

*проф. В. С. Контсху-Дворни-
кову.*

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ АРМЯНСКОЙ ССР
ПО ВЫСШЕМУ И СРЕДНЕМУ СПЕЦИАЛЬНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Казаев Г. А.

С. И. БАЛАСАНЯН

**ИНТРУЗИВНЫЙ МАГМАТИЗМ
СОМХЕТО-КАФАНСКОЙ ЗОНЫ
(Малый Кавказ)**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ АРМЯНСКОЙ ССР
ПО ВЫСШЕМУ И СРЕДНЕМУ СПЕЦИАЛЬНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

С. И. БАЛАСАНЯН

2006

**ИНТРУЗИВНЫЙ МАГМАТИЗМ
СОМХЕТО-КАФАНСКОЙ ЗОНЫ
(Малый Кавказ)**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

МОСКВА—1962—ЕРЕВАН



ВВЕДЕНИЕ

Геология и металлогения Сомхето-Кафанской тектонической зоны Малого Кавказа детально освещены в работах многих исследователей. Однако изучения интрузивов армянской части зоны в целом оставались неполными и нуждающимися в серьезных дополнениях. Достаточно отметить, что специальных петрографических исследований в армянской части зоны почти не проводилось и в большинстве работ предыдущих геологов описание интрузивов давалось в общих чертах.

Предлагаемая работа имеет целью восполнить этот пробел. В ней впервые приведена полная петрологическая характеристика гранитоидов Сомхето-Кафанской зоны, освещены особенности развития магматизма в связи с ее геологической историей и сделана попытка установить генетическую связь эндогенного оруденения с магматическими образованиями.

На основании изучения акцессорных минералов около 200 искусственных шлихов и 2000 спектральных анализов в общих чертах выявлены геохимические особенности гранитоидов, жильных и контактово-измененных пород.

Для цельного представления об интрузивном магматизме области нами использован богатый материал азербайджанских и грузинских геологов.

В работе сжато изложены результаты многолетних исследований автора в области петрохимии магматических пород Армении и смежных районов Малого Кавказа.

Для рассмотрения ряда сложных вопросов петрогенезиса, а также с целью вскрытия отличительных черт проявления интрузивного магматизма Сомхето-Кафанской зоны кратко дана геолог-петрографическая характеристика интрузивных пород Армянской тектонической зоны на основании частью материала других геологов и частью личных исследований, выполненных в течение 1950—53 гг.

В период 1956—57 гг. автором проведены петрографические исследования слабо изученных древних интрузивов Армении и дополнительные наблюдения над третичными гранитоидами северо-западной части Армянской тектонической зоны.

На основании анализа имеющегося большого фактического материала вскрыты различия в минералогических, петрохимических и геохимических особенностях магматических пород Сомхето-Кафанской и Армянской тектонических зон Малого Кавказа.

Таким образом, предлагаемая работа по существу подводит итог двенадцатилетним систематическим геолого-петрографическим исследованиям автора и в известной мере представляет результат критического обобщения накопленного фактического материала по интрузивному магматизму двух зон Малого Кавказа.

Работа состоит из 709 страниц машинописного текста, содержит более 100 графических приложений (схематические геолого-петрографические карты, геологические разрезы, зарисовки, диаграммы, фото и др.) и список литературы, включающий 465 названий. К работе прилагаются три схематические геолого-петрографические карты районов развития интрузивов Сомхето-Кафанской зоны и схематическая геологическая карта Армении и смежных районов Малого Кавказа.

Работа состоит из четырех частей. В первой части после краткой характеристики Сомхето-Кафанской зоны, разбираются вопросы о связи интрузивов со структурой и возрастных расчленений гранитоидов. Вторая часть посвящена детальной геолого-петрографической и геохимической характеристике разновозрастных интрузивных комплексов Сомхето-Кафанской тектонической зоны. Третья часть содержит краткое описание разновременно образовавшихся интрузивных пород Армянской тектонической зоны. В четвертой части освещены отличительные химико-минералогические и геохимические признаки интрузивов Сомхето-Кафанской и Армянской тектонических зон Малого Кавказа, аутометаморфические и контактовые явления, а также вопрос о связи оруденения с магматизмом. Определенное место отведено выяснению особенностей

магматических явлений Армении в связи с ее общим ходом геотектонического развития. В ней разбирается и проблема происхождения гранитоидов на примере Малого Кавказа.

Работа венчается кратким заключением, в котором сформулированы некоторые общие выводы и намечены пути дальнейших исследований в области магматической петрографии Армении.

ИНТРУЗИВЫ СОМХЕТО-КАФАНСКОЙ ЗОНЫ

Малый Кавказ делится на две крупные тектонические зоны — Сомхето-Кафанскую и Армянскую, отличающиеся друг от друга по истории геологического развития и металлогении (И. Г. Магакьян, С. С. Мкртчян, А. А. Габрелян). Анализ имеющегося большого фактического материала показывает, что каждая из этих тектонических единиц характеризуется и определенными магматическими комплексами со своеобразными петрохимическими, минералогическими и геохимическими признаками, а также особенностями проявления магматических явлений.

Сомхето-Кафанская зона охватывает северо-восточные склоны Малого Кавказа и характеризуется более или менее однородным строением и пологой складчатостью. Субстрат ее представлен метаморфическими сланцами эопалеозоя, а покровный комплекс — вулканогенными и реже осадочными образованиями юры, верхнего мела, частично палеогена и неогена суммарной мощностью порядка 8 км.

В северо-западной части зоны выделяются субпараллельно расположенные и кулисообразно причленяющиеся друг к другу пологие структуры антикавказского простирания, которые несогласно перекрываются среднеэоценовыми отложениями. На юго-востоке также отмечается ряд субпараллельно расположенных пологих структур, имеющих, в отличие от первых, общекавказское направление.

В Сомхето-Кафанской зоне с северо-запада на юго-восток выделяются следующие обособленные друг от друга группы интрузивов: Алавердская, Шамшадинская, Кедабек-Дашкесанская, Мехманянская, Шальва-Лачинская, Южно-Карабах-

ская и Цавская. Из них наиболее крупными являются Алавердская, Шамшадинская и Кедабек-Дашкесанская. Остальные группы состоят из одного крупного массива и нескольких небольших по размерам сателлитов.

На северо-востоке зоны интрузивы преимущественно вытянуты в северо-восточном направлении, примерно в ее центральной части они становятся близширотными, а на юго-востоке приобретают северо-западное простирание. Это объясняется тем, что их внедрение контролируется тектоническими структурами, которые обнаруживают ту же закономерность в пространственном расположении внутри зоны.

В настоящее время возраст большинства гранитоидов по геологическим данным достаточно точно датируется, как мезозойский, что подтверждается также предварительными радиологическими определениями. Однако до сих пор некоторые исследователи продолжают придерживаться старого взгляда на третичный возраст всех интрузивов.

На основании имеющегося материала в Сомхето-Кафанской зоне можно выделить три разновозрастных интрузивных комплекса: 1) предверхнеюрский, 2) нижнемеловой (предсеиомаманский) и 3) верхнемеловой, что хорошо согласуется с данными по истории геологического развития зоны.

Эти комплексы формировались в результате сопряженных с соответственными орогеническими движениями вторжений кислой магмы в крупные антиклинории, в пределах которых внедрение магмы контролировалось локальными складчатыми структурами и сопровождавшимися их разрывными нарушениями.

К предверхнеюрскому комплексу относятся интрузивы Шамшадинской группы, а также Славянский и Гильанбирский массивы Кедабек-Дашкесанской группы. Они рвут верхнебайосские кислые эффузивы и имеют гальки в базальных конгломератах верхней юры (келловей), обнажающихся по р. Ахум. В базальных конгломератах обнаружены гальки пород всех фаз внедрения и дополнительных интрузивов Шамшадинской группы.

Примерно такие же данные получены азербайджанскими

геологами (Г. И. Керимов, Р. Н. Абдуллаев) относительно возраста Славянского и Гильанбирского интрузивов.

Верхнемеловой возраст имеют небольшой Учтапа-Кызылкаинский интрузив Кедабек-Дашкесанской группы (Р. Н. Абдуллаев) и предположительно Шальва-Лачинский массив. Они прорывают туронские отложения и обнаруживают большое сходство с мезозойскими кислыми гранитоидами.

Остальные интрузивы относятся к нижнемеловому (предсеноманскому) комплексу, что подтверждается и радиологическими определениями некоторых проб из пород Алавердской, Цавской и Кедабек-Дашкесанской групп. Они прорывают и изменяют отложения всех отделов юрской системы, имея гальки в базальных конгломератах сеномана. Кроме того, некоторые интрузивы непосредственно перекрываются сеноманскими отложениями с гальками интрузивных пород в основании.

В наших предыдущих работах показано большое сходство химизма, петрографического состава и комплекса акцессорных минералов интрузивных галек и предсеноманских гранитоидов зоны.

Заведомо третичный возраст имеет только небольшой интрузив восточнее г. Лалвар, который по своей геологической позиции тяготеет к Армянской тектонической зоне. Сторонники третичного возраста гранитоидов Сомхето-Кафанской зоны считают, что этот интрузив соединяется с Банушским массивом, образуя непрерывное ответвление. Наличие такого ответвления опровергается работами многих геологов. По нашим наблюдениям промежуток между двумя отмеченными интрузивами сложен юрскими эффузивами, прорванными габбровым телом.

Третичному возрасту Банушского массива противоречит и тот факт, что его породы секутся кварцевыми альбитофирами, гальки которых в изобилии встречаются в эоценовых и сеноманских базальных конгломератах.

Следует отметить, что мезозойский возраст гранитоидов Сомхето-Кафанской зоны доказывается и по следующим данным: 1) внедрение их контролируется складчатыми структурами, возникшими определенно до эоцена; 2) они обнаружи-

вают большое сходство петрохимических, минералогических и геохимических признаков с ассоциирующимися с ними мезозойскими кислыми эффузивами и резко отличаются от достоверных третичных интрузивов Армянской тектонической зоны.

Все имеющиеся геологические, металлогенические, петрографические и геохимические данные говорят о мезозойском возрасте гранитоидов Сомхето-Кафанской зоны.

Район проявления предверхнеюрского интрузивного магматизма характеризуется широким развитием продуктов вулканической деятельности юры, которым подчинены осадочные образования того же возраста. В геологическом строении принимают участие также эопалеозойские метаморфические сланцы и меловые отложения. Гранитоиды пространственно приурочены к верхнебайосским кварцевым плагиопорфирам, которые слагают значительную площадь в северо-западной части Сомхето-Кафанской зоны и являются опорным горизонтом для стратиграфического расчленения юрских отложений Малого Кавказа.

