и вулканических

брекчий) и шулаверской свитой оксфорда (диабазы, андезиты, андезито-дациты, их лавобрекчии и туфы). Меловые отложения, трансгрессивно и с угловым несогласием залегающие на различных горизонтах юры, развиты по северной и восточной границам района; они представлены алевролитами, песчаниками и конгломератами сеномана, перекрытыми вулканогенно-осадочной толщей турона - нижнего сенона (базальты, долериты, андезито-базальты, дациты, липариты, пирокластические и осадочные образования). Отложения среднего эоцена локально развиты в районе г.Лалвар и представлены базальтами, диабазами, андезитами, их туфами и вулканическими брекчиями, сменяющимися выше дацитами, липарито-дацитами. Плиоцен-четвертичные образования представлены андезито-базальтовыми и долеритовыми потоками, аллювиально-делювиальными отложениями.

Тектоника

Исследуемый район расположен в пределах Алавердского антиклинория, в строении которого участвуют отложения нижеальпийского структурного яруса, подразделяющиеся на два подъяруса. Нижний подъярус сложен вулканогенными и туфоосадочными свитами байоса и бата, развитыми в ядре антиклинория; на крыльях его развиты породы верхнего подъяруса (келловейские и оксфордские свиты), залегающие трансгрессивно и с угловым несогласием на среднеюрском подъярусе. Внутри каждого подъяруса устанавливаются местные несогласия и перерывы между отдельными свитами.

Алавердский антиклинорий характеризуется брахиформной складчатостью и состоит из ряда брахиантиклиналей и синклиналей, кратко описанных в работе. Широко развиты дизъюнктивные нарушения, некоторые из них играют магмо- и рудоконтролирующую роль.

Интрузивные породы района представлены разновозрастными гранитоидами с подчиненным развитием более основных разновидностей. По данным Э.А.Хачатуряна, С.И.Баласаняна, Г.А.Казаряна, Р.Л.Мелконяна интрузивный магматизм формировался в течение нескольких тектономагматических циклов. Выделяются среднеюрский (Ахпатский массив), нижнемеловой (Кохобский и Банушский массивы), среднеэоценовый (Лалварский массив) интрузивные комплексы.

Краткие сведения о полезных ископаемых района

Алавердский рудный район характеризуется развитием многочисленных месторождений и рудопоявлений, главным образом колчеданного типа, в том числе промышленных медноколчеданных Шамлугского и Алавердского и барит-полиметаллического Ахтальского месторождений.

В северной части Алавердского антиклинория, в пределах изученной нами территории, И.Г.Магакьяном выделяется Кохбский рудный район, основное оруденение которого представлено скарновыми железорудными месторождениями Цакери-дош, Мисхана и др., расположенными в экзо- и эндоконтактах нижнемелового Кохбского гранитоидного массива. Согласно представлениям большинства исследователей, колчеданное оруденение формируется в конце среднеюрского цикла вулканизма, вслед за внедрением субвулканических образований преимущественно кислого состава. Существуют также представления о парагенетической связи колчеданной минерализации с мезозойскими или третичными гранитоидами.

Далее изложены представления автора о взаимоотношениях рудовмещающих свит и о месте колчеданного оруденения в истории геологического развития Алавердского рудного района, основанные на новых данных (геологических, петро- и геохимических, акцессорно-минералогических) и анализе литературного материала. Основное внимание уделено изучению байосских вулканогенных свит, вмещающих наиболее крупные и промышленно-ценные колчеданные месторождения - Ахталское, Шамлугское и Алавердское. Новые факты свидетельствуют о направленном развитии каждой из байосских вулканогенно-осадочных свит в процессе проявления самостоятельных стадий вулканизма; формирование дебедской, кошабердской и шамлугской свит имело гомодромный характер (с развитием вулканизма от основного к среднему и кислому) и завершилось внедрением секущих тел субвулканической или жерловой фаций. Приуроченность большинства месторождений и рудопроявлений к участкам развития субвулканических и жерловых образований свидетельствует о парагенетической связи колчеданного оруденения с очагами их формирования. При этом разновозрастность этих образований, их четкая приуроченность к завершающим фазам формирования каждой из рудовмещающих свит, а также наличие гальки оруденелых пород в конгломератах оснований дебедской, кошабердской и шамлугской свит позволяет предполагать рудоносный характер процессов формирования субвулканических и эруптивных образований каждой из трех стадий байосского вулканизма.

