

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ ИМЕНИ АКАД. И. М. ГУБКИНА

---

*На правах рукописи*

Э. Г. МАЛХАСЯН

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ  
И ВУЛКАНИЗМ АРМЕНИИ  
В ЮРСКИЙ ПЕРИОД**

(120 — Геология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

БАКУ — 1970

*На правах рукописи*

Э. Г. МАЛХАСЯН

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ  
И ВУЛКАНИЗМ АРМЕНИИ  
В ЮРСКИЙ ПЕРИОД

(120 — Геология)

Дорогому  
Степану Барсеговичу  
Абовяну

с искренним уважением

АВТОРЕФЕРАТ

от автора

диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

5031

Работа выполнена в Институте геологических наук АН Армянской ССР.

Официальные оппоненты:

1. Академик АН Азерб. ССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор **Ш. А. Азизбеков.**
2. Академик АН Азерб. ССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор **М. А. Кашкай.**
3. Академик АН Арм. ССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор **К. Н. Паффенгольц.**
4. Доктор геолого-минералогических наук, профессор **Р. Н. Абдуллаев.**

Ведущее предприятие: Производственный геолого-разведочный трест Управления цветной металлургии Совета Министров Армянской ССР.

Защита диссертации состоится в октябре 1970 г. на заседании Ученого совета Института геологии им. акад. И. М. Губкина по присуждению ученых степеней по геолого-минералогическим наукам.

Ваш отзыв в 2-х экземплярах просим направить по адресу: Баку-5, ул. Низами, 67, Институт геологии АН Азерб. ССР.

Автореферат диссертации разослан «20» августа 1970 г.

Ученый секретарь Ученого Совета  
канд. геол.-мин. наук

(И. А. Ширванзаде)

Юрские вулканические образования имеют широкое распространение на территории северо-восточной части Малого Кавказа. В геолого-структурном отношении они приурочены к крупной Сомхето-Карабахской геосинклинальной зоне, охватывающей значительную территорию северной, северо-восточной и юго-восточной областей Армянской ССР и сопредельных с нею районов Азербайджанской и Грузинской ССР.

В истории геологического развития Малого Кавказа юрский период был ознаменован крупными перестройками структуры региона и бурным проявлением вулканизма, приведшим к образованию сложных комплексов эффузивных, пирокластических, субвулканических и интрузивных пород. Роль юрского вулканизма значительна еще и в том отношении, что в пределах его развития сосредоточены главные медные, полиметаллические, серноколчеданные и баритовые месторождения Армении, парагенетическая связь которых с вулканизмом несомненна.

Учитывая большое научное и практическое значение изучения палеовулканизма республики, с 1955 г. в Институте геологических наук АН Арм. ССР автором ведутся исследования по проблеме «Юрский вулканизм Армении». Кроме того, по заданию Правительственных органов республики автор принимал участие в изучении геологического строения главных колчеданных месторождений Армении с целью выяснения их перспектив и расширения сырьевой базы, а также в подсчете генеральных запасов Кафанского месторождения.

В представленной работе приводятся результаты 13-летнего изучения юрского вулканизма Армении.

Собранный материал обрабатывался разнообразными современными методами. Приведенный в настоящей работе большой химико-аналитический материал в количестве 230 анализов в основном относится к породам рудоносных районов и характеризует эффузивы обычного для юрских образований типа. Наряду с результатами силикатных анализов

приводится материал и по химико-спектроскопическому изучению эффузивных пород и аксессуарных минералов. Исползованы также результаты металлометрических съемок по Алавердскому и Кафанскому рудным районам в количестве 8500 анализов.

В работе в значительной мере использованы также результаты геохронологических (радиологических и оптических) определений вулканогенных образований.

Рассматриваемая работа состоит из введения, 16 глав, объединенных в трех частях, заключения и литературы.

В первой части рассматриваются общие вопросы, как история исследования юрского вулканизма Армении, структурное положение юрской вулканогенной формации, геологическое строение Сомхето-Карабахской зоны и вопросы, связанные с терминологией, употребляемой в тексте.

Вторая часть работы посвящена геологической и петрографической характеристике продуктов юрской вулканической деятельности в Алавердском, Шамшадинском и Кафанском антиклинориях, а также интрузивной деятельности Сомхето-Карабахской зоны и ее связи с юрским вулканизмом Армении.

В третьей части работы впервые разбираются более специальные вопросы — процессы постмагматического метаморфизма, петрохимические, петрогенетические и геохимические особенности юрских вулканогенных образований, типы извержений и фаціальное положение, основные закономерности развития вулканизма в Сомхето-Карабахской зоне и их место в системе Альпийского складчатого пояса в юрское время, а также роль юрского вулканизма в металлогении Армении.

## Ч А С Т Ь I

### Глава I. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА АРМЕНИИ

Область развития юрского вулканизма Армении еще с давних времен (II—I столетия до н. э.) привлекала к себе внимание исследователей своими природными богатствами. На описываемой территории находятся такие крупные медно-колчеданные месторождения Кавказа, как Алаверди, Ахтала,

Шамлуг и Кафан, история эксплуатации которых насчитывает свыше ста лет. Наличие двух крупных складчатых рудных районов — Алавердского и Зангезурского — заставило исследователей свое внимание сосредоточить именно на этих территориях, знакомство с которыми обуславливалось чисто практическими запросами рудной промышленности. Остальные обширные территории развития юрского вулканизма долгое время оставались не изученными.

Первые сведения об изверженных породах мезозоя Сомехо-Карабахской геотектонической зоны, в которой широкое развитие имеют юрские вулканогенные образования, содержатся уже в наиболее ранних трудах, посвященных геологии рудоносных районов. Некоторые работы этого периода носили характер довольно беглых и поверхностных описаний и приводимые в них основные сведения о месторождениях и слагающих их породах не соответствуют современным определениям и взглядам. Это естественно, т. к. большинство определений пород в ранних геологических работах основывались на макроскопических описаниях, не сопровождавшихся химическим и микроскопическим исследованиями.

До 1955 г. юрские вулканогенные образования Армении не были предметом специального изучения. Их стратиграфией в различные годы занимались Г. В. Абих, К. Редлих, П. Бонне, В. Ф. Пчелинцев, К. Н. Паффенгольц, А. Т. Асланян, В. Г. Акопян, Н. Р. Азарян и др. и она разработана сравнительно подробно. Однако в противоположность этому петрографическое изучение продуктов юрского вулканизма велось слабее и в основном объектом исследований явились районы нахождения медных и полиметаллических месторождений северной и южной Армении — Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Кафан. Вопросы петрографии вулканогенных образований сравнительно полно освещены в работах В. Г. Грушевого, В. Н. Котляра, О. С. Степаняна и П. Ф. Сопко, относящихся именно к этим районам; однако и эти работы по своему характеру не претендовали на специальные исследования вулканологического значения. Другие же обширные территории развития юрского вулканизма — Шамшадинский, Иджеванский, Красносельский, Кафанский и др. районы оставались вне сферы исследования.

За время, прошедшее после опубликования первого, далеко не полного, сведения по мезозойскому вулканизму Восточного Закавказья («Геология СССР», т. IX, 1941), накопился значительный фактический материал, который позволяет в значительной мере осветить картину юрского вулканизма Армении, во всем ее многообразии.

## Глава II. СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА АРМЕНИИ

Юрские вулканогенные образования в основном развиты в Сомхето-Карабахской геотектонической зоне, представляющей собой крупный антиклинорий первого порядка, который протягивается вдоль северных и северо-восточных склонов Малого Кавказа и ограничивается Куринским межгорным прогибом на северо-востоке и Севано-Акеринским синклинорием на юго-западе. Зона эта протягивается в северо-западном направлении более чем на 300 км при ширине от 40 до 60 км.

В юрский период наиболее интенсивно вулканизм проявился в положительных структурах зоны в пределах Алавердского, Шамшадинского и Кафанского антиклинориев, переживавших в это время режим погружения.