Предверхнеюрский интрузивный комплекс сформировался в три фазы. В первую фазу внедрились плагиограниты, которые размещаются в ядрах локальных антикавказских складок и отчасти в разрывных нарушениях. Они пользуются наибольшим распространением, слагая наиболее крупные массивы и сопровождающие их мелкие сателлиты. В зонах контактов с эффузивами основного состава среднего байосса наблюдается их постепенный переход в кварцевые диориты. Последние относятся к породам фации эндоконтактов, возникшим благодаря ассимиляции. На контакте с кварцевыми плагиопорфирами верхнего байосса в составе плагиогранитов никаких изменений не наблюдается, что объясняется их весьма близким химизмом. Фация сателлитов отличается от пород главной интрузивной фации более мелкозернистым строением и обычно несколько повышенной кислотностью.

В пределах плагиогранитов образовались трещины, по которым внедрились дополнительные интрузивы плагиогранит-порфиров. Они представлены мелкими штокообразными и дайкообразными телами, простирающимися обычно в северо-

западном направлении. Между породами первой фазы и плагиогранит-порфирами нередко возникали неотчетливо выраженные, порою постепенные контакты, благодаря широкому проявлению метасоматических процессов в связи с вторжением дополнительных интрузивов. Последние сохраняют основные черты петрографического состава пород первой фазы — повышенное содержание плагиоклаза и кварца. С другой стороны, они обладают некоторыми специфическими особенностями, заключающимися в более высоком содержании кварца, повышенной кислотности плагиоклаза и отсутствии роговой обманки. Кроме того, в количественно-минералогическом составе их констатируются незначительные вариации, что объясняется отсутствием видимых следов ассимиляции и гибридности.

Во вторую фазу внедрились порфириовидные плагиограниты, размещенные в ядрах антикавказских антиклинорий. Они местами постепенно переходят в плагиогранодиориты, которые не обнаруживают никакой связи с процессами ассимиляции. Однако на участках развития ксенолитов часто встречаются плагиогранодиориты и кварцевые диориты, возникшие вследствие ассимиляции кислой магмой вулканогенных пород основного состава. По петрографическому составу они тождественны породам фации эндоконтактов плагиогранитов (первая фаза).

После полной консолидации порфириовидных плагиогранитов образовались мелкие разрывные нарушения, по которым последовало вторжение аляскитовых гранитов. В них видимых следов явлений контаминации не обнаружены и, по всей вероятности, они представляют продукт кристаллизации исходной аляскитовой магмы.

Породы жильной фазы предверхнеюрского комплекса пользуются незначительным распространением и характеризуются небольшим разнообразием петрографического состава. Жильные образования первого этапа представлены плагиоаплитами, плагиоаплит-порфирами и аплитами. Первые из них приурочены к плагиогранитам (I фаза), вторые — к порфириовидным плагиогранитам (II фаза) и третьи — к аляскитовым гранитам (III фаза). Они повторяют детали петрогра-

фического состава, вмещающих их пород главной интрузивной фации, отличаясь от последних несколько повышенной кислотностью и в большинстве случаев отсутствием цветных минералов.

Такая причинная зависимость состава жильных образований от пород главной интрузивной фации, несомненно, свидетельствует об их тесной генетической связи. К жильным породам второго этапа относятся диорит-порфириды, которые значительно отходят от обнажающихся интрузивов (иногда более 2—3 км) и редко в виде единичных даек встречаются в породах первой и второй фаз. Подобных даек в аляскитовых гранитах не обнаружено.

Хотя диорит-порфириды по петрографическому составу значительно отличаются от интрузивов, но по некоторым петрохимическим и геохимическим признакам сходны с породами фации эндоконтактов первой и второй фаз.

Разнофазные гранитоиды и связанные с ними жильные породы предверхнеюрского комплекса характеризуются рядом отличительных и общих петрохимических, минералогических и геохимических особенностей.

Нижнемеловой интрузивный комплекс, размещенный среди юрских вулканогенно-осадочных отложений, формировался в результате многократных вторжений магмы в крупные антиклинории Сомхето-Кафанской зоны. В различных частях ее устанавливается от одной до нескольких интрузивных фаз, но более обычным является двухкратное внедрение магмы.

Становление гранитоидов имело место на небольших глубинах от поверхности земли, на что указывают структурные особенности интрузивных пород, обычно незначительный по масштабу прогрев магмы боковых пород и небольшая мощность вышележащих отложений.

В Алавердском антиклинории самые ранние инъекции магмы представлены мелкими телами габбро и кварцевых габбро-диоритов. Формирование наиболее крупных интрузивов кварцдиоритового состава имело место во вторую фазу, синхронную с максимальным напряжением орогенных движений. Следующий этап ознаменовался вторжением плагιοградииоритов и дополнительных интрузивов плагιοгранодиорит-

порфиров, а затем плагиигранитов и дополнительных интрузивов плагиигранит-порфиров. К последней фазе относятся граниты.

После формирования перечисленных пород внедрилась главная масса близповерхностных малых тел кварцевых альбитофиров.

Габброиды представлены узкими дайкообразными телами, вытянутыми в северо-восточном направлении. Помимо обычных габбро, встречаются порфировидные и полосатые разновидности. Кварцевые габбро-диориты образуют мелкие штокообразные и дайкоподобные интрузивы. По мере понижения местности в них устанавливается возрастание содержания цветных минералов, что объясняется более интенсивными процессами ассимиляции и гибридизма в глубоких частях магматических камер.

Кварцевые диориты пользуются наибольшим распространением и слагают наиболее крупный Кохбский массив, Чочканский, Цахкашатский и Ахталинский интрузивы.

Плагиигранодиориты слагают Банушский интрузив и небольшие сателлиты у сел. Качачкют. Во многих местах первый прорывается гранитами, вокруг которых плагиигранодиориты обогащаются кварцем и калиевым полевым шпатом, приобретая состав нормальных гранодиоритов и более кислых пород.

Плагииграниты в эндоконтактах интрузивов местами постепенно переходят в плагиигранодиориты. В огромном большинстве случаев они сильно автотоморфизованы, благодаря чему наблюдаются интенсивные реакционные явления между плагииоклазом и постмагматическим кварцем. В случае частичного замещения плагииоклаза кварцем в последнем остаются реликты первого с крайне неправильными контурами разъедания. При усилении реакционных явлений по краям кристаллов плагииоклаза образуются микропегматитовые участки, которые в дальнейшем распространяются в их центральные части. При далеко зашедшем реакционном процессе в плагиигранитах возникают неправильные и незакономерно распределенные гранофировые участки.

Граниты в виде небольших штокообразных выходов про-

рывают верхнеюрские отложения, плагиогранодиориты и кварцевые диориты. В них содержания главных породообразующих минералов подвергаются значительным колебаниям, хотя они не обнаруживают какой-либо связи с процессами ассимиляции.

Дополнительные интрузивы образуют мелкие штокообразные и дайкообразные тела, характеризуются мелкими размерами слагающих их компонентов и микропорфировидной структурой; по вещественному составу их породы сходны с гранитоидами главной интрузивной фации соответственных крупных массивов.

Цавская группа сформировалась благодаря двум последовательным фазам внедрения магм. Породы I фазы слагают сателлиты и центральную часть Цавского массива и характеризуются большим разнообразием петрографического состава. Породы II фазы представлены гранитами, окаймляющими гранитоиды I фазы. Они в виде мелких узких тел прорывают и изменяют также породы I фазы, включая в себя их довольно крупные ксенолиты. Полевые наблюдения и микроскопические исследования показывают, что исходная магма I фазы в результате интенсивной ассимиляции вмещающих эффузивов основного состава контаминировалась, давая породы от габбро до кварцсодержащих диоритов. Последние в период внедрения магмы II фазы подвергались новым изменениям, выразившимся в увеличении содержания кварца, калиевого полевого шпата и в преобразовании основных плагиоклазов в кислые вплоть до альбита. В конечном итоге возникла гамма пород от габбро до гранодиоритов, обнаруживающих склонность к щелочному ряду.

Кедабек-Дашкесанская группа тяготеет к крупному Шамхорскому пологому антиклинорию близширотного направления и размещается мреди тех же средне- и верхнеюрских отложений, что и Алавердские гранитоиды. В пределах антиклинория интрузивы преимущественно располагаются в ядрах локальных антиклинальных складок. Дашкесанский массив приурочен к тектоническому разлому, возникшему в осевой части синклинали. Интрузивные породы весьма сходны с таковыми Алавердской и Цавской групп. По наблюдениям М. А.

Кашкая и Г. И. Керимова они сформировались в две фазы: 1) ранней-габброидной и 2) поздней-гранитоидной.

Породы жильной фазы нижнемелового интрузивного комплекса характеризуются большим разнообразием петрографического состава. Жильные образования первого этапа представлены плагиоаплитами, графоаплитами, пегматитами, среднезернистыми гранитами и гранит-порфирами, а второго этапа — плагиоаплит-порфирами, микродиоритами, кварцевыми и бескварцевыми диорит-порфиритами и другими меланократовыми разновидностями. Первые из них контролируются мелкими локальными трещинами, в то время, как вторые пространственно тяготеют к системам более крупных трещин. Намечается определенная зависимость между составом жильных образований и интрузивов, что свидетельствует об их генетическом единстве. Жильные породы одинакового состава принадлежат к нескольким генерациям, что доказывается их непосредственными пересечениями, наблюдаемыми во многих местах. Жильные породы второго этапа образуют крупные дайки с отчетливо выраженными закаленными оторочками, локализованные преимущественно в гибридизированных гранитоидах ранних фаз. Подобных даек в гранитах нами не встречено. Они рвут интрузивные породы, включая в себя их оплавленные обломки. Такие дайки с ксенолитами вмещающих интрузивных пород отмечаются как в глубоко эродированных массивах, так и в их верхних горизонтах.

К верхнемеловому возрасту предположительно относятся Шальва-Лачинский массив и небольшой Учтапа-Кызылкаинский интрузив из Кедабек-Дашкесанской группы. Первый залегает среди юрских и верхнемеловых вулканогенно-осадочных отложений и представлен узким дайкообразным телом, приуроченным к ядру Лачинского антиклинория СЗ направления. Породы главной интрузивной фации представлены плагиогранитами, играющими резко преобладающую роль в строении массива. С центра к периферии они постепенно переходят в кварцевые диориты, относящиеся к породам фации эндоконтактов. Учтапа-Кызылкаинский интрузив, по данным Р. Н. Абдуллаева, был сформирован в две фазы. В I фазу внедрились гранодиориты, а в II фазу — граниты.

В диссертации дана детальная геолого-петрографическая и геохимическая характеристика разновозрастных интрузивных, жильных и контактово-измененных пород Сомхето-Кафанской зоны.