В работе рассмотрены вопросы геологического положения и возраста секущих тел липаритовых порфиров ("альбитофиров"). Полученные нами новые данные, а также результаты работ предыдущих исследователей позволяют рассматривать липаритовые порфиры как разновозрастные образования, среди которых могут быть выделены дебатские,

послеоксфордские (меловые) и верхнеэоценовые (впервые выявленные нами в урочищах Жанг и Корух, с абсолютным возрастом 42-46 млн. лет).

ГЛАВА П. КРАТКАЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ И ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Петрографический состав пород Алавердского рудного района разнообразен. В вулканических сериях преобладают андезиты, андезиты-дациты, липариты-дациты, их туфы и брекчии; сравнительно ограниченную роль играют базальты, андезиты-базальты. Широко развиты субвулканические фации кварцевых дацитов, липаритов-дацитов, липаритовых порфиров. Петрографическая и петрохимическая характеристика интрузивных пород Алавердского рудного района дана в работах С.И.Баласаяна, Г.А.Казаряна, Р.Л.Мелконяна и других исследователей. Нами уделено внимание рассмотрению петрографии и петрохимии пород Лалварского и Банушского массивов в связи с выявленными нами геохимическими и акцессорно-минералогическими различиями между ними. Породы Банушского и Лалварского массивов являются полифазными, полифациальными образованиями. Породы главной интрузивной фации указанных массивов представлены гранодиоритами, кварцевыми диоритами; в эндоконтактах небольшое развитие имеют диориты, габродиориты, габбро. Дополнительные интрузии сложены гранитами; жильно-магматические породы формировались в два этапа и представлены аплитами, пегматитами.

Основные данные петрографической характеристики магматических пород Алавердского района приведены в работе.

Петрохимическая характеристика байосских вулканогенных образований, разновозрастных липаритовых порфиров, интрузивных пород Лалварского и Банушского массивов основана на рассмотрении 200 полных силикатных анализов, из которых более 80 выполнено по материалам автора.

Петрохимическое изучение, основанное на анализе диаграмм, составленных по методу А.Н.Заварицкого, показало принадлежность всех байосских вулканогенных образований к известково-щелочной серии. Вместе с тем устанавливаются различия в степени дифференцированности продуктов разных стадий байосского вулканизма: наиболее разнообразным химизмом обладают породы дебедской свиты, в отличие от которых образования кошабердской и шамлугской свит характеризуются значительно меньшими вариациями составов при отчетливо выра-

женном относительном накоплении щелочей в более кислых фациях. Вместе с тем, наряду с индивидуальными чертами химизма каждой свиты, выявляется определенная направленность петрохимической эволюции в пределах всего байосского вулканизма в целом, выраженная в уменьшении роли основных дифференциатов от ранней стадии вулканизма (дебедская свита) к более поздним (кошабердская и шамлугская свиты) и увеличения значения кислых производных в этом же направлении. Другой характерной особенностью, объединяющей байосские вулканогенные породы, является их обедненность алюмосиликатной известью по сравнению с известково-щелочными сериями, выделенными А.Н.Заварицким.

Петрохимическое изучение разновозрастных липаритовых порфиров позволило наметить определенные различия в их химизме, выражающиеся в степени дифференциации, различиях в кремнекислотности и щелочности. Так, в среднем наиболее обогащены кремнеземом байосские липаритовые порфиры; послеоксфордские (меловые) образования характеризуются относительно большей дифференциацией химизма, с крайними значениями величин параметра "в" от 3 до 16. ореол фигуративных точек третичных липаритовых порфиров отчетливо индивидуализирован, они отличаются повышенными величинами параметра "а" и пониженными "с", что отражает альбитизированность плагиоклазов третичных липаритовых порфиров.

Удается выявить определенные петрохимические различия между гранитоидами Банушского и Лалварского массивов, выраженные в относительной обогащенности последних щелочами, а также в различном поведении величин коэффициента окисленности железа (по П.Ниггли), свидетельствующем о неодинаковых условиях кристаллизации Лалварского и Банушского интрузивов и, возможно, о различных глубинах их внедрения.

ГЛАВА III. АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ

Глава, посвященная акцессорным минералам, является основной в диссертационной работе и занимает две трети ее объема. В ней изложены результаты первого систематического исследования акцессорных минералов пород рудовмещающих вулканических комплексов Алавердского рудного района. Для сравнения приведены данные по акцессорным минералам Банушского и Лалварского гранитоидных массивов.