Однако в вопросе определения границ Сомхето-Карабахской зоны среди исследователей имеются некоторые разногласия. Так, если отнесение Алавердского и Шамшадинского антиклинориев к единой структурно-металлогенической зоне не вызывает споров, то положение, занимаемое в тектонической структуре Малого Кавказа Кафанским антиклинорием является предметом оживленных дискуссий и разногласий. Полученные нами данные подтверждают имеющиеся взгляды о принадлежности указанных рудных районов к единой тектоно-магматической зоне; они свидетельствуют о большом сходстве между указанными районами, выражающемся в фациях и формациях юрских отложений, мезозойском магматизме, а также в характере и одновозрастности рудообразования.

Что касается определения юго-западной границы Сомхето-Карабахской зоны на ее среднем участке в пределах Се-

ванского хребта, то помимо ранее полученных данных (Р. Н. Абдуллаев, А. А. Габриелян, Е. Е. Милановский, Л. Н. Леонтьев), отрицающих юрский возраст мощной вулканогенно-осадочной толщи, слагающей водораздельную часть хребта, нами получены новые данные об отнесении их к эоцену. Развитые в бассейне р. Гетик биотитовые трахиты, также ранее относившиеся к юрскому возрасту, по радиологическим определениям датируются  $41 \pm 2$  млн. лет, что соответствует эоцену. Полученные данные позволяют северо-восточную границу Сомхето-Карабахской зоны протягивать не через бассейн р. Гетик и юго-западный склон Севанского хребта, а через хребет Мурхуз и северо-восточный склон Севанского хребта.

Из перечисленных структур Алавердский антиклинорий представляет крупное асимметричное брахиантиклинальное поднятие, южное крутое крыло которого погружено под третичные образования Севано-Акеринской зоны, а северное, более пологое — под кайнозойские отложения Куринской депрессии. Шамшадинский антиклинорий занимает площадь междуречья Дебед и Агстев, крылья его также пологие, на северо-восточном фланге они прорваны Шнох-Кохбской гранитоидной интрузией.

Кафанский район развития юрского вулканизма в южной Армении представляет собою брахиантиклинальное поднятие со сравнительно пологими овальными складками. Участок Кафанского рудного поля представляет собою типичную брахиантиклиналь.

### Глава III. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СОМХЕТО-КАРАБАХСКОЙ ЗОНЫ

В пределах Армении юрский вулканизм наиболее интенсивно проявился в Сомхето-Карабахской тектонической зоне.

В геологическом строении зоны принимают участие преимущественно вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования мезозойского возраста, которые в разных местах рвутся интрузивными образованиями того же возраста. Подчиненное значение в геологическом строении зоны имеют палеогеновые и еще меньшее — палеозойские образования.

По возрасту наиболее древними образованиями считаются метаморфические сланцы Мурхузского хребта.

Генезис и возраст этих сланцев являются одним из кардинальных вопросов геологии Малого Кавказа и Армении в частности. В зависимости от генезиса указанных образований, соответственно решается также вопрос о возрасте древнего кристаллического субстрата центральной части Малого Кавказа.

До последнего времени мнения исследователей (К. Н. Паффенгольц, А. Т. Асланян, И. Н. Ситковский и др.) по этим вопросам расходятся.

Исследования, проведенные нами, а также результаты радиологических определений позволяют сделать два важных вывода.

1. Наличие древнего субстрата в центральной части Малого Кавказа подтверждается, однако, по своему возрасту он соответствует не кембрию-докембрию, а концу пермского периода или границы перми и триаса. Возраст метаморфизма этих сланцев датируется 235 млн. лет.

Не подтверждаются взгляды, согласно которым мощность юрских вулканогенных образований в Сомхето-Карабахской мезозойской интрагеосинклинали достигает 10 км.

2. Метаморфические сланцы образуются в результате процессов регионального метаморфизма. Допущению контактного метаморфизма, вызванного внедрением гранитоидных интрузивов, противоречат, с одной стороны, отсутствие в этой области гранитоидных массивов досреднеюрского возраста, а с другой — полное отсутствие сколько-нибудь заметных признаков контактного метаморфизма, в описанных сланцах (отсутствуют такие характерные минералы, как андалузит, силлиманит, дистен, кордиерит и др.).

На описанном метаморфическом субстрате, залегающем сравнительно неглубоко в Сомхето-Карабахской складчатой зоне, отлагались осадки юры и частично мела.

В истории юрского вулканизма Армении выделяются два этапа развития вулканической деятельности: нижне (?) — среднеюрский и средне—верхнеюрский.

Разрез юрских образований начинается средним лейасом, отложения которого трансгрессивно налегают на метаморфи-

ческие сланцы палеозоя и выражены терригенной фацией. До последних лет довольно спорным остается вопрос о наличии вулканогенной нижней юры на Малом Кавказе и в Армении, в частности. На всем Малом Кавказе не установлена нижняя граница описываемой вулканогенной толщи, кроме того, они сами нигде ни фаунистически, ни флористически точно не датированы. Породы, относимые к нижнеюрской вулканогенной толще, занимают сравнительно ограниченные площади и отмечаются в Алавердском, Шамшадинском и Кафанском антиклинориях. Отнесение толщи к нижней юре обосновывается ее резким петрографическим отличием от всех вышележащих пород, интенсивным зеленокаменным изменением, трансгрессивным налеганием на нее осадочной толщи нижнего байоса в Кафанском районе и, наконец, результатами радиологических определений, дающих 175 млн. лет.

После небольшого перерыва, намечающегося на границе нижней (?) и начала средней юры, вулканическая деятельность возобновляется с новой силой и продолжается все среднеюрское время. Результатом этой деятельности является последовательное образование толщ плагиоклазовых, кварц-плагиоклазовых и кварцевых андезитовых порфиритов.

Наиболее полно фаунистически охарактеризованы вулканогенные образования среднего и верхнего байоса и бата, среди которых более широким развитием пользуются байосские образования. Последние представлены различными порфиритами и их пирокластами с прослоями нормально-осадочных морских отложений с фауной.

Среди ниже-среднебайосских вулканогенных образований Армении наиболее древними являются темно-серые, иногда фиолетово-серые плагиоклазовые андезитовые порфириты верховья р. Ахум. Помимо геологических данных, подтверждающих возраст указанных порфиритов, получены также результаты оптического определения абсолютного возраста, позволяющие датировать их как низы среднего байоса ( $167,5 \pm \pm 1,5$  млн. лет).

Среднеюрский вулканизм Армении завершается мощными излияниями кварцевых плагиопорфиров, весьма характерных для верхнего байоса Сомхето-Карабахской зоны. Возраст

этих пород как геологическими, так и радиологическими данными (160 млн. лет) определяется как верхний байос.

К концу верхнего байоса вулканическая деятельность заметно затухает — излияния лав сменяются выбросами лапиллиево-туфового материала, местами накапливаются известняки — происходит образование верхнебайос-батской (?) сложной туфогенно-осадочной толщи.

Батские отложения имеют более ограниченное распространение и представлены в основном песчаниками и туфопесчаниками с подчиненным количеством вулканогенных пород.

Верхнеюрские вулканогенные образования пользуются наиболее широким распространением и представлены преимущественно пирокластическими и туфогенно-осадочными отложениями. Почти всюду келловейские образования трансгрессивно налегают на вулканогенные породы средней юры, они главным образом представлены вулканогенно-осадочными образованиями с линзами и силами вулканогенных пород. После относительно короткого перерыва в оксфорде вулканическая деятельность возобновляется с новой силой и носит уже резко выраженный взрывной характер. Относительно мало мощные и редкие потоки лав плагиоклазовых и диабазовых порфиритов, а также витроандезитов подчинены мощной толще туфоконгломератов и туфобрекчий, сцементированных сильно известковистыми слоистыми туфопесчаниками.

В дотитонское время происходит внедрение субвулканических тел (кварцевых) альбитофиров, возраст которых по геологическим и радиологическим данным (131—140 млн. лет) определяется как верхнеюрский.

#### Глава IV. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ

Для пояснения используемой нами терминологии в настоящей главе дается истолкование некоторых терминов и понятий.

В частности, в работе разбираются термины «вулканическая формация», «вулканический комплекс», «вулканиче-

ский цикл» и др. В вопросе наименования эффузивных пород мы, в основном, придерживались классификации и терминологии, предложенной А. Н. Заварицким.

В результате отсутствия специальных петрографических работ по юрским вулканогенным образованиям Армении, разными авторами, одним и тем же образованиям были даны разные названия, которые часто не отражали ни их состава, ни морфологии, ни специфических черт пород. В работе проведена определенная систематика по вулканогенным породам юры Армении.