ИНТРУЗИВЫ АРМЯНСКОЙ ЗОНЫ

Армянская тектоническая зона характеризуется сложным геологическим строением и интенсивной складчатостью. От Сомхето-Кафанской зоны она отличается также мощным проявлением кайнозойского магматизма как в интрузивной, так и в эффузивной форме.

В пределах Армянской зоны выделяются дугообразно расположенные вытянутые складчатые структуры, имеющие преимущественно северо-западное простирание. Только на северо-западе они приобретают близкиротное направление.

Гранитоиды зоны образуют прерывистую дугообразную полосу общекавказского простирания. Отдельные группы и составляющие их интрузивные тела внутри полосы имеют такую же общекавказскую вытянутость, причем с юго-востока к северо-западу они меняют направление от северо-западного к почти широтному.

На основании имеющегося материала в Армянской зоне можно выделить три разновозрастных интрузивных комплекса: а) палеозойский, б) нижнемеловой, в) третичный.

Палеозойские интрузивные породы Армении локализованы в пределах метаморфического комплекса Арзаканского антиклинория и юга Армении. Среди них различаются следующие главные петрографические типы: 1) основные и ультраосновные породы, 2) гранитогнейсы, 3) кварцевые диориты, 4) плагиограниты.

Некоторые данные позволяют наиболее ранними считать основные и ультраосновные породы, затем гранитогнейсы и, наиболее поздними — плагиограниты. Первые пользуются значительным развитием, часто рассланцованы и местами постепенно переходят в роговообманковые сланцы. По наблюдениям К. Н. Паффенгольца и В. Н. Котляра они прорываются плагиогранитами.

Гранитогнейсы распространены у с. с. Арзакан и Курубогаз. Повсюду взаимоотношения с метаморфическими сланцами характеризуются постепенным переходом. Полевые наблюдения и микроскопические исследования приводят к выводу, что кислая магма инъецировала по плоскостям сланцеватости метаморфического комплекса, гранитизировала его, и в конечном итоге возникла интрузивная масса, сохраняющая в себе реликты сланцев в виде мелких пачек, ориентировка которых преимущественно соответствует первоначальной сланцеватости метаморфической толщи. Под микроскопом хорошо прослеживается образование гранитогнейсов и за счет мраморов. Микроскопические изучения образцов, взятых из различных пунктов экзоконтактовой зоны, показывают, что сначала мраморы только местами замещаются кварц-биотитовым агрегатом, затем количество кварца увеличивается и часть биотита замещается мусковитом. При дальнейшем усилении этого процесса содержание биотита резко понижается до полного исчезновения, но появляются полевые шпаты (преимущественно плагиоклаз). При далеко зашедшем процессе гранитизации мраморы превращаются в гранитоподобные породы с реликтами кальцита.

В своей центральной части Арзаканский интрузив представлен среднезернистыми гнейсовидными гранитами и гранодиоритами, включающими в себя много ксенолитов метаморфических сланцев, подвергнутых гранитизации. По периферии интрузивного тела отмеченные породы становятся мелкозернистыми и постепенно сменяются гнейсами, в которых резко уменьшается содержание калиевого полевого шпата до почти полного исчезновения.

Здесь целые участки гнейсов нередко замещены кварцевой массой с некоторой примесью не вполне сформировавшихся кристаллов кислого плагиоклаза. Недалеко от выходов гранитогнейсов метаморфические сланцы часто превращены во вторичные кварциты, сохраняющие первоначальную сланцеватую текстуру. В них амфибол полностью разложен и замещен агрегатом лимонитизированного магнетита и мусковита. Ксенолиты метаморфических сланцев, захваченных кислым расплавом, гранитизированы и местами превращены в

гранитоподобные породы, мало отличающиеся от гранито-гнейсов.

Кварцевые диориты слагают Агверанский интрузив. Они сходны с аналогичными породами мезозойского возраста Сомхето-Кафанской зоны, отличаясь наличием решетчатого микроклина, сильной катаклазированнойностью и отсутствием, характерных для мезозойских кварцевых диоритов, некоторых разновидностей пород жильной фазы.

Плагииграниты пользуются наибольшим развитием, образуя многочисленные неправильные тела крайне различных размеров, инъецированные в метаморфические сланцы Арзаканского антиклинория. Они часто образуют параллельно расположенные пластовые тела и мелкие секущие жилы, принадлежащие к нескольким генерациям. Плагииграниты внедрены по плоскостям сланцеватости метаморфических пород и иногда совместно с последними смяты в микроскладки. По всем данным инъеция их происходила в несколько приемов. Плагииграниты образовались из магматического расплава, хотя в связи с его вторжением большую роль играли так же процессы мигматизации и гранитизации. О широком проявлении этих явлений в Арзаканском метаморфическом комплексе отметили многие геологи. Более или менее крупные тела плагиигранитов содержат ксенолиты метаморфических сланцев, подверженных интенсивной гранитизации. В эндоконтактах интрузивов наблюдается смена плагиигранитов гибридными плагиигранодиоритами. Однако местами плагииграниты постепенно переходят в плагиигранодиориты, которые не обнаруживают видимой связи с процессами ассимиляции. Такие плагиигранодиориты отличаются от аналогичных пород гибридного происхождения резко пониженным содержанием цветных минералов и более крупными размерами слагающих их минералов.

В юго-восточной части Армянской зоны по р. Малев известен небольшой интрузив гнейсовидных плагиигранитов. В центральной части его породы среднезернистые лейкократовые, которые в краевых частях постепенно сменяются мелкозернистыми, темносерыми плагиигранодиоритами. Последние относятся к породам фации эндоконтактов и отличаются вы-

соким содержанием цветных минералов и повышенной основностью плагиоклаза.

Породы жильной фазы палеозойского интрузивного комплекса представлены микроклиновыми аляскитами, плагиоанлитами, пегматитами, микродиоритами и кварцевыми диорит-порфиритами. Последние два типа, относящиеся к второму этапу жильной фазы, тяготеют к кварцевым диоритам. Остальные типы принадлежат к первому этапу жильных образований. Из них аляскиты связаны с гранитогнейсами, плагиоанлиты — с плагиогранитами, а анлиты и пегматиты — с кварцевыми диоритами.

Нижнемеловой возраст имеет Спитакский интрузив, который по петрографическому составу и жильному комплексу весьма сходен с Кохбским массивом Сомхето-Кафанской зоны, нижнемеловой возраст которого определяется более обособленно.

Третичный интрузивный комплекс пользуется наибольшим площадным развитием. В состав его входят Памбако-Базумская, Баргушатская, Айоцзорекая группы, Мегринский плутон и Далидагский массив на территории Азербайджана.

Интрузивы Памбако-Базумской группы располагаются в мощной эоценовой вулканогенной толще, сложенной от основных вплоть до кислых и щелочных эффузивов. Согласно новым данным О. А. Саркисяна по времени формирования они размещаются в интервале времени между средним эоценом и олигоценом, причем устанавливается значительный перерыв между внедрениями гранитоидов и щелочных пород. Об этом было впервые отмечено В. Н. Котляром, а затем автором на том основании, что Бундукский щелочной интрузив прорывает базальные конгломераты эоцена, содержащие гальки гранитоидов Базумского хребта.

По данным В. Н. Котляра, Г. П. Багдасаряна и автора группа сформировалась в следующей последовательности:

1. габброиды, 2. гранитоиды, 3. порфирированные граниты, 4. щелочные породы.

Габброиды образуют Лермонтовский и Мегрутский интрузивы. Первый из них имеет концентрическое строение, причем ближе к его центру небольшой полосой располагают



ся шаровые габбро, по периферии — мелкозернистые, а между ними — крупнозернистые габбро-широксениты. Шаровые габбро темносерые породы с отчетливо выделяющимися овоидами, заключенными в мелкозернистой основной массе. Размеры овоидов колеблются от 1,5 до 20 см при среднем размере 3—4 см; обычно они состоят из темного ядра и двух разноцветных концентрических зон, в которых минералы имеют радиально-лучистое расположение. Сравнительно редко встречаются многозональные овоиды с чередующимися концентрическими разноцветными зонами, мощность которых от центра к периферии заметно уменьшается.

Гранитоиды пользуются наибольшим площадным распространением. В контактовых частях крупных массивов иногда наблюдается широкая зона интрузивных брекчий и небулитов, прослеживающаяся на протяжении нескольких километров.

В строении гранитоидных интрузивов принимают участие габбро, диориты, кварцевые диориты сиенито-диориты, монцодиориты, тоналиты, монзониты (кварцевые и бескварцевые), гранодиориты, граниты и целый ряд промежуточных типов между ними. Все они связаны между собой постепенными взаимопереходами. Из них граниты и гранодиориты относятся к породам главной интрузивной фации, а остальные — к породам фации эндоконтактов. Последние возникли благодаря усиленным процессам ассимиляции кислой магмой пород вулканогенной толщи эоцена.

Несколько позже гранитоидов имело место вторжение дополнительного интрузива кварцевых монцонитов, которые по внешнему облику и петрографическим деталям почти неразличимы от пород собственно интрузивной фазы.

Порфиоровидные граниты слагают крупный Гильютский массив и небольшое фиолетовское дайкообразное тело. В эндоконтактах местами отмечается их переход в среднезернистые гранодиориты, лишенные полевошпатовых вкрапленников. При понижении содержания кварца порфиоровидные граниты отклоняются в сторону граносиенитов. В краевых зонах интрузивов совместно с кварцем нередко убывает количество калиевого полевого шпата и породы сменяются гранодиори-

тами. Последние и граносиениты имеют гибридное происхождение и относятся к породам фации эндоконтактов.

Щелочные породы впервые выявлены В. Н. Котляром. Они образуют наиболее крупный Тежсарский массив и более мелкие тела в пределах Памбакского и Базумского хребтов. Детальная петрографическая характеристика их дана в работах В. Н. Котляра, Г. П. Багдасаряна и автора.

Мегринский плутон размещается среди вулканогенно-осадочных отложений палеозоя, верхнего мела и среднего эоцена. Одни исследователи приписывают ему нижнемиоценовый возраст, а другие — верхнеэоценовый. По предварительным радиологическим определениям внедрение его произошло в верхнем эоцене и среднем олигоцене. В строении Мегринского плутона участвуют почти все разновидности щелочноземельного ряда от ультраосновных вплоть до кислых и щелочных пород, весьма сходных с соответственными породами предыдущих групп. До сего времени среди геологов нет единого мнения относительно возрастного расчленения слагающих его пород. По данным одних исследователей плутон сформировался в результате трех фаз внедрения, а согласно другим — в пять фаз. На основании проведенных за последнее время минералого-геохимических исследований Б. М. Меликсетян наиболее обоснованным считает выделение трех интрузивных фаз: 1) монцонитовой, 2) грано-сиенитовой и 3) гранитовой. Внутри каждой фазы им выделяются также дополнительные интрузивы.