В основу главы положены результаты изучения 200 искусственных шлихов из магматических пород различных фаз и фаций. При отбо-

ре протолочных проб принята методика, предложенная В.В.Ляховичем (1966). Проведенные нами дополнительные методические исследования на пробах весом от 10 до 80 кг показали, что для эффузивных и субвулканических образований наиболее целесообразно использовать пробы весом 25-30 кг, что обеспечивает извлечение многих акцессорных минералов, необходимых для аналитических исследований (обеспечение необходимого для химических анализов количества акцессорных минералов требует увеличения веса пробы в 2-3 раза). Обработка проб велась по методике, предложенной В.В.Ляховичем и Д.А.Родионовым (1961), с некоторыми дополнениями автора. Экспериментально определено, что при трехкратной промывке пробы на концентрационном столе в шликсе сохраняется 35-45% исходного количества акцессорных минералов. Содержание акцессориев определялось путем подсчета кристаллов под бинокляром в "дорожке" из 500 зерен с учетом удельного веса и коэффициента потерь при промывке; последний был определен экспериментальным путем для данного концентрационного столика, при постоянных углах наклона, количестве подаваемой воды и амплитуде колебания деки столика, его среднее значение оказалось равным 2,5.

В породах различных фаз и фаций изученных магматических образований Алавердского района установлено свыше 80 минеральных видов и разновидностей. В работе приведена подробная характеристика акцессорных минералов, сгруппированных по элементному признаку, предложенному В.В.Ляховичем (1968). Согласно этой классификации все акцессорные минералы подразделены на следующие группы: минералы рудных элементов (железа, меди, свинца, цинка, титана, олова, вольфрама, молибдена, хрома, золота, серебра); минералы редких элементов; минералы циркония; кальциевые минералы; минералы алюминия; минералы бария; минералы бора; минералы углерода. Для большинства описанных минералов рассмотрены распространенность, морфология, окраска, химизм, рассмотрено изменение физических свойств и химизма наиболее распространенных акцессориев в породах различных фаз и фаций.

Среди описанных в диссертационной работе акцессорных минералов новыми для Алавердского рудного района являются иоцит, касситерит, чевкинит, давидит, торит, ураноторит, фергуссонит, франколит, бритоцит, ставролит, андалузит, самородное золото, серебро, олово, железо, медь, цинк, ольдгамит, шунгит, муассанит. При этом впервые в земном веществе обнаружен и диагностирован сульфид кальция - ольдгамит, а муассанит и шунгит впервые описаны для Армении.

Видовой состав и морфологические формы акцессорных минералов в исследуемых породах, в том числе и в вулканогенных образованиях, оказались весьма разнообразными. Среди акцессорных минералов выявлены минералы группы самородных элементов - 7, карбидов (муассанит), сульфидов и сульфосолей - II, галоидных соединений - I, окислов - 20, гидроксидов - I, кислородных солей - 4, сульфатов - 2, вольфрамов - 2, фосфатов - 5, силикатов - 28.

В работе с различной детальностью описаны следующие акцессорные минералы, выявленные в магматических породах Алавердского рудного района: магнетит, титаномагнетит, мушкетовит, магнетит по пириту, гематит, мартит, иоцит, иоцито-магнетит, самородное железо, пирит, лимонит, пирротин, марказит, ярозит, халькопирит, ковеллин, малахит, азурит, борнит, куприт, энаргит, самородная медь, галенит, самородный свинец, сфалерит, смитсонит, самородный цинк, ильменит, рутил, брукит, анатаз, сфен, лейкоксен, манганоильменит, касситерит, самородное олово, шеелит, вольфрамит, молибденит, хромшпикотит, хромит, самородное золото, самородное серебро, циркон, циртолит, малакон, ортит, ксенотим, монацит, чевкинит, давидит, фергюсонит, торит, ураноторит, апатит, ольдгамит, бритолит, франколит, группа эпидота, пумпеллит, флюорит, группа карбоната, волластонит, группа граната, андалузит, корунд, топаз, силлиманит, джюрмтьерит, ставролит, пренит, барит, данбурит, турмалин, муассанит, шунгит. Для некоторых минералов описаны разновидности различного происхождения (например, магматический и постмагматический сфен и т.д.).

По распространенности среди акцессорных минералов выделяются ведущие акцессорные минералы, широко развитые практически во всех типах изученных пород (магнетит, гематит, иоцит, пирит, лимонит, халькопирит, самородная медь, ильменит, апатит, лейкоксен, циркон, барит и др.), относительно широко распространенные (самородный цинк, рутил, сфен, флюорит, гранаты, юрунд, топаз, муассанит, шунгит, ольдгамит и др.), редко встречающиеся акцессории (мушкетовит, иоцито-магнетит, самородное железо, энаргит, галенит, сфалерит, смитсонит, брукит, касситерит, шеелит, вольфрамит, молибденит, самородные золото и серебро, ксенотим, монацит, чевкинит, данидит, фергюсонит, торит, ураноторит, данбурит, франколит, бритолит и др.).