В основу наименования пирокластических пород положена классификация вулканогенных обломочных горных пород, принятая Комиссией на Первом Всесоюзном вулканологическом совещании. Однако в работе разбирается ряд терминов, толкование которых до настоящего времени остается дискуссионным.

## ЧАСТЬ II

### Глава V. ЮРСКИЕ ВУЛКАНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ АЛАВЕРДСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ

Юрские вулканогенные образования в Алавердском антиклинории имеют довольно большое распространение. В северо-западной части региона, в районе гор Лок и Джандар, они подстилаются кристаллическим массивом палеозоя-допалеозоя (?), в северной и северо-восточной частях юрские вулканогенные образования трансгрессивно покрываются отложениями мела, имеющими в области значительное развитие. Юго-западное крыло антиклинория представлено палеогеновыми образованиями, начинающимися лютетским ярусом, залегающим трансгрессивно на более древних отложениях.

Наиболее полный и характерный разрез юрских вулканогенных образований Алавердского антиклинория наблюдается по линии Ахтала-Шамлуг-Ленрудники, стратиграфический разрез которой по нашим данным следующий (снизу вверх):

1. Лейас(?)—аален. Толща зеленокаменных пород — эпидотизированные, хлоритизированные, уралитизированные порфириды различного состава, их лавобрекчии, туфы и туфобрекчии.

Породы, слагающие эту толщу, являются наиболее древними в Алавердском рудном районе. Подстилающие их породы здесь эрозией не вскрыты, что не дает возможности установить истинную мощность толщи. Видимая мощность порфиритовой толщи составляет около 400 м, а мощность туфобрекчий варьирует от 400 до 1000 м.

2. Байос. Кератофиры, их туфы и туфобрекчии мощностью до 100 м.

3. Байос—бат. Шахтахская вулканогенно-осадочная толща (мощность 450 м), фациально переходящая в туфопесчаники т. н. алавердской свиты.

4. Бат. Толща пироксеновых порфиритов общей мощностью 100-200 м.

5. Келловой. Полимиктовые аркозовые песчаники (мощность 50—150 м).

6. Оксфорд. Пироксеновые андезитовые порфириды, перемежающиеся с вулканическими брекчиями и маломощными пачками песчаников и туфов (мощность 200—300 м).

7. Оксфорд. Фиолетовые «звонкие» туфы г. Лалвар (мощность 40—50 м).

В пределах Алавердского антиклинория наряду с вулканической деятельностью имело место появление разнообразных по составу и условиям залегания субвулканических образований. Здесь широкое развитие имеют также дайки, связанные с мезозойским эффузивным циклом; они в основном выполняют трещины, являющиеся самыми ранними, обычно характеризуются близмеридиональным направлением и представлены: 1) плагиоклазовыми порфиритами, 2) андезитовыми порфиритами, 3) диабазами, пикритовыми диабаз-порфиритами, 4) кератофирами, 5) альбитофирами и 6) кварцевыми плагиопорфирами.

История геологического развития района в основном определяется развитием и эволюцией вулканической деятельности. В развитии вулканизма района наблюдается определенная цикличность, обусловленная эволюцией магмы, тесно связанной с тектоническим развитием области.

Контурсы современной структуры Алавердского рудного района начали вырисовываться в начале юрского периода и обусловлены поднятием Алавердского антиклинория.

В начале юрского периода были сформированы толщи зеленокаменных пород. Спокойное и медленное излияние пор-

фиритовых лав, происходящее в морских условиях, чередовалось с бурным извержением их пирокластических аналогов.

Формирование вулканогенной толщи сопровождалось медленной эволюцией магматического очага с дифференциацией магмы от основной (диабазовой) в сторону более кислых разновидностей.

Извержение пирокластических пород, формировавших кошабертскую свиту, послужило предвестником угасания вулканической деятельности. Наступает относительно небольшой перерыв вулканической деятельности, изменяется направленность колебательных движений на этом участке земной коры, отмечается постепенное воздымание области.

Появление в толще пород более кислого состава, вероятно, обусловлено возникновением дополнительных магматических камер, в которых происходила локальная дифференциация остаточного магматического расплава, давшего небольшие тела кварцевых плагнопорфиров в пределах Ахтальского месторождения и на правом берегу р. Дебед. Возраст этих пород по радиологическим данным датируется 163 млн. лет.

После короткого перерыва продолжается излияние уже дифференцированной до кислого состава магмы, давшей породы дацитового состава («кератофировая» толща). Излияние кислой лавы сменяется извержением взрывного характера, образующим вулканические брекчии, туфы и пирокластические породы. Формированием «кератофировой» толщи (или т. н. «рудоносного горизонта») завершается первый цикл юрской вулканической деятельности в пределах Алавердского антиклинория. Формирование кератофирового горизонта, подобно образованию исходных пород зеленокаменной толщи, происходило в прибрежных условиях, в обстановке быстрых и резких колебаний земной коры.

С завершением первого цикла вулканической деятельности наступает некоторый покой. На значительной территории господствовали морские условия. В восточной части рудного района происходило отложение терригенной свиты туфогенных песчаников (алавердская свита).

В западной части одновременно с осадконакоплением в морских условиях продолжалась вулканическая деятельность, поставляя материал для формирования вулканогенно-осадоч.

ной—шахтахтской толщи. Этот участок земной коры в течение байоса и бата отличается сильной неустойчивостью, что обуславливает одновременность вулканической деятельности и процессов седиментации, а иногда и размыва. Образование вулканогенно-осадочной толщи обусловлено действием большого количества мелких вулканов (паразитических конусов), которые в дальнейшем подвергались эрозии, образуя терригенные продукты, и иногда сохранились в виде отдельных некков, представляющих жерловую фацию вулканических аппаратов.

В конце формирования вулканогенно-осадочной толщи происходит усиление вулканической деятельности. Продукты этого нового вулканического цикла залегают местами несогласно на «шахтахтской» и «алавердской» толщи. Этот новый этап вулканической деятельности вначале характеризуется взрывным характером, образуя пирокластические продукты, при этом изредка происходили небольшие излияния пироксеновых андезитовых порфиритов. В дальнейшем интенсивность вулканической деятельности усиливается и изливаются мощные покровы лав среднего и средне-основного состава, которые к концу цикла вулканической деятельности вновь приобретают взрывной характер и образуют пирокластические материалы по составу близкие к лавам.

Таким образом, начало нового цикла вулканической деятельности, образующего вулканогенно-осадочный и вышележащий сложный комплекс пород, не является нормальным в смысле обычного хода дифференциации магматического очага. После затухания вулканической деятельности рассматриваемый район испытывал постепенное длительное погружение, в результате чего образовались мощные толщи осадочных пород, представленных песчаниками и грубообломочным материалом.

Юрский этап вулканизма завершается внедрением больших массивов альбитофиров, являющихся крайними кислыми членами дифференцированного магматического очага (возраст альбитофиров по радиологическим данным датируется 131—138 млн. лет).

## О возрасте и генезисе вулканических пород г. Лалвар

В геологии Алавердского антиклинория важным является положение г. Лалвар, где решается ряд важных вопросов всего Алавердского рудного района: возраст и взаимоотношения гранитодных интрузивов, альбитофиров и их роль в рудообразовании. Кроме того, до последнего времени в литературе имелись указания о наличии в районе вершины г. Лалвар ископаемого вулкана третичного (а по другим данным—юрского) возраста.

Исследованиями установлено, что г. Лалвар не является вулканом, она представляет собою горное сооружение, в геологическом строении которой принимают участие вулканогенно-осадочные образования от средней юры до среднего эоцена включительно (с базальным конгломератом, отделяющим юру от эоцена и являющимся основанием образований третичного периода). Циркообразная котловина горы является не кальдерой вулкана, а представляет результат ледниково-эрозионных процессов послетретичного времени.

Интрузивные тела, слагающие центральную часть горного сооружения, представлены альбитофирами до третичного возраста (абсолютным возрастом 138 млн. лет) и гранит-гранодиорит-порфирами послесреднеэоценового времени (36—42 млн. лет), которые лишены следов оруденения.