Большинство геологов интрузивы Баргушатской и Айоцзорской групп справедливо параллелизуют с Мегринским плутоном, поскольку слагающие их породы обнаруживают многие общие черты петрографии. Далидагский массив весьма сходен с третичными кислыми интрузивами Армянской тектонической зоны. Особенно необходимо отметить о калийном характере его пород, что сближает их с гранитоидами Памбако-Базумской группы.

Жильные породы третичных гранитоидов пользуются широким развитием и характеризуются значительным разнообразием петрографического состава. Среди них выделяются как лейкократовые кислые, так и меланократовые основные

типы, отличающиеся друг от друга по времени образования. Первые, представленные аплитами, жильными гранитами, пегматитами, гранит-порфирами и гранодиорит-порфирами, тесно приурочены к интрузивам, их экзоконтактовым зонам и относятся к жильным породам первого этапа. Они обладают почти теми же петрохимическими особенностями, что и кислые гранитоиды главной интрузивной фации. Авлиты и пегматиты связаны между собой постепенными переходами и являются примерно одновременными. Они локализованы преимущественно в приконтактовых зонах массивов, приурочиваясь к мелким трещинам различного направления. Некоторые крупные аплитовые жилы гранитоидов Базумского хребта, пересекающие габброиды, в результате ассимиляции основного материала приобрели состав плагиоаплитов.

Жильные образования меланократовой серии возникли после вышеперечисленных пород и относятся к жильной фазе второго этапа. Среди них различаются диорит-порфириты, кварцевые диорит-порфириты, микродиориты, габбро-порфириты, реже микрогаббро. Они образуют довольно крупные дайки, встречающиеся не только в интрузивах, но и в значительном от них удалении.

Жильные образования щелочных пород представлены нефелиновыми и щелочными сиенит-порфирами, бостонитами и пегматитами.

В диссертации дана краткая геолого-петрографическая характеристика разновозрастных интрузивных, жильных и контактово-измененных пород Армянской зоны.

ОСОБЕННОСТИ ПЕТРОГРАФИИ, ГЕОХИМИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ИНТРУЗИВОВ СОМХЕТО-КАФАНСКОЙ И АРМЯНСКОЙ ЗОН

Разновозрастные интрузивные комплексы обеих тектонических зон Малого Кавказа характеризуются рядом отличительных и общих химико-минералогических, геохимических и металлогенических особенностей.

Предверхнеюрские гранитоиды обладают некоторыми специфическими признаками минералогического состава. Прежде

всего они характеризуются повышенным содержанием плагиоклаза и кварца. Из цветных минералов пироксен отсутствует, а биорит является редкостью. Роговая обманка встречается в породах фации эндоконтактов первой и второй фаз, и то в незначительном количестве. В резко преобладающей массе интрузивных пород калиевый полевой шпат отсутствует.

Для пород предверхнеюрского интрузивного комплекса характерны: 1) отчетливо выраженный натриевый облик; 2) повышенное содержание кремнезема, но пониженное — щелочей (особенно окисла калия); 3) обычна пресыщенность глиноземом.

В направлении от ранних гранитоидов к более поздним наблюдается некоторая периодичность в изменении относительного содержания петрогенных элементов. Так, количество кремнезема и окисла натрия возрастает при переходе от пород первой фазы к дополнительным интрузивам, затем убывает в породах второй фазы и снова возрастает в аляскитовых гранитах (третья фаза). Прямо в противоположном направлении изменяется содержание окислов кальция, железа, магния и глинозема. Интересно поведение окисла калия, количество которого прогрессивно увеличивается при переходе от ранних фаз к поздним. Периодичность изменения содержания петрогенных элементов объясняется весьма слабой контаминированностью дополнительных интрузивов и полным отсутствием явления ассимиляции в наиболее молодых аляскитовых гранитах.

Гранитоиды нижнемелового интрузивного комплекса обнаруживают следующие общие признаки минералогического и химического состава:

1) повышенное содержание плагиоклаза и кварца; 2) отсутствие или незначительное количество калиевого полевого шпата в большинстве гранитоидах; 3) низкое содержание цветных минералов, причем из них типоморфным является обыкновенная роговая обманка, пироксен появляется лишь в интенсивно контаминированных породах ранних фаз, а биотит является редкостью; 4) обычно принадлежность калиево-

го полевого шпата к нерешетчатому микроклину и пироксена — к ферроавгиту; 5) отчетливый натриевый облик; 6) повышенное содержание кремнезема, но пониженное — щелочей (особенно окисла калия) и часто окислов кальция, магния и железа; 7) принадлежность к ряду, пересыщенному глиноземом; 8) при переходе от ранних фаз к поздним намечается возрастание количества кремнезема, щелочей и убывание — глинозема, окислов железа, магния и кальция.

Верхнемеловые гранитоиды сходны с породами предыдущих комплексов, отличаясь от них несколько повышенным содержанием калиевого полевого шпата и биотита.

В разновозрастных гранитоидах Сомхето-Кафанской зоны устанавливается наличие ряда генераций одних и тех же главных породообразующих минералов. Принадлежность их к разным генерациям доказывается и по непосредственным реакционным замещениям.

Акцессорные минералы также относятся к нескольким поколениям, причем преобладающая часть их кристаллизовалась после главных породообразующих минералов совместно с биотитом. Есть основание предполагать, что некоторая часть акцессориев выделяется в постмагматическую стадию.

Оптические свойства некоторых одноименных главных породообразующих и акцессорных минералов меняются от генерации к генерации.

С интрузивной деятельностью Сомхето-Кафанской зоны связано образование жильных пород двух этапов. Для жильных пород первого этапа типоморфными породообразующими минералами являются кислый плагиоклаз, кварц и калиевый полевой шпат, причем обычно первый доминирует над вторым, им обоим подчинен калиевый полевой шпат. Из цветных минералов редко присутствует биотит и то в ничтожном количестве. В анлитовых жилах, секущих гибридные породы фации эндоконтактов, иногда наблюдается явление контаминации с образованием обыкновенной роговой обманки и основного плагиоклаза.

Некоторые признаки минералогического состава жильных пород второго этапа указывают на их гибридное происхождение. К ним относятся высокое содержание роговой обманки,

отсутствие или пониженное количество калиевого полевого шпата и кварца, повышенная основность плагиоклаза и др.

В жильных образованиях обоих этапов главные породообразующие минералы в подавляющем большинстве случаев подвергаются широким колебаниям. Это наблюдается даже в наиболее кислых представителях пород жильной фазы, лишенных всяких следов каптаминации.

Породы жильной фазы характеризуются почти теми же признаками химического состава, что и гранитоиды. Жильные образования первого этапа отличаются от таковых второго этапа повышенным содержанием кремнезема, но пониженным — окислов железа, магния и кальция.

Нижнемеловые гранитоиды Армянской тектонической зоны по химико-минералогическим признакам весьма сходны с кварцевыми диоритами того же возраста Сомхето-Кафанской зоны.

Палеозойские кислые интрузивы также обнаруживают сходство с аналогичными породами мезозоя Сомхето-Кафанской зоны. Им присущи следующие общие химико-минералогические признаки: 1) высокое содержание плагиоклаза и кварца; 2) отсутствие или низкое содержание калиевого полевого шпата; 3) незначительное количество биотита и обычно отсутствие пироксена; 4) натриевый характер; 5) повышенное содержание кремнезема, но пониженное — окислов калия, железа, кальция и магния в породах главной интрузивной фации.

Однако палеозойские гранитоиды обладают и некоторыми отличительными особенностями, к которым относятся: 1) наличие решетчатого микроклина; 2) частое присутствие мусковита; 3) довольно широкое проявление гранитизации и мигматитизации; 4) отсутствие характерных для мезозойских интрузивов некоторых типов жильных пород и, наоборот, наличие жильных аляскитов и др.

Породы третичного интрузивного комплекса резко отличаются от палеозойских и мезозойских гранитоидов. Прежде всего они характеризуются исключительным разнообразием петрографического состава, что является следствием более интенсивного проявления процессов ассимиляции. Среди по-

род фации эндоконтактов имеются гипербазиты, отсутствующие в интрузивах палеозоя и мезозоя.

В составе третичного комплекса существенную роль играют монцитоны, порфирировидные граниты и породы щелочного ряда, полностью отсутствующие в Сомхето-Кафанской зоне. Для большинства третичных гранитоидов характерно одновременное присутствие трех цветных минералов — пироксена, роговой обманки и биотита. В породах фации эндоконтактов нередко появляется и оливин и то в большом количестве вплоть до образования оливинитов.

Третичные гранитоиды отличаются также повышенной основностью плагиоклаза, высоким содержанием калиевого полевого шпата, но пониженным — кварца. Калиевый полевой шпат чаще всего относится к анортоклазу. Они обладают следующими общими химическими признаками: 1) кали-натриевым или натро-калиевым обликом; 2) повышенным содержанием щелочей, особенно окисла калия; 3) низким количеством кремнезема, но высоким — окислов железа, кальция и магния; 4) принадлежностью к нормальному ряду.

Интрузивы третичного возраста в различных частях Армянской зоны обнаруживают ряд специфических особенностей химического состава. Так, габброиды Айоцзора отличаются от подобных пород других групп повышенной щелочностью. Породы Далидагского массива обладают калиевым обликом. На юго-востоке зоны гранитоиды в большинстве случаев имеют натро-калиевый характер, а на северо-западе — кали-натриевый. Щелочные породы Намбако-Базумской группы, в отличие от таковых Баргушатской и Мегринской групп, обладают отчетливым калиевым обликом и т. д.

Для третичных жильных пород характерны те же вышеприведенные химико-минералогические особенности интрузивов. Они отличаются от мезозойских жильных образований Сомхето-Кафанской зоны: 1) повышенным содержанием калиевого полевого шпата и пониженным — плагиоклаза и кварца; 2) частым присутствием биотита; 3) значительным количеством пироксена в меланократовых дайках второго этапа.

Таким образом, устанавливаются значительные различия в специфике вещественного состава разновозрастных интрузивов.

зивных комплексов обеих тектонических зон Малого Кавказа, что свидетельствует о поступательной деятельности интрузивных процессов во времени. Как отмечает Г. Д. Афанасьев, магматические процессы в отдельные геологические периоды времени качественно неоднородны и в них отражается общая закономерность периодически поступательного развития земной коры.