Изучение концентратов тяжелых минералов из различных пород Алавердского рудного района показало, что некоторые акцессорные минералы по своему облику и другим физическим свойствам мало различаются в зависимости от типа материнских пород. С другой стороны,

выявлена "сквозная" ассоциация акцессорных минералов - циркон, апатит, магнетит, ильменит, пирит, изучение которых позволило выявить эволюцию их физических свойств и химизма на фоне направленного изменения геологических условий кристаллизации и химизма материнских пород. Эти минералы описаны наиболее детально, по отдельным типам пород, выделенных геологически.

Акцессорно-минералогическая характеристика исследуемых пород показывает существование определенных различий между продуктами отдельных стадий вулканизма, разновозрастными липаритовыми порфирами, а также породами Банушского и Лалварского массивов.

Для каждой стадии или возрастной группы во всех изученных разновидностях пород прослеживаются "маркирующие" акцессорные минералы, представленные в количествах от единичных знаков до нескольких десятков грамм на тонну, не встречающиеся вне выделенной разности. Так, в породах дебедской свиты встречаются минералы, которые не наблюдаются в других свитах - самородное железо, ярозит, борнит, куприт. В породах кошабердской свиты - мушкетовит, чечевицевидный гематит, титаномагнетит, мартит, марказит, циртолит, радиально-лучистый сфен, турмалин, актинолит, пренит. В породах шамлугской свиты - пирротин, энаргит, фергусонит.

Такая же акцессорно-минералогическая специализация отмечается в разновозрастных липаритовых порфирах и однотипных породах Банушского и Лалварского массивов. Так, в байосских липаритовых порфирах встречаются иоцит-магнетит, самородное железо, пирротин, ярозит, куприт, смитсонит, самородное золото, франколит, пумпеллит, шарики сфена, данбурит, псиломелан; в послеоксфордских - мушкетовит (магнетит по пириту), малахит, борнит, манганоильменит, шеелит, самородное серебро, торит, бритоцит, джуртьерит; в верхнеэоценовых - марказит, чевкинит. В породах Банушского массива встречаются иоцит-магнетит, гематит, самородная медь, галенит, сфалерит, анатаз, шеелит, молибденит, малакон, ортит, чевкинит, волластонит. В породах Лалварского массива - касситерит, монацит, брукит, мартит, ставролит.

Некоторое разнообразие видового состава акцессорных минералов свидетельствует об относительной обогащенности исходных магматических расплавов редкими и рассеянными элементами, летучими компонентами. В ходе кристаллизации магматических расплавов оставшиеся после насыщения порообразующих компонентов акцессорные химические элементы образовали самостоятельные акцессорные минералы.

В породах отдельных стадий юрского вулканизма, разновозрастных липаритовых порфирах, интрузивных породах Ванушского и Лалварского массивов отмечается ассоциация минералов, характеризующая их аксессуарно-минералогический облик - циркон-апатит-магнетит-ильменит-пирит. Однако изучение валового содержания, формы габитуса кристаллов, окраски, размера, кристаллографических и других особенностей указанных минералов выявляет их различные свойства в пределах каждой разновидности пород. Специализация пород отдельных стадий магматизма отчетливо выражена в различном соотношении аксессуариев. Так, содержание циркона, апатита увеличивается от пород дебедской свиты к породам кошабердской свиты, содержание магнетита, пирита, ильменита уменьшается от пород дебедской свиты к породам кошабердской и шамлугской свит. Вместе с тем, в пределах каждой свиты содержание их увеличивается от ранних образований к более поздним. Существенные различия отмечаются в содержаниях главных аксессуариев между разновозрастными липаритовыми порфирами, а также породами Ванушского и Лалварского массивов. В геологически различных группах пород четко устанавливается морфологическая индивидуализация некоторых ведущих аксессуарных минералов (цирконов, пиритов, апатитов). Так, для цирконов дебедской свиты характерны средне-длиннопризматические, округленные кристаллы с соотношением длины (l) к ширине (d), соответствующим 3:1, 4:1. Цирконы пород кошабердской свиты характеризуются мелкими зернами короткопризматических, игольчатых обликов (с l/d соответствующим 2:1, 3:1, редко 7:1, 10:1). Цирконы пород шамлугской свиты выделяются мелкозернистостью, вершины кристаллов которых образованы комбинациями нескольких пирамид [с l/d соответствующим 2:1, 3:1 и с гранями призм (110), (100) и бипирамид (111), (331) и (311)]. В липаритовых порфирах добатовского возраста цирконы характеризуются большим удлинением призм (до 10:1, 15:1, иногда 5:3, 9:3). Особое место занимают копьеобразно-ступенчатые, а также "Г" и "Т"-образные сростки кристаллов циркона. Цирконы меловых липаритовых порфиром сравнительно крупны по размерам, исключительным развитием пользуются скрученные, двойниковые, изогнутые и купольно-ступенчатые кристаллы с l/d соответствующим 1,5:1, 2:1, редко 4:1, 5:1 и с гранями призм (110), (100) и дипирамид (111), (221), (311), (331). Для цирконов липаритовых порфиром верхнего эоцена характерна мелкозернистость, короткопирамидальность с l/d соответствующим 1,5:1, 1:1, реже 7:1 и