## Глава VI. ЮРСКИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МЕЖДУРЕЧЬЯ АГСТЕВ-ДЕБЕД

(восточное крыло Алавердского антиклинория)

По геологическому строению восточное крыло Алавердского антиклинория несколько отличается от центральной ее части более упрощенной схемой развития. Вулканогенным образованиям юрского периода, занимающим большую территорию, до последнего времени не уделялось достаточного внимания.

Наиболее древними образованиями исследованной территории являются диабазовые и андезитовые порфириты толщи зеленокаменных пород, их туфы и туфобрекчии. Возраст по-

род этой толщи по радиологическим данным соответствует 175 млн. лет. Отнесение вулканических образований района Аксибаринского месторождения к порфирирам толщи зеленокаменных пород нашими исследованиями не подтверждается.

Сравнительно подчиненное развитие в описываемой области имеют порфириды байосского возраста, которые в основном известны в центральной части Междуречья. Однако, несмотря на их малую распространенность, они представлены значительно широким рядом разнообразных порфиритов. Толща байосских образований завершается альбитизированными дацитами и их пирокластами, считающимися аналогами кислых эффузивов («кератофиров») Алавердского района.

Небольшое развитие имеют также батские образования. Большей частью они представлены вулканогенно-осадочными и морскими отложениями—туфоконгломератами, туфобрекчиями, туфами, аркозовыми и глинистыми песчаниками. Вулканические образования занимают резко подчиненное место и представлены небольшими потоками плагиоклазовых и пироксеновых андезитовых порфиритов.

Верхнеюрские образования представлены келловейскими, оксфордскими и кимериджскими нормально-осадочными и вулканогенно-осадочными породами, которые приурочены к крылу Алавердского антиклинория, переходя на восток в Иджеванский синклиорий. Среди указанных пород значительную часть составляют известняки, песчаники, туфоконгломераты, туфобрекчии, туфопесчаники, туффиты и туфы. Вулканогенные породы, представленные небольшими потоками андезитовых порфиритов, в образованиях келловей и оксфорда занимают резко подчиненное место.

Весь этот комплекс пород прорывается впервые выявленными небольшими субвулканическими и интрузивными телами андезито-дацитового, диоритового и габбрового составов. По морфологии в основном это штоко — и реже силлообразные тела, наиболее крупный из которых—это штокообразное тело Тапақ кар (вершина Куратап).

Возраст указанных образований по радиологическим данным  $119 \pm 2$  млн. лет, что соответствует нижнемеловому времени.

## Глава VII. ЮРСКИЕ ВУЛКАНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ШАМШАДИНСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ

Описываемая территория, сложенная дислоцированными мезозойскими и кайнозойскими вулканогенно-осадочными отложениями, подстилается эопалеозойским метаморфическим субстратом.

Стратиграфический разрез юры Шамшадинского антиклинория снизу вверх следующий:

1. Лейас(?). Толща зеленокаменных порфиритов и их пирокластитов с прослоями песчанико-сланцевых отложений. Видимая мощность толщи составляет около 1000—1200 м.

2. Нижний — средний байос. Темно-серые, иногда фиолетово-серые плагиоклазовые порфириты верховья р. Ахум. В южной части г. Гей-сар мощность порфиритов около 500 м.

3. Верхний байос. Кварцевые плагиопорфиры, представленные эффузивными и пирокластическими образованиями. Мощность толщи в восточной части описываемой территории обычно составляет 450—500 м, только местами доходит до 800 м, а к западу она постепенно уменьшается иногда до нескольких метров.

4. Верхний байос—бат(?). Маломощные горизонты вулканогенно-осадочных образований, в которых преобладают алевролиты, песчаники и туфопесчаники. Средняя мощность толщи около 100—120 м.

5. Келловей. В основании представлен крупнозернистыми туфопесчаниками и песчаниково-сланцевыми отложениями, сверху переходящими в серо-фиолетовые порфириты и их лавобрекции. Разрез завершается грубозернистыми песчаниками. Мощность толщи около 100 м.

6. Оксфорд—кимеридж. Представлен порфиритами, туфобрекциями, туфами, туфогенными песчаниками и известняками, а также более нормальными осадочными образованиями — конгломератами, песчаниками и глинистыми сланцами. Вулканогенные образования в общем разрезе занимают подчиненное место, среди которых наибольший интерес представляют шарообразные диабазовые порфириты. Мощность толщи около 1000 м.

7. Титон—нижний неоком(?). Нижняя часть толщи (300 м) содержит вулканогенный материал и сложена переслаиванием грубых туфобрекций и порфиритов, при мощности отдельных прослоев до 50 м. Западнее порфириты фашиально замещаются пирокластитам.

В Шамшадинском антиклинории дайки, связанные с юрским вулканизмом, имеют очень ограниченное развитие. Среди немногочисленной серии дайковых пород к юрским образованиям относятся несколько даек плагиоклазовых порфи-

ритов и единичные дайки кварцевых плагиопорфиров, по-видимому, являющиеся корнями излияния среднеюрских кварцевых плагиопорфиров.

В начале юрского периода (в лейасе /?/) были сформированы порфиры зеленокаменной толщи, представленные диабазовыми и андезитовыми их разновидностями. В первый период вулканической деятельности извержение происходило почти непрерывно, в результате чего формировалась мощная толща лав, изредка перемежающаяся с осадочными или пирокластическими материалами, в последний этап формирования толщи спокойное излияние лав сменяется взрывным характером извержения, доставляющего на поверхность земли большое количество пирокластического материала. Формирование толщи происходило в условиях мелководного морского бассейна. В ниже-среднеюрское время происходит формирование Гейсарских фиолетовых порфиритов с абсолютным возрастом 164 млн. лет.

После непродолжительного перерыва, вновь начинается излияние уже дифференцированной до кислого состава магмы, давшей сначала покровы и субвулканические тела кварц-плагиопорфирового состава, а в конце цикла — пирокласты преимущественно дацитового состава, являющиеся крайними членами дифференцированного ряда. Следует отметить, что большая часть излияний кварц-плагиопорфировой магмы происходила в субареальных условиях, однако вместе с тем имеются и признаки, указывающие на формирование толщи в условиях глубокого моря.

Формированием кварц-плагиопорфировой толщи завершается первый, наиболее активный, цикл вулканической деятельности этой области. С завершением первого цикла наступает некоторый покой. На значительной территории описываемой области господствуют морские условия.

Второй цикл вулканической деятельности по своему размаху значительно уступает первой. Он проявляется в виде отдельных небольших очагов и выражен маломощными и небольшими по площади образованиями преимущественно среднего и основного состава. Нижние горизонты указанных образований представлены плагиоклазовыми и пироксеновыми андезитовыми порфиритами. Характерной чертой этих образова-

ний является то, что обычно верхние части разрезов венчаются туфогенно-осадочными образованиями, которые в значительной степени преобладают над вулканическими.

В батское время происходит регрессия байосского моря и образуются мелководные, почти субконтинентальные терригенные породы нередко с косою слоистостью и с обильными остатками растительности.

В келловейское время вся описываемая территория была охвачена трансгрессией. Только местами имели место небольшие вспышки вулканической деятельности.

Наиболее характерными образованиями среди келловейских пород являются серо-фиолетовые порфириды и их лабобрекчии, сравнительно широко развитые восточнее с. В. Агдан. Абсолютный возраст этих пород соответствует 146 млн. лет.

В оксфордское время келловейское море значительно отступает на север в сторону Куринской депрессии. Описываемая территория на короткое время освобождается от водного покрова. Новое погружение области наступает в конце нижнего оксфорда. Начальный период погружения знаменуется бурной вспышкой вулканических извержений, которые сначала происходили в субареальных, а затем продолжались в подводных условиях. После затухания вулканической деятельности рассматриваемая территория испытывает постепенное погружение, в результате чего образуются мощные толщи осадочных пород, представленные известняками, песчаниками и другими мелкообломочными осадочными материалами, указывающими на глубокий характер моря.