Автором большое внимание уделено характеру распределения акцессорных минералов и микроэлементов в разновозрастных интрузивных, жильных и контактово-измененных образованиях, поскольку они играют большую роль при выяснении отдельных петрогенетических сторон магматических явлений и имеют важное значение для установления генетической связи оруденения с магматизмом. Из рассмотрения добытого материала сделан ряд выводов, некоторые из которых, по-видимому, имеют общее значение.

Для разновозрастных гранитоидов Сомхето-Кафанской зоны комплекс акцессорных минералов представлен цирконом, апатитом, сфеном, рутилом (анатазом), баритом, сфалеритом, галенитом, пиритом, магнетитом, титано-магнетитом, халькопиритом, киноварью, редко шеелитом. Наиболее характерными акцессорными минералами для главной массы гранитоидов являются циркон, апатит и сфен.

Дополнительные интрузивы и жильные породы обоих этапов наследуют ассоциацию руководящих акцессорных минералов гранитоидов, что указывает на их генетическое единство.

Количественные соотношения акцессориев изменяются в разновозрастных интрузивных комплексах, а также в породах разных фаз и фаций одного и того же комплекса:

1) В направлении от ранних фаз к поздним и от пород главной интрузивной фации к жильным образованиям первого этапа намечается возрастание содержания циркона и уменьшение количества апатита и сфена.

2) При переходе от пород главной интрузивной фации к породам фации эндоконтактов и от жильных образований первого этапа к таковым второго этапа происходит резкое убывание количества циркона и нарастания — сфена и апатита.

В наиболее контаминированных интрузивах нижнемелового комплекса циркон, как правило, отсутствует. Наоборот, в гранитах и аляскитовых гранитах содержание апатита достигает незначительности, а сфен либо отсутствует, либо встречается в виде единичных кристаллов.

3) В породах главной интрузивной фации, дополнительных интрузивов и жильной фазы первого этапа циркон является доминирующим акцессорным минералом, после которого второе место обычно занимает апатит. В породах фации эндоконтактов и жильной фазы второго этапа количественные соотношения акцессориев изменчивы, причем по мере возрастания роли ассимиляции циркон становится подчиненным.

Изменения в относительном содержании акцессориев в породах ранних фаз более резкие, чем в гранитоидах поздних фаз, что объясняется уменьшением во времени интенсивности явлений ассимиляции. Вообще содержание акцессориев подвергается широким колебаниям даже внутри отдельных типов пород одной и той же фазы, что является следствием их крайне неравномерного распределения.

Возрастание содержания апатита и сфена в породах фации эндоконтактов с доказанными признаками ассимиляции и их полное исчезновение или ничтожное количество в аляскитовых гранитах и связанных с ними жилах, лишенных видимых следов кантаминации, свидетельствуют о том, что сфен и апатит своим происхождением обязаны, главным образом, процессам гибридизма. С другой стороны, резкое увеличение отмеченных акцессориев в жильных породах второго этапа указывает на явное гибридное происхождение последних.

Некоторые типоморфные особенности одноименных акцессориев изменяются в разновозрастных гранитоидах, а также в породах разных фаз и фаций одного и того же возраста.

В акцессорных минералах установлено 25 элементов. Одноименные акцессории пород разных интрузивных комплексов и групп отличаются друг от друга наличием или же отсутствием ряда элементов, а также по содержанию и частоте их встречаемости. Все акцессорные минералы характеризуют-

ся постоянным присутствием из группы петрогенных элементов кремния, алюминия, магния, кальция; из группы элементов железа — титана, железа; из редких элементов — циркония. Однако содержание этих элементов изменяется как в различных аксессуориях, так и в одноименных минералах пород разных фаз. Некоторые элементы всегда являются непостоянными.

Наиболее существенным общим геохимическим признаком разновозрастных гранитоидов Сомхето-Кафанской зоны является постоянное присутствие в них таких микроэлементов, как титан, ванадий, медь, цирконий и галлий. Выявляется четкая картина большого сходства частоты встречаемости этих ведущих микроэлементов гранитоидов и жильных пород, что свидетельствует об общности их происхождения.

Ведущие микроэлементы обнаруживают различные содержания в породах разных фаз и фаций:

1) В направлении от ранних фаз к поздним и от пород главной интрузивной фации к жильным образованиям первого этапа намечается тенденция к возрастанию содержания циркония и галлия, но уменьшению — титана, часто ванадия. Содержание меди возрастает в краевых частях интрузивов, где иногда превышает кларковые содержания в 10 и 100 раз.

2) При переходе от пород главной интрузивной фации к породам фации эндоконтактов и от ранних жильных образований к более молодым происходит заметное возрастание количества титана и ванадия, но убывание — циркония и галлия.

Неравномерное содержание как сквозных, так и всех остальных микроэлементов часто наблюдается также в породах главной интрузивной фации одной и той же фазы и в жильных породах одинакового петрографического состава из различных частей данного интрузива.

К типичным микроэлементам интрузивных и жильных пород относятся бериллий, иттрий, иттербий, барий. Частота встречаемости первых трех микроэлементов возрастает в направлении от ранних фаз к поздним и от пород главной интрузивной фации к дополнительным интрузивам и жильным образованиям первого этапа. Прямо противоположная карти-

на наблюдается при переходе от пород главной интрузивной фации к породам фации эндоконтактов и от ранних жильных пород к поздним. Барий обнаруживает тенденцию к накоплению в краевых частях интрузивов.

Частота встречаемости цинка и свинца возрастает в периферических частях массивов и в жильных образованиях второго этапа Алавердской группы.

Никель, кобальт и хром являются типичными микроэлементами для пород ранних фаз, фации эндоконтактов и даек второго этапа с повышенной основностью. Частота встречаемости и содержания их находятся в причинной зависимости от интенсивности проявления процессов ассимиляции. Этим объясняется и то, что частота встречаемости этих элементов заметно возрастает при переходе от предверхнеюрских гранитоидов к нижнемеловым. В нормальных и аляскитовых гранитах и связанных с ними жильных породах никель, кобальт и хром полностью отсутствуют.

Жильные образования обоих этапов наследуют комплекс характерных микроэлементов гранитоидов. По ассоциации микроэлементов, их частоте встречаемости и содержаниям жильные породы первого этапа сходны с гранитоидами главной интрузивной фации поздних фаз, а жильные образования второго этапа — с породами ранних фаз и фации эндоконтактов.

Все микроэлементы по поведению можно подразделить на три группы:

1) Микроэлементы, обнаруживающие тенденции к накоплению в краевых частях гранитоидных интрузивов. К ним относятся медь, цинк, свинец и барий.

2) Микроэлементы, обнаруживающие тенденции к накоплению в породах поздних фаз, главной интрузивной фации, жильной фазы первого этапа и дополнительных интрузивов. К ним относятся цирконий, галлий, бериллий, иттрий, иттербий, молибден, олово, лантан, церий.

3) Микроэлементы, обнаруживающие тенденции к накоплению в породах ранних фаз, фации эндоконтактов и жильной фазы второго этапа. К ним относятся никель, кобальт, хром, титан, часто ванадий, отчасти скандий.

Микроэлементы первых двух групп имеют магматическое

я происхождения (привносились из магматических источников), а главная масса микроэлементов третьей группы (видимо, за исключением некоторой части ванадия и основной массы скандия) заимствовались из вмещающей среды.

Частота встречаемости и содержания последних двух групп элементов могут дать представление о степени контаминированности гранитоидов.

Контактово-измененные породы характеризуются наличием почти тех же микроэлементов, что и гранитоиды. Часть из них (никель, кобальт, хром и др.) заимствована из исходных пород основного состава, а другая часть (цирконий, бериллий, иттрий, иттербий, молибден и др.) привносилась из кислой магмы в контактовую оболочку.

В сравнительно высокотемпературных контактовых породах (роговиках) значительную роль играют микроэлементы исходных пород, в то время как в гидротермально-измененных образованиях главенствующая роль принадлежит привнесенным микроэлементам.

В настоящее время геохимические особенности интрузивных пород Армянской зоны в полной мере не могут быть выявлены, поскольку исследования большинства интрузивов только начаты. Очень хорошо изучен лишь Мегринский плутон (Б. М. Меликсетяном).

Имеющийся материал показывает, что третичные интрузивные породы Армянской зоны характеризуются более богатой ассоциацией акцессорных минералов и микроэлементов, чем мезозойские гранитоиды Сомхето-Кафанекой зоны. От последних они отличаются: а) присутствием в комплексе акцессориев таких редких минералов, как ураноторит, уранинит, ксенотим, эвксенит, оранжит, монацит, ортит, турмалин; б) наличием ряда микроэлементов — лития, висмута, урана, тория, ниобия и др.

С другой стороны, интрузивные породы обеих тектонических зон сходны между собой по целому комплексу акцессорных минералов и микроэлементов. Однако, они отличаются друг от друга по типоморфным признакам и содержаниям одноименных акцессориев, а также по частоте встречаемости и количествам одних и тех же микроэлементов.

Последние стадии кристаллизации магмы каждой интрузивной фазы сопровождались обильным выделением растворов, производящих метаморфическое воздействие как на консолидированные интрузивы, так и в частности на боковые породы. Постмагматические растворы устремились, в основном, к периферическим зонам массивов, где проявлены наиболее интенсивные аутометаморфические явления.

Постмагматические изменения гранитоидов обычно выражаются в альбитизации, кварцитизации и хлоритизации с образованием кварцевых и бескварцевых альбититов, спиллитов и других метасоматических пород. В нижнемеловых плагиигранитах в период интенсивной кварцитизации возникли микропегматиты путем замещения полевого шпата постмагматическим кварцем.

Аутометаморфические явления дополнительных интрузивов и сателлитов выражаются теми же процессами, что и в крупных массивах интрузивной фазы, но в меньших масштабах. Особенно необходимо отметить широкое проявление натрового метасоматоза в связи с внедрением предверхнеюрских дополнительных интрузивов, благодаря чему нередко возникли неотчетливо выраженные контакты между плагиигранитами первой фазы и дополнительными интрузивами с образованием небольших зон кварцевых альбититов.

В связи с интрузивами возникли разнообразные контакто-измененные породы. Интенсивность контактовых изменений убывает при переходе от ранних фаз к поздним по мере возрастания кислотности гранитоидов. Контактные явления весьма слабо проявлены в связи с аляскистовыми гранитами предверхнеюрского возраста. Контактующие с ними среднебайосские эффузивы не испытывали каких либо существенных изменений и даже у непосредственных контактов они полностью сохраняют свои структурные особенности. Это все свидетельствует о том, что поздние инъекции кислой магмы обладали ограниченным запасом тепловой энергии.