с гранями призм (100) и пирамид (111). Существенные различия отмечаются в цирконах одноименных пород Ванушского и Лалварского массивов. Для первых характерны асимметрично-бипирамидальные, уплощенные и пластинчатые кристаллы. Цирконы Лалварского массива выделяются своей короткопризматичностью, крупнозернистостью, сложными кристаллографическими формами с l/a соответствующим 1,5:1, 2:1, 3:1, 2:2, 8:1 с гранями призм (110), редко (100) и бипирамид (111), (311), (331).

Апатиты пород дебедской свиты по отношению к апатитам пород кошабердской свиты отличаются крупнозернистостью, с размерами зерен 0,1-0,2 мм. Для апатитов пород шамлугской свиты характерны очень мелкие кристаллы, образованные острыми бипирамидами с размерами зерен 0,03-0,05 мм, с интенсивно развитыми гранями бипирамид (1121), где призма (1010) имеет подчиненное развитие. В разновозрастных липаритовых порфирах наблюдается увеличение размеров апатита от древних к молодым разностям. Для апатитов из пород Ванушского массива характерна длиннопризматичность с l/a соответствующим 3:1, 4:1, 8:1, 6:2, 8:2, со слабым развитием призмы (1010) и с интенсивно развитыми гранями бипирамид, а для апатитов из аналогичных пород Лалварского массива характерна короткопризматичность, практически отсутствие граней призм (1010) и сильное развитие граней пинакоида (0001).

Пириты пород дебедской свиты выделяются деформированностью, перемятостью своих кристаллов. В породах кошабердской свиты широким развитием пользуются кубические и октаэдрические кристаллы пирита. Часто на их гранях наблюдается интенсивная комбинационная штриховка в трех направлениях. На гранях кристаллов пирита пород шамлугской свиты отмечается интенсивная штриховка параллельно оси (001). Облик кристаллов пирита из липаритовых порфиров байосского возраста определяется преобладающим развитием кубических граней. Часто кубы сочетаются с неполностью развитыми гранями октаэдра, тетрагон-триоктаэдра. На гранях кристаллов пирита из гранодиоритов Лалварского интрузивного массива отмечается грубая пластинчато-ступенчатая, скульптурная, взаимоперпендикулярная штриховка. Обращает внимание деформированность указанных минералов в наиболее ранних магматических образованиях - породах дебедской свиты. Также отчетливо выражены изменения содержаний микроэлементов ряда ведущих аксессуариев (магнетит, пирит, циркон, апатит) в породах различных стадий и фаз магматизма. Так, содержание элемен-

тов группы железа в магнетитах уменьшается от пород эффузивных фаций к субвулканическим. Различным содержанием элементов группы железа характеризуются также магнетиты разновозрастных липаритовых порфиров, а также магнетиты гранодиоритов Ванушского и Лалварского массивов. Такие элементы, как W, Cr, As, Cd, Ga, Ge, In, Y, Yb, Sr, Ba, Be, B, Mo, Nb тесно связаны с пиритами пород вулканической серии и Ванушского интрузивного массива и отсутствуют в пиритах пород Лалварского интрузивного массива. И, наоборот, такие элементы, как Co, Bi, Zr концентрируются в пиритах из гранодиоритов Лалварского массива. Ряд элементов-примесей, в том числе Ag, Bi, Ge, Li, Be, B и др. установлены в цирконах гранодиоритов Ванушского массива и не обнаружены в таковых Лалварского интрузивного массива. Определенные различия в содержаниях ряда редкоземельных элементов наблюдаются в апатитах выделенных разновозрастных вулканических пород, липаритовых порфиров и гранодиоритов. Все эти данные позволяют выдвинуть некоторые особенности акцессориев (в частности, степень деформированности, морфологии, преобладающие кристаллографические черты, состав минералов) как дополнительные критерии при попытках корреляции отдельных проявлений магматизма.