## Глава VIII. ЮРСКИЕ ВУЛКАНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАФАНСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ

Наиболее полный разрез юрских вулканогенных образований южной Армении известен в Кафанском районе у одноименного месторождения. Материал полученный именно здесь, имеет то преимущество, что благодаря наличию густой сети горных выработок и глубоких буровых скважин, оказа-

лось возможным наиболее точно выяснить взаимоотношения развитых здесь различных магматических образований и их возраст. Участок Кафанского рудного поля представляет собой брахиантиклиналь, стратиграфический разрез которой, снизу вверх, следующий:

1. Лейас(?). Брекчиевидные эпидотизированные порфириды. Видимая мощность толщи — 1000 м.
2. Нижний байос. Туфопесчаники нижней туфо-осадочной серии. Максимальная мощность достигает до 100 м.
3. Средний байос. Плагноклазовые и кварц-плагноклазовые порфириды. Мощность толщи около 700 м.
4. Средний байос. Кварцевые порфириды. Мощность варьирует от 100 до 350 м.
5. Верхний байос. Туфопесчаники верхней туфо-осадочной серии. Мощность пород составляет около 150—200 м.
6. Оксфорд—кимеридж. Туфоконгломераты и туфобрекчии, чередующиеся с известняками и туфопесчаниками. Общая мощность всей толщи — 1500 м. Этой мощной толще подчинены отдельные потоки диабазовых порфиритов, витроандезитов и плагноклазовых фиолетовых порфиритов.

Весь комплекс юрских вулканических пород прорывается довольно многочисленными, хотя и занимающими незначительную площадь субвулканическими и жильными породами.

В пределах Кафанского рудного поля развиты небольшие тела габбро-диоритовых пород, возраст и генезис которых, а также их отношение к оруденению, разными исследователями трактовались по-разному. В настоящее время на основании многочисленных геологических данных, установлено, что эти образования относятся к меловому времени и по отношению к оруденению являются пострудными.

В Кафанском антиклинории в роли субстрата выступают метаморфизованные породы палеозоя (См-D), залегающие на глубине порядка 1200—1500 м, и история геологического развития юрского периода фактически начинается с нижнеюрского времени.

В этот период происходили мощные излияния лав трещинного типа, образующие толщу зеленокаменных пород, формирование которой произошло в подводных условиях, в прибрежной зоне.

Вулканическая деятельность такого характера протекала, видимо, на протяжении всей нижней (?) юры и только в конце ее она затухает и указанная территория вновь (после кратковременного поднятия) погружается, затопляясь морем. Этот период истории Зангезура (Кафанская антиклинальная зона) оставляет после себя вполне определенный геологический документ, представленный туфоосадочными образованиями (нижняя осадочная серия). Трансгрессивное налегание последних на породы нижней (?) юры свидетельствует не только о перерыве в вулканической деятельности, но и о кратковременном поднятии района и незначительной регрессии моря.

После сравнительно небольшого перерыва вновь возобновляется вулканическая деятельность, которая продолжается все среднеюрское время. В байосе здесь образуются мощные свиты плагиоклазовых, кварц-плагиоклазовых и кварцевых порфиритов, являющихся результатом недалеко зашедшей дифференциации магмы от средне-основной к средней. Следует отметить, что в это время несколько изменяется и характер вулканической деятельности — параллельно с трещинными излияниями значительную роль здесь играли взрывные извержения центрального типа. В течение всей средней юры в области господствуют подводные условия, хотя и не исключена возможность существования мелких вулканических островов.

К концу средней юры вулканическая деятельность постепенно затухает — излияния лав сменяются выбросами лапиллиево-туфового материала, усиливается седиментация терригенного материала, местами накапливаются известняки — происходит образование верхней осадочной серии. Трансгрессивное залегание верхнеюрской вулканогенно-осадочной толщи с небольшим угловым несогласием на породах средней юры, выпадение из разреза отложений бата и келловея и, наконец, наличие маломощного пласта базальных конгломератов с гальками пород средней юры, залегающего над породами верхнего осадочного комплекса средней юры, является следствием проявлений крупных колебательных движений на границе средней и верхней юры и указывает на то, что часть

среднеюрской толщи была приподнята над морем во время позднедонецкой орофазы и подвергалась размыву.

С этой же фазой связано формирование субвулканических образований кварцевых плагиопорфиров и альбитофиров, которыми, вероятно, и обусловлено проявление предверхнеюрского металлогенического цикла.

Начало верхнеюрской эпохи характеризуется затишьем вулканической деятельности. Происходит накопление туфоосадочных пород с богатой морской фауной, местами переходящих в рифовые известняки. После кратковременного затишья вновь возобновляется вулканическая деятельность, носящая уже резко выраженный взрывной характер. Потоки лав плагиоклазовых андезитовых и диабазовых порфиритов, а также витроандезиты резко подчинены мощной толще туфоконгломератов и туфобрекчий, сцементированных сильно известковистыми слоистыми туфопесчаниками. Излияние в верхнеюрское время происходило из многих центров, которые в основном локализованы в отдельных участках.

Анализируя историю геологического развития Закавказья в юрский период, мы приходим к выводу, что этот период является временем господства значительных тектонических движений и чрезвычайно интенсивного проявления вулканизма, при этом излияния и выбросы лавового материала происходили последовательными этапами, начиная с наиболее основных, так называемых зеленокаменных диабазовых порфиритов и кончая внедрением альбитофиров, иначе говоря, в общем магматическом развитии юрского периода наблюдается эволюция магмы от основного состава к кислому.

## Глава IX. ИНТРУЗИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЕЕ СВЯЗЬ С ЮРСКИМ ВУЛКАНИЗМОМ АРМЕНИИ

До последнего времени на Малом Кавказе, кроме Атабек-Славянского гранитоидного интрузивного массива (Азербайджан), другие юрские интрузии не были известны.

В настоящее время в Армении установлен ряд интрузивных массивов юрского времени, являющихся результатом закономерного тектонического развития Сомхето-Карабахской

зоны. По времени формирования (149—159 млн. лет) юрские интрузивы, в основном, попадают в «вилку» между двумя вулканическими циклами, т. е. в тот период геосинклинального развития, когда Сомхето-Карабахская зона в конце верхнего байоса и в начале бата испытывала некоторое воздымание. Обычно эти интрузии представлены достигающими площади нескольких десятков квадратных километров гранитоидными массивами, сформировавшимися в гипабиссальных условиях; в основном они характеризуются особенностями, свойственными гранитоидным интрузивам формации малых глубин (по В. С. Коптев-Дворникову), которые преимущественно представлены плагиогранитами.

В Армении наиболее значительными по площади юрскими интрузивами являются Ахпатский массив в Алавердском антиклинории и Шамшадинская группа интрузивов в одноименном антиклинории.

Интересно отметить, что как по петрохимическим особенностям, так и по ассоциациям аксессуарных минералов интрузивные породы гранитоидного состава и кварцевые плагиопорфиры Армении характеризуются многими общими чертами и принадлежат к единой петрохимической ассоциации с ярко выраженным известково-щелочным составом, для которых характерны резко повышенное содержание натрия и калия и перенасыщенность глиноземом.

Небольшая во времени геологическая разобщенность байосских кварцевых плагиопорфиров Шамшадинского антиклинория и следовавших за ними крупных плагиогранитовых интрузивов указывает на сопадение внедрения интрузивов со складкообразованием предбатского времени.

Все отмеченные интрузивы Сомхето-Карабахской зоны — Ахпатский, Тавушский, а также Атабек-Славнянский в Азербайджане преимущественно сложены плагиогранитами, тождественными также по минералого-петрографическим особенностям. Кроме того, между породами (плагиогранитами) описываемых интрузивных массивов, с одной стороны, и субвулканическими и эффузивными кварцевыми плагиопорфирами, с другой, имеется много общего, указывающего на комагматичность описываемых образований.

Глава X. ПОСТМАГМАТИЧЕСКИЙ МЕТАМОРФИЗМ  
В ЮРСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ  
ОБРАЗОВАНИЯХ АРМЕНИИ

Подвергшиеся метаморфизму вулканогенные образования юры по качественному составу изменений можно разделить на два типа, соответственно связанных с двумя главными типами метаморфических процессов, проявившихся в вулканогенных толщах: 1) процессы автометаморфизма и зеленокаменного изменения, имеющие широкое региональное развитие, и 2) процессы низкотемпературного, гидротермального метаморфизма, имеющие ограниченное, локальное развитие.