Боковые породы вне зависимости от первичного состава видоизменялись одинаково — сначала они подвергались базификации, а затем вступали в стадию увеличения кислотности. Однако, этот вывод правилен, если боковые породы подверга-

ются воздействию контаминированной магмы, обогащенной магнием, железом и кальцием. На контакте кислых гранитоидов вмещающие породы миновали стадию базификации. В них железо-магнезиальные минералы возникли исключительно за счет компонентов исходных пород.

Таким образом, кислая магма благодаря ассимиляции обогащалась компонентами вмещающей среды, а в постмагматическую стадию часть из них отдала боковым породам. Результаты многочисленных спектральных анализов свидетельствуют об удалении из магмы в контактовые зоны не только петрогенных элементов, но и содержащих в ней микроэлементов.

Изучение парагенетических ассоциаций минералов показывают, что химические компоненты выявляют качественные различия в подвижности в зависимости от их пространственного нахождения в экзоконтактовой оболочке.

В связи с гранитоидами третичного возраста Армянской зоны возникли более высокотемпературные контактовые породы. Они отличаются от аналогичных пород Сомхето-Кафанской зоны частым присутствием широксенов, представленных диопсидом, авгитом, энстатитом, клино-энстатитом и др. В них нередки также биотит и калиевый полевой шпат. Как видно, специфика вещественного состава разновозрастных гранитоидов обеих тектонических зон сказывается и на минералогическом составе продуктов контактового метаморфизма.

В Сомхето-Кафанской зоне по господствующим типам руд различаются серноколчеданные, медно-серноколчеданные, полиметаллические, железорудные, баритовые и другие месторождения. В области развития предверхнеюрских гранитоидов преобладают месторождения полиметаллического оруденения. В пространственной и генетической связи с нижнемеловым интрузивным комплексом образовались более богатые месторождения. С верхнемеловыми интрузивами связана незначительная по масштабу пиритовая и медно-пиритовая минерализация. Многие факты свидетельствуют о том, что эндогенное оруденение Сомхето-Кафанской зоны генетически связано как с интрузивами, так и с энтузивами — кварцевыми альбитофирами и кварцевыми плагиопорфирами. Доводы в поль-

зу представления о генетической связи колчеданных месторождений с экструзивами приведены в работах И. Г. Магакьяна, М. А. Кашкая, В. Н. Котляра и других исследователей.

В известной мере устанавливается локальная и генетическая связь некоторых господствующих типов оруденения с магматическими породами определенного состава. Помимо геологических данных, генетическая связь эндогенного оруденения с магматизмом доказывается также геохимическим родством рудных формаций и магматических пород.

Сомхето-Кафанская зона по металлогенической специфике отличается от Армянской зоны. В связи с кайнозойскими магматическими породами Армянской тектонической зоны возникли наиболее разнообразные и богатые месторождения. Они отличаются от рудных формаций мезозоя Сомхето-Кафанской зоны по высокой концентрации молибдена и присутствием, редких элементов. Особенно следует отметить о высокой концентрации молибдена, который определяет специфический облик металлогении Армянской тектонической зоны.

Некоторые металлы типичны для той или иной эпохи. Однако имеются и многие сквозные металлы, которые образовались неоднократно в связи с разновозрастными магматическими породами обеих тектонических зон Малого Кавказа. К ним относятся из ведущих металлов — медь, свинец, цинк, из благородных металлов — золото, серебро, из рассеянных — селен и теллур.

Наблюдается повторяемость более или менее крупных месторождений меди, цинка и свинца от ранних к поздним эпохам. Медно- и серноколчеданные формации встречаются со многими разновозрастными магматическими породами. Как отмечают И. Г. Магакьян и С. С. Мкртчян, колчеданные месторождения третичного возраста по типу оруденения напоминают мезозойские месторождения колчеданных руд Сомхето-Кафанской зоны.

Закономерность наследованного развития месторождений типоморфных металлов, по данным В. И. Смирнова, имеет общее значение.

К ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ГРАНИТОИДОВ

(на примере Армении)

В истории развития Армении выделяются несколько крупных этапов, каждый из которых начинается прогибанием и завершается поднятием и складчатостью (К. Н. Паффенгольц, А. А. Габриелян, А. Т. Асланян и др.). Такая ритмическая повторяемость обусловлена периодической сменой колебательных движений складчатыми и является общей закономерностью, наблюдающейся во всех геосинклинальных зонах.

Магматизм в соответствии с особенностями развития геосинклинальной зоны проявляется закономерно сначала в виде эффузивной формы, а затем интрузивной. В первой половине геосинклинального цикла прогибание иногда сопровождается также внедрением офиолитовых пород.

На примере Армении вполне подтверждается положение о том, что в схеме развития геосинклинальных зон гранитоиды занимают определенное место — их проникновение имеет место во второй половине геосинклинального цикла и совпадает во времени со складчатостью.

Хотя отдельные этапы проходят сходные стадии развития, но вместе с тем отличаются определенными особенностями магматизма, постмагматической деятельности и рудной минерализации. Это объясняется, главным образом, изменением от этапа к этапу характера и интенсивности тектонических движений, создающих различные геологические обстановки.

Рассмотрение развития магматизма Армении приводит к предположению, что изверженные породы происходят из магматических источников, периодически возникающих в различных горизонтах литосферы.

Гранитоиды, кислые эффузивы и их экструзивные аналоги по специфике вещественного состава весьма сходны и, вероятно, происходили из одних и тех же магматических источников, возникших вследствие выплавления сиалической оболочки. Повидимому, все эти тесно ассоциирующиеся между собой породы представляют различные фациальные проявления одной и той же кислой магмы.

О происхождении некоторых типов эффузивов из интрузивных очагов отмечаются Г. Д. Афанасьевым, В. Н. Котляром, М. А. Фаворской, Г. С. Дзоценидзе, А. А. Габриеляном, А. Т. Асланяном, М. А. Кашкаем, Р. Н. Абдуллаевым и др.

Родоначальные магмы основных эффузивов образовались в более глубоких частях земной коры независимо от магматических источников гранитоидов и кислых эффузивов.

Связь гипербазитов и базитов с глубинными разломами (В. Е. Ханн, Л. Н. Леонтьев и др.) свидетельствует о зарождении их очагов в перидотитовой оболочке. Гипербазиты офиолитовых поясов Малого Кавказа, видимо, возникли путем сплошного плавления перидотитового субстрата.

Одной из важнейших проблем современной петрологии является проблема происхождения гранитов. Известно, что относительно генезиса гранитов существуют две господствующие точки зрения. По представлениям одних исследователей (магматистов) граниты и другие гранитоиды образуются преимущественно магматическим путем. Согласно взглядам других петрологов (трансформистов) они возникают, главным образом, путем метасоматического преобразования твердых пород, без прохождения стадии расплавления, т. е. являются продуктами гранитизации.

Богатый фактический материал по магматизму Армении и всего Малого Кавказа с полной убедительностью ориентирует нас на признание магматического способа образования гранитоидов.

На примере мезозойских и третичных интрузивов можно опровергать предположение крайних трансформистов о метаморфическом (метасоматическом) происхождении гранитов. Здесь изучение взаимоотношений массивов с вмещающими породами приводит к бесспорному выводу о приходе магмы из глубины земной коры.

Несколько иначе обстоит дело с палеозойскими кислыми гранитоидами, с которыми связано широкое проявление метасоматических процессов с образованием гранитогнейсов и гнейсовидных плагιοгранитов, четко не отграничивающихся от вмещающих метаморфических сланцев. Однако интенсивные метасоматические процессы, приведшие к возникновению

интрузивных пород гранитного облика, все же связаны с внедрением расплава магматической природы.

Некоторые из сторонников магматического способа образования изверженных пород пытались все разнообразие гранитоидов объяснить кристаллизационной дифференциацией. Однако для гранитоидов Армении приложение теории кристаллизационной дифференциации для объяснения многих наблюдаемых фактов встречает ряд серьезных затруднений. Против нее говорят:

1) однородное в вертикальном сечении строение многих интрузивов последних фаз внедрения; 2) часто наблюдаемая смена кислых пород основными в направлении снизу-вверх массивов ранних фаз; 3) отсутствие явления гравитационного расслоения и оседания закристаллизовавшихся тяжелых минералов в пределах камер интрузивов; 4) порядок кристаллизации минералов; 5) равномерное распределение в основной массе пород ранее выделившихся вкрапленников различных минералов с отсутствием явления сильного расплавления после их перехода в твердую фазу и др.

Как отмечает В. С. Коптев-Дворников, «Обстановка движения магмы в верхних ярусах не была благоприятной для развития явления дифференциации». В его работах можно найти много убедительных доводов, опровергающих универсальное значение кристаллизационной дифференциации.

Для выяснения состава исходной магмы гранитоидов были проанализированы некоторые разновозрастные породы последних фаз внедрения, которые лишены видимых следов ассимиляции и по составу наиболее близко стоят к исходной магме. Данные химических анализов свидетельствуют об аляскитовом (иногда плагиоаляскитовом) составе исходной магмы гранитоидов Армении.

Одновозрастные гранитоиды одного и того же участка тектонических зон Малого Кавказа обладают многими общими химико-минералогическими и геохимическими особенностями, что могут указать на их принадлежность к одному магматическому очагу.

Одновременно образовавшиеся гранитоиды, локализованные в различных частях данной тектонической зоны, также

обнаруживают ряд общих признаков. Это позволяет сделать предположение о том, что значительно отдаленные друг от друга магматические источники возникли примерно на одинаковых глубинах сиалической оболочки, имеющих близкий вещественный состав. Наблюдаемые некоторые различия в их петрографическом составе объясняется, главным образом, различной степенью загрязнения аляскитовой магмы посторонним материалом верхних структурных ярусов земной коры (см. ниже).

Сопоставление разновозрастных интрузивных комплексов, формировавшихся в двух тектонических зонах Малого Кавказа, показывало, что они характеризуются рядом отличительных химико-минералогических, геохимических и металлогенических особенностей.

Некоторые из установленных различий, по всей вероятности, отражают особенности вещественного состава тех глубоких частей земной коры, в которых путем плавления образуются магматические источники. К ним относятся бедность калием, молибденом, высокая концентрация меди, повышенная частота встречаемости циркония, галлия, бериллия, иттрия, иттербия, бария мезозойских гранитоидов Сомхето-Кавфанской зоны, но повышенное содержание калия, молибдена, наличие микроэлементов лития, урана, тория, ниобия, тантала, бора в третичных интрузивных породах Армянской зоны и др.

Гранитоиды и основные эффузивы, возникшие в течение одного этапа и тесно ассоциирующие друг с другом, обнаруживают ряд характерных петрохимических признаков, хотя они происходят из различных источников.

Это объясняется процессами ассимиляции следующим образом.