Изучение акцессорных минералов показало, что большинство из них чувствительны к изменениям условий формирования пород.

Взаимоотношения ряда акцессориев свидетельствуют о несодновременном процессе их образования. Период выделения минералов был достаточно продолжительным, кристаллизация минералов протекала на протяжении всего периода кристаллизации породы. В зависимости от изменения физико-химических и термодинамических условий образовывались определенные акцессорные минералы. Одни и те же акцессории возникали повторно при кристаллизации ранних и более поздних магматических образований. К примеру, наблюдались включения апатита в пирите, цирконе в пирите, пирита в цирконе, магнетита в цирконе, биотита в цирконе, пирита в иоците, магнетита в апатите, пироксена в апатите, апатита в ильмените. На кристаллах циркона отмечалось нарастание кристаллов апатита, наблюдались идиоморфные кристаллы буровато-зеленого апатита в прозрачном апатите, обрастание прозрачного апатита магнетитом и гематитом и др. Некоторые генерации минералов (apatита, сфена, пирита и др.) образовались также и в результате постмагматических процессов. Показатели сложного, неоднократного процесса кристаллизации ряда акцессорных ми-

нералов могут служить также некоторые особенности морфологии, указывающие на неоднократно возобновлявшийся рост этих минералов. Так, некоторые признаки роста кристаллов циркона (зональность, признаки дорастания, нарастания, ступенчатые образования) свидетельствуют о прерывистости процесса кристаллизации, колебаниях температуры и химизма среды. Те же явления отражены в морфологии кристаллов пирита, апатита.

Некоторые физические свойства аксессуариев (габитус, форма, окраска и др.) и содержание ряда микроэлементов являются показателями условий кристаллизации - температуры, давления, химизма среды. Так, преобладание светлоокрашенных прозрачных цирконов призматического габитуса, кубических кристаллов пирита, длинно-призматических остропирамидальных кристаллов апатита в вулканогенных образованиях юры, липаритовых порфирах и интрузивных породах Ванушского массива свидетельствует об их кристаллизации в относительно более высокотемпературных условиях по сравнению с лаварскими гранитоидами, для которых характерны крупные темноокрашенные цирконы, короткопризматические, пинакоидальные апатиты, пентагондодекаэдрические кристаллы пирита.

ГЛАВА 1У. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Проведенное нами геохимическое исследование охватывает породы различных фаз и фаций вулканогенных свит средней и верхней юры, разновозрастные липаритовые порфиры, некоторые гранитоиды Адавердского рудного района. Геохимическая характеристика этих образований основана на изучении содержаний и распределения (по породам и минералам) лития, бериллия, стронция, бария, циркония, галлия, германия, иттрия, итербия, меди, цинка, свинца, титана, марганца, никеля, кобальта, хрома, ванадия, хлора, серы, фосфора. Используются результаты многочисленных химических, спектральных, рентгеноспектральных анализов пород и мономинеральных фракций. Пробы пород для анализов отбирались путем квартования из измельченного материала искусственных шлихов (с первоначальным весом 25-30 кг).

Геохимические особенности отдельных элементов в исследованных породах (и минералах) рассмотрены по группам, согласно геохимической классификации А.Н.Заварицкого; подробно рассмотрены малые петрогенные, редкие, металлогенные элементы, элементы групп железа, магматических эманаций.

Подавляющая часть редких элементов не образует собственных минералов и находится в породах исследуемого района в рассеянном состоянии. Среднее содержание элементов-примесей в рассматриваемых образованиях в основном близко к кларкам для соответствующих типов пород. Наблюдается лишь некоторое повышение или падение содержания отдельных групп элементов в конце каждой стадии вулканизма или возрастной группы.

Поведение элементов группы железа, таких как Ti , Mn , Ki , Co , V , Cr в породах отдельных стадий юрского вулканизма одинаково. Закономерно уменьшаются их средние содержания от пород эффузивной к породам субвулканической фации, а также от пород ранних стадий к поздним, что отражает их активное участие в процессах дифференциации магматического очага. Аналогичная картина наблюдается и для средних содержаний "мезитовых" (по Смолину, 1967) элементов - Sr , Ga , "коровый" характер которых очевиден, что может служить свидетельством относительно слабо проявленных процессов взаимодействия магм с силикатным веществом, показателем базальтового характера средних и кислых производных вулканизма.