Всем описываемым породам в большей или меньшей степени свойственны явления метасоматического изменения, среди которых наиболее типичны серицитизация, альбитизация, хлоритизация, в меньшей степени (локально) — каолизацация, карбонатизация, эпидотизация. Более интенсивно затронуты изменениями пирокласты, в связи с их большой проницаемостью для движения растворов. Наряду с деятельностью растворов и эманаций, поступающих из самого застывающего магматического очага, при метаморфизме играло роль и воздействие более поздних гранитоидных интрузий. Ход процессов метаморфизма усложнялся и в случае излияния порфиритовых или кварц-плагипорфириновых лав в подводных условиях, когда в круг реакций входила морская вода и растворенные в ней соли.

Процессы первой группы приводят, в конечном счете, к образованию примерно сходных, однотипных минеральных парагенезисов и наиболее широко распространены в описываемых породах, затрагивая вулканогенные образования почти всех возрастов. Среди процессов этой группы могут быть выделены: 1) процессы сугубо зеленокаменного изменения, свойственные преимущественно породам основного (базальтового, андезито-базальтового) состава и 2) процессы пропилитизации, свойственные преимущественно породам среднего (андезитового) и кислого состава.

Процессы гидротермального метаморфизма локализуются обычно в гораздо более узких участках, по преимуществу в тектонически-ослабленных трещиноватых зонах, в которых с наибольшей интенсивностью могла проявляться деятельность низкотемпературных гидротермальных растворов, в том числе также в приконтактовых ореолах гранитоидных интрузий и субвулканических образований кварцевых плагиопорфиров и альбитофиров, которые или внедряются в породы вулканогенных толщ, или залегают на небольшой глубине непосредственно под ними.

Следует отметить, что некоторые исследователи гидротермальное изменение пород в юрской вулканогенной формации Армении приписывают только фумарольно-сульфатарной деятельности основных и средних по кислотности эффузивных образований, игнорируя при этом активную роль кислых субвулканических образований. Такое представление не находит своего подтверждения в природе, т. к. оно не учитывает не только состава магмы, объема выделений эманаций, но также состав изменяемых пород и глубинности.

Автометасоматические и регионально-метаморфические процессы характеризуются, в общем, сравнительно однообразным направлением изменения первичного минерального состава вулканогенных пород, в совокупности приводящим к образованию качественно сходных минеральных парагенезисов,

## Глава XI. ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮРСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ АРМЕНИИ

В юрский период образование вулканических пород происходило в ходе ряда последовательных излияний и по своему составу соответствует магме средне-основной кислотности. Вулканизм юрского периода начинается излиянием порфиров зеленокаменной толщи, позже он развивается в сторону покисления, образуя мощные толщи кварцевых плагиопорфиров. После значительного перерыва магма снова приобретает основной характер, а в конце цикла умеренно кислый состав.

Однако, несмотря на такой широкий диапазон проявлений вулканизма, давшего продукты, от основного до кислого состава, извержение их во времени происходило довольно закономерно и при этом сохранились основные, «кровные» характерные черты пород. Такую сложную эволюцию магматической деятельности, по-видимому, следует объяснить, с одной стороны, тектоно-магматическим развитием области, а с другой—гетерогенным составом магмы.

Среди юрских вулканических образований в петрохимическом отношении наибольший интерес представляют породы зеленокаменной толщи и кварцевые плагипорфиры.

Процесс формирования зеленокаменной толщи был довольно длительным, что объясняется медленной эволюцией магматического очага, причем довольно ясно наблюдается направленность дифференциации магмы в сторону повышения ее кислотности. Следует отметить, что первые члены зеленокаменной толщи представлены порфиригами более основного состава, приближающимися к диабазам, которые в дальнейшем переходят в породы среднего состава, в значительной степени доминирующие в верхах этой толщи. Дацитовые порфириты завершают формирование зеленокаменной толщи. В целом магма эта отвечает основному составу, характеризующемуся высокими содержаниями железо-магнезиальных окислов—CaO, MgO и FeO и низким содержанием щелочей. Петрохимические особенности пород зеленокаменной толщи указывают на их близость к породам базальтового ряда. Характерной чертой этих пород является относительно высокое содержание натрия и его преобладание над калием.

Полученные данные по юрским кварцевым плагипорфирам свидетельствуют о значительной близости всех кислых эффузивов и субвулканических образований из различных районов Армении. Во всех породах (за исключением отдельных случаев, являющихся результатом локальных изменений), содержание SiO<sub>2</sub> укладывается в довольно узком интервале от 65 до 70%, что примерно соответствует магме липаритового состава.

Общая устойчивость содержания характерна и для щелочей, суммарное количество которых обычно заключено в пределах 4—5% при постоянном преобладании натрия над калием. Более значительные колебания испытывает содержание щелочно-земельных окислов—железа, извести и магнезии.

Приведенные данные позволяют, несмотря на отдельные отклонения, говорить о едином химическом типе магмы юрских плагиопорфиров, насыщенной кремнеземом, относительно слабо насыщенной щелочами и основаниями, умеренно насыщенной глиноземом. Преобладание натрия над калием при общем низком содержании щелочей несколько отличает эту магму от среднего типа липаритовой или риолитовой по Дэли (к которому она ближе всего подходит по остальным характеристикам). Это обстоятельство подчеркивает некоторое своеобразие рассматриваемого типа магмы. Имеются также местные отклонения в сторону трахилипаритового (калиевый подтип) и липарито-дацитового (при повышении количества оснований) типов магмы.

Интересно отметить, что армянская плагиопорфировая серия пород характеризуется также повышенной титанистостью с содержанием  $TiO_2$  до 1% тогда как в большинстве других образований этой формации она составляет обычно—0,3—0,4%.

Генезис кварцевых плагиопорфиров, который является одним из кардинальных вопросов геологии, на примере Армении, связывается с эволюцией основной магмы, происходившей в относительно неглубоко залегающих очагах, в результате сочетания процессов дифференциации основной магмы, которые шли в сторону появления кислых членов, с процессом ассимиляции кислых и средних пород осадочного субстрата.

Полученные данные по юрским вулканическим породам Армении позволяют допустить, что родоначальной магмой, породившей разнообразные типы пород описываемой формации, явилась—базальтовая. Все породы образовались от неё или путём дифференциации или глубинной ассимиляции вмещающих пород, на что указывают близкие «кровные» черты почти всех описываемых пород. Исходя из этого можно допустить, что питание вулканов в этот период, вероятно, происходило из единого подкорового магматического резервуара. Та-

кое представление с одной стороны обосновывается на примере современных вулканов Камчатки и Курильских островов, с другой—на основании геофизических данных.

В петрохимическом отношении юрские вулканические породы Армении относятся к базальт—дацитовому (липаритовому) ряду известково-щелочного характера и лишь иногда обладают повышенной щелочностью. Общее направление изменения кислотности магмы во времени характеризуется переходом от пород основного состава к кислому. Мнение о спилито-кератофировом характере этой формации не подтверждается. Продукты юрского вулканизма отличаются преобладанием щелочных алюмосиликатов над кальцевыми и, что очень характерно, резким преобладанием натрия над калием. Обычно они бывают пересыщены глиноземом и характеризуются повышенным содержанием железа (с преобладанием закисного железа над окисным) и магния при сравнительно малом количестве кальция. Содержание магния колеблется в значительных интервалах (от 0,1 до 10%), при этом в колебаниях намечается следующая закономерность—в начале вулканического цикла наблюдается повышенное содержание магния, а в конце содержание магния постепенно понижается, достигая минимума в альбитофирах.

При изучении юрских вулканогенных образований приходилось особое внимание обращать также на миндалевидные включения, которыми так богаты породы описываемой формации.

Значение миндалин для определения природы лавовых потоков в последние годы приобрело свое сугубо научное значение. Однако, изучая миндалины, исследователи в основном, главное внимание обращали на форму и общий характер выполнения миндалин минеральным веществом. Вместе с тем, как показали детальные петрографические исследования юрских эффузивов Армении, наряду с указанными признаками в расшифровке морфологических особенностей лавовых потоков, их внутреннего строения, химической природы и условий формирования, важное значение имеют также состав слагающих миндалины минеральных ассоциаций, пространственное расположение последних внутри миндалин и характер структуры основной массы пород, вмещающих миндалины. Иссле-

дования показали, что изучение минералогического состава, их ассоциаций и форм минералов могут пролить свет на такие вопросы, как строение потока, температура автотематоморфических процессов, химическая природа магмы, ее газовые эманации и флюиды и т. д.