В первой половине геосинклинального развития при прохождении основной магмы через гранитную оболочку (наличие которой доказывается геофизическими исследованиями) благодаря ассимиляции она изменяет свой состав в сторону возрастания щелочности и кислотности. Обратное явление имеет место при подъеме кислой магмы во второй половине геосинклинального цикла, когда она прорывает основные эффузивные породы, возникшие в первой половине цикла.

Таким образом, в течение одного геосинклинального цикла происходит смешение некоторых составных частей основного и кислого материалов земной коры. Отсюда очевидно, что все породы являются в той или иной мере гибридными и вряд ли представляют собой продукты кристаллизации чистой магмы. Есть основание предполагать, что состав исходной магмы гранитоидов кислее аляскистов.

Чем сильнее проявлены процессы ассимиляции между образованиями первой и второй половины геосинклинального цикла, тем больше они сходны между собой по петрохимическим признакам. Так, гранитоиды и основные эффузивы юры и мела, в которых ассимиляция выражена сравнительно слабо, сходны по содержанию натрия и калия. Для третичных основных эффузивов и гранитоидов устанавливается сходство не только по содержанию натрия и калия, но и магния, железа, так как ассимиляция между ними проявлена интенсивно.

Явлениям гибридизма и ассимиляции в петрогенезисе магматических образований последнее время отводится решающее значение. Ассимиляционная теория происхождения магматических пород впервые у нас сформирована Ф. Ю. Левинсон-Лессингом и получила дальнейшее развитие в работах Р. Н. Лодочникова, А. Н. Заварицкого, Д. С. Белякина, В. С. Контева-Дворникова и др.

В ходе изучения интрузивных пород Армении мы убедились в бесспорном петрогенетическом значении процессов ассимиляции и гибридизма.

В пользу гибридного происхождения гранитоидов двух тектонических зон Малого Кавказа можно привести следующие данные: 1) наличие огромного количества ксенолитов в интрузивах; 2) появление в эндоконтактных зонах основных и ультраосновных пород с обилием переработанных ксенолитов; 3) неоднородный состав массивов, изменяющийся в самых коротких пространственных интервалах; 4) приуроченность наиболее основных пород к эндоконтактам интрузивов, крупным останцам основных эффузивов и известняков кровли; 5) зависимость петрографических деталей пород фации эндоконтактов от состава вмещающих отложений; 6) отсутствие строгой закономерности в пространственном распре-

лении отдельных типов пород внутри крупных массивов; 7) наблюдаемые объективные факты перехода ксенолитов в породы интрузивного облика; 8) сходство оптических свойств цветных минералов пород фации эндоконтактов и интенсивно переработанных ксенолитов; 9) неравновесный количественный и качественный минералогический состав гранитоидов; 10) частая и резкая смена основности плагиоклазов на незначительных участках и даже в пределах отдельных шлифов, а также наличие плагиоклазов с обратной зонарностью; 11) широкие колебания минералогического и химического составов пород, весьма быстрые и произвольные смены структурных и текстурных особенностей их; 12) повышенные содержания таких акцессорных минералов, как магнетит, апатит и сфен. 13) повышенные содержания и частота встречаемости чуждых для гранитов элементов (хрома, никеля, кобальта и др.), но, наоборот, пониженная частота встречаемости некоторых типичных для кислых пород микроэлементов (циркония, бериллия, иттрия, иттербия) и др.

Необходимо отметить, что значительные вариации в относительном содержании главных породообразующих минералов наблюдаются и во многих кислых интрузивах гранитного, плагиогранитного и даже аляскитового составов, хотя в них нельзя найти видимых следов ассимиляции. Это явление, по-видимому, имеет всеобщее значение, на что впервые обратил внимание В. С. Коптев-Дворников. Это он рассматривает как результат первичной неоднородности гранитной магмы, связанной с процессами палингенеза.

Изучение ксенолитов дало многое для познания процессов ассимиляции. Установлено, что степень перекристаллизации их в массивах разного петрографического состава не одинакова. Наиболее интенсивная переработка ксенолитов отмечается в ранних гранитоидах, в которых они нередко приобретают облик полнокристаллических гипидиоморфнозернистой структуры интрузивных пород. В поздних кислых инъекциях магмы посторонние тела почти полностью сохраняют первоначальные структурные особенности. При процессах ассимиляции попавшие в магму ксенолиты сначала подвергались механической дезинтеграции, затем происходило вырав-

нивание химических потенциалов компонентов, приведя в конце концов к почти равновесному состоянию между составом магмы и посторонних тел. В оставшихся ксенолитах полного равновесия, конечно, не достигнуто, так как они отличаются от вмещающих интрузивных пород повышенным содержанием железомagneзиальных минералов, но пониженным — светлых..

Процессы ассимиляции и гибридизма не одинаково проявлены в разновозрастных интрузивных комплексах. Эти явления сравнительно слабо выражены в палеозойских и предверхнеюрских гранитоидах, чем в подобных породах нижнемелового и третичного возрастов. Процессы гибридизма особенно интенсивно происходили в третичном интрузивном комплексе.

Интересно отметить, что пределы колебания породообразующих минералов и окислов петрогенных элементов расширяются при переходе от ранних интрузивных комплексов к молодым по мере возрастания интенсивности процессов гибридизма. Исключительно широкие колебания в относительном содержании минералов и окислов наблюдаются в третичных интрузивах, что обуславливает возникновение от ультраосновных до кислых и щелочных пород и целого ряда переходных между ними разновидностей.

Третичный интрузивный комплекс Армянской зоны является классическим примером образования самых разнообразных по составу пород путем ассимиляции кислой магмы вмещающих основных вулканогенных и карбонатных отложений. О большой роли ассимиляции в формировании этого комплекса отмечено В. Н. Котляром, Ю. А. Араповым, А. Н. Соловкиным, В. Г. Грушевым, Ш. А. Азизбековым, Т. Ш. Татевосяном, Г. П. Багдасаряном, А. И. Адамяном и др.

Определенно устанавливается, что возрастание роли ассимиляции в направлении от ранних интрузивных комплексов к более молодым находится в причинной зависимости от амплитуды орогенических движений и температуры исходных кислых магм. Предверхнеюрский интрузивный комплекс сформировался в более спокойной тектонической обстановке, чем нижнемеловой. Внедрение третичных гранитоидов сопряжено

во времени с проявлением наиболее мощных орогенических движений, и потому в них процессы гибридизма достигают своего максимума. Исходные кислые магмы палеозойских и мезозойских гранитоидов обладали меньшим запасом тепловой энергии, чем третичных интрузивов. Поэтому именно интенсивность контактовых изменений нарастает при переходе от ранних интрузивных комплексов к третичному. В связи с третичными гранитоидами возникли более высокотемпературные контактовые породы.

В пределах отдельных геосинклинальных циклов эволюция интрузивного магматизма характеризуется определенной направленностью, состоящей в увеличении кислотности и щелочности. Такая направленность интрузивной деятельности объясняется убыванием во времени роли процессов ассимиляции в связи с ослабеванием орогенических движений, понижением температуры исходной кислой магмы и другими факторами.

В Сомхето-Кафанской зоне наиболее поздние инъекции магмы аляскитов и гранитов, почти лишенных следов гибридизма, возникли в условиях затухания орогенических движений. Во всех антиклинориях аляскиты и лейкократовые граниты внедрились после полной консолидации сильно загрязненных гранитоидов. Они часто приурочены к мелким разрывным нарушениям, возникшим в пределах гибридизованных гранитоидных массивов.

Наиболее бурное развитие ассимиляции происходило в гранитоидах, внедрение которых сопряжено во времени с максимальным проявлением складчатости, сопровождавшейся сильным раздроблением вмещающих пород, создавшем благоприятные условия для гибридизма. Именно поэтому они характеризуются наибольшей вариацией петрографического состава. Поразительно большим разнообразием пород особенно отличаются третичные гранитоиды, которые по времени появления совпадают с моментами пароксизмов орогенических движений.

Выше было отмечено, что поздние инъекции магмы обладали ограниченным запасом тепловой энергии, в то время как магмы ранних фаз имели большую температуру. Об этом

в частности свидетельствует то, что интенсивность контактовых изменений убывает при переходе от ранних фаз к поздним по мере возрастания кислотности гранитоидов. Вокруг интрузивов ранних фаз наблюдается максимальная ширина контактовых оболочек, в которых констатируются и более высокотемпературные минеральные ассоциации.

Таким образом, убывающая роль ассимиляции в направлении от ранних фаз внедрения к поздним находится в причинной зависимости, главным образом, от уменьшения во времени запаса тепловой энергии исходной кислой магмы и ослабления складчатости.

После завершения кристаллизации каждой инъекции кислой магмы наступал этап проявления жильных пород, общая возрастная последовательность которых заключается в смене лейкократовых кислых представителей первого этапа меланократовыми основными породами второго этапа, хотя она осложнена некоторыми отклонениями.

Жильные породы первого этапа не сопровождаются закаленными оторочками и, следовательно, наиболее близко связаны по времени образования с интрузивами. Жильные породы второго этапа возникли после полной консолидации обнажающихся интрузивов, о чем свидетельствуют следующие данные: 1) они секут контактово-метаморфические породы, сами оставаясь свежими; 2) во многих местах рвут интрузивные породы, включая в себя их оплавленные обломки; 3) обычно образуют крупные дайки с отчетливо выраженными закаленными краями. На примере нижнемелового интрузивного комплекса устанавливается возникновение жильных пород второго этапа не только после кристаллизации внешней оболочки массивов, но и после полного затвердевания значительно глубоких их горизонтов.

Наибольшая концентрация жильных образований второго этапа отмечается в гибридизированных гранитоидах равнинных фаз, с которыми обнаруживают ряд общих геохимических, минералогических и петрографических признаков. Они встречаются и в значительном удалении от обнажающихся интрузивов. В работе приводятся многие данные, подтверждающие их гибридное происхождение.

Причина разнообразия пород жильной фазы, их общая возрастная последовательность, иногда наблюдаемое чередование во времени даек разного петрографического состава и факт наличия нескольких генераций жильных пород одинакового состава объясняется возникновением на разных глубинах обособленных очагов и их пульсирующей деятельностью в связи с прерывистостью тектонических движений. Образование на поздних стадиях охлаждения магматического расплава изолированных очагов подтверждается детальными исследованиями В. С. Контева-Дворникова, М. Б. Бородаевской, М. А. Фаворской и др.

Жильная фаза первого этапа в связи с сильно контаминированной до габбрового состава ранней инъекцией магмы не проявлена. Это, видимо, обусловлено тем, что в результате интенсивных процессов гибридизма исходная аляскитовая магма полностью теряет свой первоначальный состав до значительных глубин, что в свою очередь препятствует образованию локальных очагов кислого состава.