В противоположность этому, намечается обогащение субвулканических фаций относительно эффузивных силикатными элементами Zr , Y , Yb , что находится в соответствии с более кислым составом субвулканических образований и отражает процессы дифференциации в вулканическом очаге.

Особый интерес представляет рассмотрение распределения в породах рудных элементов - Cu , Zn , Pb , а также Ge . Содержания указанных элементов также определяют определенную связь с их геохимическим характером. Так, средние содержания "базитовых" элементов - Cu , Zn имеют тенденцию некоторого понижения в направлении от ранних стадий байосского вулканизма к более поздним, тогда как содержание "сидитового" элемента Pb и "транзитного" Ge в том же направлении повышается. Аналогичное поведение меди наблюдается при переходе от пород эффузивной фации каждой стадии вулканизма к субвулканическим. С другой стороны, содержание цинка, свинца и германия в ряду эффузивные - субвулканические фации возрастает.

Геохимическое изучение разновозрастных липаритовых порфиров также выявило различия пород отдельных возрастных групп в отношении содержаний ряда элементов. Так, Ti , Mn , Ni , V , Cr ,

Zr , Sr , Ga , Ge в байосских породах обладают более низкими содержаниями по отношению к более молодым – послеоксфордским (меловым), которые в свою очередь оказываются завышенными по отношению к молодым – эоценовым липаритовым порфирам. Причем, пониженные содержания этих элементов в эоценовых липаритовых порфирах тем не менее остаются выше по отношению к древним – среднеюрским липаритовым порфирам, за исключением Zr , Ni , Cr , W , содержание которых ниже, чем содержание таковых в среднеюрских и меловых образованиях. Что касается Ba , Y , Yb , Be , то они проявляют обратную картину; в послеоксфордских липаритовых порфирах их содержания занижены, при более повышенных значениях в среднеюрских и палеогеновых, причем в последних чуть ниже, чем в древних – среднеюрских образованиях. Вариации же Cu и Zn показывают, что в более древних липаритовых порфирах их содержания по отношению к молодым образованиям повышены, постепенно понижаясь от меловых к эоценовым. Относительно инертны свинец и кобальт.

Таким образом, при эволюции вулканических очагов отдельных стадий байосского вулканизма, а также разновозрастных липаритовых порфиров геохимическое поведение меди, цинка и свинца, являющихся ведущими рудными элементами района, оказывается различным. Не устанавливается отчетливо выраженной геохимической специализации пород вулканогенных комплексов относительно отмеченных рудогенных элементов, что, однако, не может служить признаком отсутствия для них и металлогенической специализации, поскольку, как показали данные Р.Л.Мелкояна, подобной геохимической специализацией не обладают также и породы интрузивных комплексов исследуемого района.

Сравнительное рассмотрение геохимии пород Ванушского и Ладварского массивов позволило выявить существование некоторых различий между ними. Все рассматриваемые элементы, за исключением бериллия, проявляют неодинаковые содержания. Породы Ванушского массива относительно обогащены такими элементами, как Ti , Mn , Sr , Cu , Zr , Zn , Y , Yb , а в породах Ладварского массива значительно завышены содержания Pb , Ba , Ca , Cr , W , Ni , Li , Ca , Ge .

Указанные отчетливые различия в составе элементов-примесей пород различных массивов являются еще одним доводом в пользу их разновозрастности.

Проведенные исследования показали, что выделенные геологически различные группы родственных пород (отдельных стадий байос-

ского вулканизма, разновозрастные липаритовые порфиры, гранитоиды Банушского и Ладварского массивов) характеризуются определенной геохимической индивидуализацией, отражающей их становление в результате самостоятельных стадий (или этапов) магматического развития района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучение рудовмещающих байосских вулканогенно-осадочных образований Алавердского района, а также анализ литературных данных по их геологии и вещественному составу, свидетельствуют о формировании дебедской, кошабердской и шамлугской свит в течение трех самостоятельных стадий вулканизма, развитие каждой из них имело гомодромный характер и завершилось внедрением секущих тел субвулканической или жерловой фаций. Приуроченность большинства колчеданных месторождений и рудопроявлений к участкам развития последних свидетельствует о парагенетической связи колчеданного оруденения с очагами формирования субвулканических и эруптивных образований каждой из трех стадий байосского вулканизма.