## Глава XII. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮРСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ АРМЕНИИ

С целью изучения распределения микроэлементов в породах юрской вулканогенной формации Армении нами были использованы результаты 661 спектрального анализа, а также результаты металлометрических съемок по Алавердскому и Кафанскому рудным районам в количестве около 8500 спектральных анализов пород.\*

Для пород юрской вулканогенной формации Армении намечается следующая специфичность микроэлементов. Почти для всех пород основного и средне-основного состава характерна ассоциация Zn, Cu, Pb, Ni, Co, Cr и Ga. Для кислых разновидностей отмечается значительное содержание Ti, Be, Zr, Sr и Yb.

Кларковые и вышекларковые содержания V, Cr, Co, Ni, Ti в породах зеленокаменной толщи дают прямое указание об их принадлежности к базальтовой магме. Присутствие V, Ti, Ni, Cr в кислых разновидностях пород, т. е. элементов, характерных для пород основного и среднего состава этой формации, указывает на генетическую связь кислых и основных пород и позволяет относить их к дифференциатам единого магматического очага. С другой стороны—следует указать, что в кислых продуктах юрской формации ни в одной пробе не были обнаружены такие элементы, как W, Hf, Nb, Ta, Cd, Sn, In, La, Ce, являющиеся характерными элементами для пород, возникших из гранитоидной магмы.

---

\*. Анализы произведены в спектральных лабораториях ИГЕМ АН СССР, ИГН АН Арм.ССР и КИМС-а.

Полученные данные позволяют нам сделать вывод, что в описываемой формации устанавливается преемственность ассоциаций микроэлементов, характерных для родоначальной базальтовой магмы, кислыми конечными продуктами, что указывает на существование единой базальт-диабазитовой серии пород, характерной для геосинклинальных областей.

Изучение геохимических особенностей разновозрастных толщ описываемой вулканогенной формации показывает, что полученные данные настолько четки, что в известной степени могут служить коррелятивами при изучении и сравнении трудно датированных вулканических толщ и пространственно связанных с ними субвулканических, пластовых и жильных образований.

Полученные данные позволяют сделать очень важный вывод, касающийся металлогенической специализации магмы.

Присутствие в породах юрской вулканической деятельности  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Pb$  в значительных содержаниях (выше кларка) указывает на геохимическую близость продуктов юрского вулканизма и пространственно локализованного в них глазного колчеданного оруденения Армении. При этом следует отметить, что почти во всех вулканических образованиях Самхето-Карабахской геотектонической зоны намечается полное отсутствие  $Mo$ . Это обстоятельство в достаточной степени проливает свет на возможную генетическую связь пространственно тяготеющих к образованиям юрской вулканогенной формации главных колчеданных месторождений Армении.

### Глава XIII. ТИПЫ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ИЗВЕРЖЕНИЙ И ФАЦИАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

В юрское время вулканическая деятельность в Армении происходила как на суше (субареальный тип извержений), так и в прибрежных или подводных, преимущественно мелководных, условиях. Интенсивные и разнообразные вулканические события этого периода привели к формированию слож-

ных комплексов эффузивных толщ, субвулканических образований и к накоплению пирокластических пород.

**Типы вулканических извержений** Довольно большая сложность тектонического строения описываемого региона, а также палеотипный характер вулканической формации затрудняют окончательное решение вопросов о типе извержений и о природе подводящих каналов, т. е. было ли извержение центрального или трещинного характера. Судя по разнообразию вещественного состава лав, характеру соотношений лав и пирокластолитов в разрезах свит и различиям в мощности покровов, можно заключить, что типы вулканических извержений были различными, начиная от взрывных или пароксизмальных типов извержений с выбросом большого количества рыхлых продуктов до спокойных излияний гавайского типа, давших более выдержанные по мощности и по составу покровы лав основного состава. В зависимости от характера господствовавшего в определенный период тектонического режима, в одних случаях летучие компоненты магмы более длительное время удерживались в ней, способствуя преимущественно эксплозионному или взрывному характеру вулканической деятельности. В других же случаях тектонический режим способствовал более медленной и спокойной отдаче летучих и тем самым — преимущественно лавовому характеру извержений.

Обильные накопления пирокластического, в особенности, грубообломочного материала (туфобрекчии и пр.) в некоторых участках разреза вулканогенной юры Армении дают возможность предполагать присутствие здесь нескольких вулканических центров или очагов зон, располагавшихся в районах современных Алавердского, Шамшадинского и Кафанского антиклинориев.

Эти выводы относятся в основном к порфиритовым толщам лейаса, байоса, бата и отчасти оксфорда. С другой стороны, в отношении лавовых и пирокластических образований кислого состава — кварцевых плагиопорфиров, принадлежащих к вулканогенной толще верхнего байоса, имеющиеся данные указывают скорее на трещинный тип излияний, вероятно, локализовавшихся зон, вытянутых по простиранию

соответствующих тектонических структур (Алавердский и Шамшадинский антиклинории).

**Фациальные типы вулканических образований.** Детальное изучение геологического положения различных членов юрской вулканической формации армянской части Малого Кавказа и их петрографических особенностей позволяет на описываемой территории выделить три основные группы фаций: 1) лавовые, 2) пирокластические и 3) субвулканические.

Лавовая группа фаций пользуется относительно наибольшим распространением. Значительная часть этой группы пород формировалась в подводных условиях (зеленокаменные порфириды, кварцевые плагиопорфиры, порфириды разных типов и др.).

Образования лавовой фации, относящейся как к субэвразийской, так и к подводной субфациям, представлены преимущественно среди ниже-среднеюрских отложений; отдельные маломощные лавовые покровы верхнеюрского времени в Шамшадинском, Кафанском и меньше в Алавердском антиклинориях тесно перемежаются с мощными горизонтами пирокластических образований — туфов, туфобрекчий, туффитов и пр. К субфациям подводных излияний относятся лаво-пирокластические толщи, для которых характерно наиболее сильное наложение зеленокаменного метаморфизма. Эти образования характеризуются частым переслаиванием и тесными взаимопереходами с вулканогенно-осадочными и осадочными отложениями, образующими характерную геосинклинальную вулканогенно-осадочную формацию.

О подводных условиях формирования вулканогенных толщ свидетельствуют также мандельштейновые текстуры самых вулканогенных пород и их шаровые (подушечные) формы отдельности.

**Пирокластическая фация.** Изученные пирокластические породы делятся на две крупные генетические группы: 1) породы, образовавшиеся главным образом за счет продуктов вулканической деятельности, в которых осадочный материал совершенно отсутствует (туфы, лавобрекчии) или присутствует в подчиненном количестве (туффиты) и 2) по-

роды, образовавшиеся под влиянием экзогенных процессов (туфопесчаники, туфоконгломераты).

В зависимости от генезиса пирокластических пород определяется фациальное положение этих пород. Существенное значение при формировании этих пород имеет и то обстоятельство, что отложение выброшенного материала происходило на суше, в континентальном водном бассейне (озеро и пр.) или в морском водоеме (в его прибрежной или более глубокой зоне). Большинство мощных толщ вулканогенной юры, включающих агломератовые туфы, туфоконгломераты и туфопесчаники, вероятно, образовалось как в результате непосредственного отложения рыхлого материала вулканических выбросов на дно мелководных водоемов (озера, мелкое море вблизи островов и пр.), так и за счет перемещения первоначально отложенного на суше рыхлого материала по склонам вулканов водными потоками, осыпями, оползнями и пр.

Субвулканическая фация. В процессе изучения эффузивных толщ юры, среди них удалось выделить образования субвулканической фации, формирование которых происходило в близповерхностных условиях — на небольшой глубине. Для кислых пород замечается тесная связь между эффузивными и субвулканическими образованиями, причем последние по времени внедрения являются более поздними, чем породы лавовой фации.

Мнение об отнесении кварцевых альбитофиров и альбитофиров северной Армении к более глубинным — гипабиссальным фациям не подтверждается.

Для субвулканических образований более основного состава (разнообразные порфириды, диабазы и близкие к ним породы) тесная связь с эффузивными фациями менее характерна. Некоторая часть этих образований, по-видимому, может быть связанной с более глубоко залегающим очагом, другая же часть ближе связана с соответствующими по составу лавовыми и подводными излияниями и представляет, может быть, корни этих излияний.