Жильная фаза второго этапа не проявлена в нормальных и аляскитовых гранитах. Это также является веским доказательством в пользу гибридного происхождения жильных пород второго этапа. Граниты и аляскитовые граниты возникли в условиях затухающих орогенических движений и в них, как было отмечено, отсутствуют явления ассимиляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный в диссертации фактический материал позволяет сделать ряд общих выводов и наметить пути дальнейших исследований в области магматической петрографии республики.

1. На примере Армении вполне отчетливо устанавливается тесная связь между формой проявлений магматизма и характером тектонических движений. Все имеющиеся данные свидетельствуют о существовании в природе трех самостоятельных магм-ультраосновной, основной и кислой, которые возникают в различных глубинах литосферы и проявляются в определенные моменты истории земной коры. Рождение кис-

лой магмы гранитоидов и внедрение ее в верхние структурные ярусы сопряжено во времени со складчатостью. Ультраосновная и основная магмы появляются в первой половине геосинклинального цикла в периоды прогибания в связи с нисходящими колебательными движениями. Проникновение кислой магмы отчасти имеет место и в доорогенный период в моменты развития восходящего эпейрогенеза.

2. Для магматических пород Армении приложение теории кристаллизационной дифференциации встречает ряд серьезных затруднений. Достаточно удовлетворительное объяснение наблюдаемые факты получают с позиций ассимиляционной теории. Имеется много конкретных доказательств, говорящих о бесспорном петрогенетическом значении процессов ассимиляции.

3. Гранитизация также играла некоторую роль в образовании пород магматического облика. Признавая реальность процессов гранитизации мы отнюдь не можем рассматривать их в качестве самостоятельного явления. Гранитизация является одним из проявлений постмагматической деятельности интрузивного магматизма.

4. Во всех разновозрастных гранитоидных комплексах Малого Кавказа исходной является кислая (аляскитовая, иногда плагиоаляскитовая) магма, которая во второй половине геосинклинального цикла, благодаря ассимиляции, превращается в контаминированные магмы различного состава, вплоть до габрового.

5. Ход процессов ассимиляции и гибридизма находится в причинной зависимости от характера и интенсивности тектонических движений, запаса тепловой энергии исходной магмы, термодинамических условий окружающей среды, глубины кристаллизации магмы и др.

6. Интрузивный магматизм всех этапов носит многофазный характер и имеет в общих чертах одинаковую направленность, состоящую в прогрессивном возрастании кислотности и щелочности пород от ранних к поздним инъекциям (фазам). Такая направленность интрузивной деятельности объясняется убыванием во времени роли процессов ассимиля-

ции в связи с ослаблением складчатости и понижением запаса тепловой энергии исходных кислых магм.

7. Совокупность многих данных позволяет обосновать происхождение гранитоидов, кислых эффузивов и оруденения из единых источников, возникающих путем выплавления спаллической оболочки. О генетическом единстве этих образований, в частности говорят территориальная и геолого-структурная сопряженность и общая петрохимическая и геохимическая специфика их.

8. Разновозрастные магматические породы характеризуются рядом отличительных химико-минералогических, геохимических и металлогенических особенностей, что свидетельствует о поступательном развитии земной коры.

9. Устанавливается связь колчеданного оруденения меди, полиметаллов и бария с кислыми магматическими (субвулканическими и интрузивными) породами отчетливо выраженного натрового облика, медно-молибденового оруденения — с интрузивами кали-натриевого характера, низкотемпературного золоторудного и мышьяково-сурьмянорудного (локально уранового) — с умеренно-кислыми экструзивами натри-калиевого облика. Это следует считать как оценочные критерии для всего Малого Кавказа в целом.

10. Окончательное разрешение сложной проблемы происхождения гранитов и других изверженных пород Малого Кавказа требует проведения дальнейших углубленных минералогических, петрохимических и геохимических исследований интрузивных, жильных и эффузивных пород. Следует начать систематические геохимические изучения эффузивов, палеозойских гранитоидов и третичных интрузивов Баргушатской, Айоцзорской и Памбако-Базумской групп.

11. В тесной увязке с геологическими исследованиями необходимо более обоснованно выяснить тектоническую обстановку формирования магматических пород и усилить начатые работы по определению абсолютного возраста этих образований.

12. Глубокое познание явлений ассимиляции представляет большой научный и практический интерес, поскольку специфика вещественного состава изверженных пород, как

было видно, определяется большей частью этими процессами. Поэтому, в дальнейшем следует обращать больше внимания на роль ассимиляции в петрогенезисе магматических пород Малого Кавказа, чем это имело место до сих пор.

13. Особое значение нужно придавать дальнейшим изучением явлений контактового взаимодействия магмы с боковыми породами и ксенолитами, которые могут пролить свет на многие вопросы петрогенезиса. А между тем эти процессы очень слабо освещены в существующей литературе по петрографии Армении.

14. Чтобы в полной мере познать металлогению Малого Кавказа и более обстоятельно выяснить генетическую связь оруденения с интрузивами, необходимо: а) провести специальные исследования по выяснению отношения рудной минерализации к жильным образованиям в пределах крупных месторождений; б) еще глубже изучать геохимическое родство рудных тел и интрузивов; в) начать систематическое изучение изотопического состава элементов в магматических породах и связанных с ними рудных формациях.

15. В целях разрешения многих спорных, открытых и недостаточно изученных вопросов наступила пора приступить к проведению в широких масштабах целеустремленных комплексных исследований.

С П И С О К

опубликованных работ автора по диссертационной теме

1. Об оптически одноосном амфиболе. Вестник МГУ, № 12, 1953 г.
2. К генезису интрузивных пород Памбакского и Геджалинского хребтов. Изв. АН Арм. ССР, № 3, т. 8, 1955 г.
3. Строение Геджалинского гранитоидного интрузива Северной Армении. Тр. Ер. ГУ, т. 52, 1955 г.
4. Шаровые габбро Центральной Армении. Природа АН СССР, № 10, 1955 г.
5. Роль зонарных плагиоклазов в познании теплового режима магмы. ДАН СССР, № 5, т. 106, 1956 г.

6. К вопросу о возрасте абиссальных и гинабиссальных пород Алавердского района. ДАН Арм. ССР, № 2, т. XXII; 1956 г.
7. К генезису основных дайковых пород Армении и прилегающих участков Малого Кавказа. Изв. АН СССР, ч 7. 1956 г.
8. Новые данные о возрасте интрузивных пород Армянской части Сомхето-Карабахской зоны. ДАН Арм. ССР, ч 2, т. 23. 1956 г.
9. Шаровые габбро Геджалинского хребта в Армении. Изв. АН Арм. ССР, № 4, т. IX, 1956 г.
10. Характеристика средних химических составов разновозрастных интрузивных комплексов Армянской части Малого Кавказа (тезисы докладов). Изд. Ер. ГУ, 1957 г.
11. Особенности вещественного состава продуктов эффузивного магматизма Армении и прилегающих частей Малого Кавказа (тезисы докладов). Изд. Ер. ГУ, 1957 г.
12. Необычное поведение биотита в схеме кристаллизации породообразующих минералов. ДАН Арм. ССР, № 5, т. XXIV, 1957 г.
13. Причины возникновения мирмекитов и микропегматитовых структур в гранитоидах Армении. ДАН Арм. ССР, № 1, т. 25, 1957 г.
14. Щелочные породы Геджалинского хребта Северной Армении. Тр. Ер. ГУ, т. 59, 1957 г.
15. Реакционные взаимоотношения и их роль в познании последовательности выделения минералов. Тр. Ер. Гу, т. 59, 1957 г.
16. Прерывистость интрузивных извержений и восстановление истории тектонических движений. ДАН СССР, № 5, т. 155, 1957 г.
17. Эволюция интрузивного магматизма Армянской части Малого Кавказа. ДАН СССР, № 3, т. 116, 1957 г.
18. Банушский интрузив Северной Армении. Тр. Арм. ГУ, № 1, 1957 г.
19. Опыт применения оптических подсчетов для петрохимических построений. Изв. АН Арм. ССР, т. X, № 5—6, 1957 г.

20. Различия в химизме разновозрастных однотипных эффузивных пород Армении и прилегающих частей Малого Кавказа. Геохимия АН СССР, № 8, 1957 г.
21. Метасоматические процессы в связи с мезозойским интрузивным комплексом Армении (тезисы докладов). Изд. Ер. ГУ, 1958 г.
22. Средние составы магматических пород Армении. Геохимия АН СССР, № 3, 1959 г.
23. В редакцию «Известия АН СССР». Изв. АН СССР, сер. геолог., № 6, 1959 г.
24. Характер изменения петрогенных элементов в продуктах мезокайнозойских эффузивных циклов Армении. Тр. Арм. ГУ, т. II, 1959 г.
25. Основные черты химизма магматических пород Армении (тезисы докладов), изд. Ер. ГУ, 1960 г.
26. К вопросу о генетической связи оруденения с интрузиями Северной Армении. Тр. НИГМИ, вып. I, 1960 г. Соавтор Г. Е. Кочинян.
27. К петрографии интрузивных пород Алавердского района Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, № 4, т. XIV. 1961 г.
28. Химический состав продуктов эффузивного магматизма Армении. Тр. Ер. ГУ, т. 76, 1961 г.
29. Характеристика химического состава разновозрастных интрузивных комплексов Армении, Тр. Ер. ГУ, т. 75, 1961 г.
30. Петрографическая характеристика пород Кохбской интрузии. Тр. Ер. ГУ, т. 75, 1961 г.
31. Минералого-геохимические особенности интрузивных пород Сомхето-Кафанской и Армянской тектонических зон Малого Кавказа (тезисы докладов). Изд. Ер. ГУ, 1962 г.
32. Граниты, гранодиориты и др. интрузивные породы Арм. ССР (в печати). Полутом «Неметаллические полезные ископаемые Арм. ССР», Изд. АН Арм. ССР, 1962 г.
33. Интрузивы Сомхето-Карабахской зоны (в печати). Полутом «Интрузивы Армянской ССР», изд. АН Арм. ССР, 1962 г. Соавтор Г. А. Казарян.
34. Химические особенности разновозрастных интрузивных и эффузивных пород Армении в числах Заварицкого (в печати). Тр. Арм. ГУ, № 2, 1962 г.

35. Особенности химического состава магматических пород интрузивной и эффузивной фации Армении (в печати). Изв. Ер. ГУ, сер. геол. и географ. наук, № 1, 1962 г.
36. Дайковая серия пород Алавердского района (в печати). Тр. НИГМИ, вып. 2, 1962 г.
37. Интрузивный магматизм Сомхето-Кафанской зоны (в печати). Изд. Ер. ГУ, 1962 г.

2006