Впервые установлено развитие, наряду с мезозойскими, также и третичных (верхнеэоценовых) секущих тел липаритовых порфиров, что позволяет наметить их три разновозрастные группы: байосские, верхнемеловые и верхнеэоценовые.

2. Петрохимические различия продуктов трех стадий байосского вулканизма выражены в различной степени дифференциации химизма их продуктов, при известково-щелочном характере вулканитов всех трех свит. Вместе с тем, существует определенная направленность байосского вулканизма в целом, выраженная в уменьшении роли основных дифференциатов от ранней стадии вулканизма (дебедская свита) к более поздним (кошабердская и шамлугская свиты) и увеличении значения кислых дифференциатов в том же направлении.

3. С петрохимическими особенностями вулканических образований байоса четко коррелируются основные черты их геохимии. От пород ранних стадий к поздним закономерно уменьшаются содержания ряда элементов группы железа, а также стронция и галлия. В пределах каждой стадии вулканизма породы субвулканических фаций также обеднены элементами группы железа и обогащены редкими элементами. В целом геохимическое исследование выявило существенную роль процессов дифференциации магматического очага, при относительно слабо прояв-

ленных ассимиляционных явлениях. Вместе с тем, изучение геохимии Cu , Zn , Pb , играющих ведущую роль в колчеданном оруденении района, показало отсутствие отчетливо выраженной геохимической специализации пород вулканогенных комплексов относительно главных рудогенных элементов, что, однако, не может служить признаком отсутствия для них и металлогенической специализации, поскольку, как показали исследования Р.Л.Мелконяна, подобной геохимической специализацией не обладают также и породы интрузивных комплексов Алавердского района.

Петро- и геохимические исследования позволили выявить определенные различия в химизме пород трех возрастных групп липаритовых порфиров, а также гранитоидов Ванушского и Далварского массивов.

4. Акцессорные минералы пород вулканогенных свит байоса, а также субвулканических образований, отличаются весьма разнообразным видовым составом. При этом содержания подавляющего количества акцессорных минералов незначительные (от единичных зерен до 10-20 г/т), за исключением некоторых широко распространенных акцессориев. В процессе исследования удалось выявить редко встречающиеся акцессории, как ольдгамит (впервые в земном веществе), муасанит, шунгит (впервые в породах Армении); ряд акцессориев впервые диагностирован для Алавердского рудного района. В целом магматические породы района обеднены редкоземельными, редкометалльными акцессориями, минералами радиоактивных элементов, что, по-видимому, отражает базальтоидное происхождение исследованных пород.

5. Изучение видового состава и содержаний акцессорных минералов, их химизма и физических свойств позволяет привлечь акцессории к рассмотрению и решению некоторых вопросов магматической геологии и петрогенезиса вулканогенных и интрузивных образований Алавердского района. В частности, полученные нами данные позволяют рассмотреть роль акцессорных минералов в определении специализации магматических пород района, использовать их как показатели эволюции магматических расплавов и условий их кристаллизации, а также показывают возможности применения акцессориев для корреляции некоторых магматических образований.

6. Косвенным свидетельством в пользу рудоносного характера вулканогенных свит байоса (а, возможно, и разновозрастных липаритовых порфиров) является более частое нахождение в них рудных акцессорных минералов (халькопирита, частично и галенита) по сравне-

нию с гранитоидами Ванушского и Лалварского массивов; последние отличаются также более низкими содержаниями указанных акцессориев.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Некоторые особенности субвулканических образований северной части Армянской ССР. - Тезисы докладов пятой Закавказской конференции молодых научных сотрудников геологических институтов Академии наук Армянской, Грузинской и Азербайджанской ССР. Изд. АН Азерб.ССР, Баку, 1964 г. (в соавторстве с К.М.Мурадяном).
2. Иоцит в плагиогранит-порфирах Алавердского рудного района. Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5, 1965 г.
3. О находке муассанита в магматических породах Северной Армении. ДАН Арм.ССР, № 2, 1971 г.
4. Некоторые вопросы геологии и рудоносности вулканогенно-осадочных образований Алавердского рудного района. Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 3, 1972 г.
5. Находка ольдгамита в изверженных породах. ДАН Арм.ССР, № 5, 1972 г.
6. Шунгит из магматических пород Алавердского рудного района. Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5, 1973 г.

Подписано к печати 7 мая 1975 г.
Т-08560. Заказ № 47 Тираж 150.
Ротапринт ИМГРЭ

1725