## Глава XIV. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА АРМЯНСКОЙ ЧАСТИ СОМХЕТО-КАРАБАХСКОЙ ЗОНЫ

В ранней юре Малый Кавказ вступает в новый — альпийский этап своей геологической истории развития. После субплатформенного режима герцинского времени на Малом Кавказе начинается период геосинклинального погружения, сопровождающегося бурной вулканической деятельностью.

Начало нового этапа характеризуется раскалыванием доальпийского субстрата и возникновением разломов глубокого заложения. Этот период знаменуется формированием крупного Анкавано-Зангезурского глубинного разлома, по которому территория Малого Кавказа делится на две резко отличные друг от друга структурно-формационные зоны — Сомхето-Карабахскую эвгеосинклинальную и Мисхано-Зангезурскую геоантиклинальную.

В первой из указанных областей — в Сомхето-Карабахской зоне, в отличие от соседней, происходит трогообразное спускание области и превращение ее в глубокую прогнутую первичную геосинклинальную зону с чрезвычайно интенсивным развитием вулканической деятельности. Вулканические образования в пределах армянской части Сомхето-Карабахской зоны выступают в наиболее крупных положительных тектонических структурах, слагая Алавердский, Шамшадинский, Кафанский антиклинории.

В юрский период в Сомхето-Карабахской зоне происходят интенсивные дифференцированные движения, которыми обусловлено бурное проявление вулканизма. В общей истории юрского вулканизма выделяются два вулканических цикла, отделенных перерывом в осадконакоплении с довольно значительным размывом. Циклы эти обнаруживают некоторую повторяемость развития и в эволюции магмы.

Формированию продуктов первого вулканического цикла предшествуют слабые нисходящие движения земной коры на описываемой территории Малого Кавказа. На ряде участков можно видеть, как на метаморфический комплекс пород среднего — верхнего палеозоя (Локский массив, бассейны рр. Асрик и Ахум) налегают юрские терригенные образования.

Вслед за отложением грубообломочного материала в прибрежной полосе юрского морского бассейна происходит отложение более глубоководных осадков, впоследствии превращенных в песчаники и глинистые сланцы. Дальнейшее погружение Сомхето-Карабахской зоны, по-видимому, приводит к образованию глубоких расколов, способствующих подъему базальтовой магмы, продукты которой имеют довольно широкое распространение в пределах Алавердского, Шамшадинского и Кафанского антиклинориев.

Извержения в начальной стадии цикла имели спокойный характер и сопровождались сравнительно незначительным выбросом пирокластических материалов — туфобрекчий, туфов и пр. и, по-видимому, принадлежали к трещинному типу.

На первой стадии первого вулканического цикла местами проявлялась тенденция к воздыманию, появились архипелаги островов вулканического происхождения; характер извержений несколько изменился, чаще и в гораздо большем количестве начал выбрасываться пирокластический материал в основном андезитового и дацитового состава. Одновременно возникали вулканические центры, извергавшие различные по составу магматические продукты (чередование образований андезитового и дацитового состава); трещенный тип извержений сменяется центральным. Частые и мелкие колебания морского дна приводили к чередованию вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных образований различного характера. В завершающей стадии вулканического цикла, в верхнебайосское время, в результате дальнейшего дифференциального поднятия, особенно в период максимального воздымания, сопровождавшегося разрывом, происходят грандиозные по масштабу извержения вулканических продуктов кислого состава, приведшие к формированию кварц-плагипорфировой толщи.

Одновременно с формированием кварц-плагипорфировой толщи в северной Армении в пределах наметившегося к этому времени Алавердского поднятия формируется так называемый «рудоносный горизонт» Алавердского рудного района, представленный «кератофирами».

Извержением кислой магмы завершается первый вулканический цикл юрского периода.

Второй вулканический цикл охватывает период от бата до оксфорда включительно. Этот этап также начинается постепенным опусканием области, сопровождаемым накоплением конгломератов и песчаников. Однако в этом этапе тектонический режим отдельных частей Сомхето-Карабахской зоны приобретает несколько различный характер, что выражается в свойственных им тенденциях к поднятию или погружению. Если в северной Армении происходило постоянное погружение области с интенсивным проявлением на отдельных участках вулканической деятельности, как напр., район г. Шахтахт, извергавшим в громадном количестве вулканический материал, то в южной Армении в этот период, по-видимому, еще сохранились условия вздымания и интенсивные процессы размыва, ярким свидетельством чего является отсутствие батских отложений в Кафанской антиклинальной зоне. В келловее и оксфорде вулканическая деятельность вновь активизируется и получает довольно широкое развитие по всему региону, однако по своей интенсивности и масштабам распространения она значительно уступает среднеюрскому вулканизму. В период геоантиклинального воздымания области происходит внедрение больших массивов субвулканических тел липаритового состава (альбитофиры).

## Глава XV. ПОЛОЖЕНИЕ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА АРМЕНИИ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЮРСКИХ ГЕОСИНКЛИНАЛЕЙ АЛЬПИЙСКОГО ПОЯСА КАРПАТО-КРЫМСКО-КАВКАЗСКОЙ ОБЛАСТИ

Юрский вулканизм Армении отвечает одному из этапов в истории мезозойского вулканизма Кавказа, а в более общем смысле — и всего альпийского пояса, частью которого он является.

Вулканизм геосинклинального типа, развивавшийся в прогибах альпийского складчатого пояса юго-восточной Европы и Малой Азии, наиболее интенсивно проявился в центральной его части и менее интенсивно — в областях, примыкающих к платформам. На Малом Кавказе интенсивное проявление геосинклинального вулканизма началось в ранне-

юрское время, на Большом Кавказе — ниже-среднеюрское, в Крыму — в среднеюрское, а на Восточных Карпатах — в меловое.

Если на Кавказе, в Горном Крыму и в Динаридах в течение юрского периода происходило интенсивное погружение прогибов, заполнявшихся чрезвычайно мощными терригенными и карбонатными осадками и эффузивно-пирокластическими образованиями, то в Карпато-Балканской части альпийского складчатого пояса — на севере Балканского хребта, в Болгарии, в Банате и в Восточных Карпатах — продолжали сохраняться условия, близкие к платформенным.

В настоящей главе рассматриваются 3 группы вопросов: 1) сопоставление юрского вулканизма армянской части Малого Кавказа с азербайджанской частью, 2) сопоставление юрского вулканизма геосинклиналей Малого Кавказа с юрским вулканизмом различных зон Большого Кавказа, а также Грузинского срединного массива и 3) положение Малого Кавказа в юрское время в альпийском поясе.

При сопоставлении данных о юрском вулканизме Армении с результатами изучения юрского вулканизма в Азербайджанской части той же Сомхето-Карабахской тектонической зоны Малого Кавказа выступает очень большое сходство, чего и следовало ожидать из сходства геотектонического положения данных районов.

Выделенные здесь Р. Н. Абдуллаевым главнейшие этапы полностью согласуются с историей юрского вулканизма в армянской части Малого Кавказа. Такую же аналогию мы встречаем и в вещественном составе образующихся вулканических продуктов, в соотношениях лавовых и пирокластических фаций, а также в среднем химическом составе вулканогенных образований, характерных для различных этапов юрского вулканизма.

В строении геосинклинальной зоны Большого Кавказа юрским вулканогенным толщам принадлежит также большая роль.

Общая последовательность событий здесь несколько иная, чем в зоне Малого Кавказа. Сопоставление показывает, что в Грузинской зоне нижеюрский вулканизм выражен гораздо слабее и представлен преимущественно проявлениями кисло-

го состава, которые не параллелизуются с нижнеюрскими вулканическими образованиями Армении и Азербайджана. Таким образом, вулканизм начальных стадий развития этих двух юрских геосинклиналей протекал здесь по-разному. Это, может быть, отражает неравномерное опускание геосинклинального трога в указанных двух геосинклинальных зонах.

Вулканизм среднеюрской эпохи проявился во всей геосинклинальной зоне, но также несколько различно в отдельных ее частях. В западной части — это была эпоха массовых излияний и средней магмы, частично подводного характера. В восточной части — это была эпоха более умеренного проявления основного магматизма и в то же время усиленного проявления кислого (байосская толща кварцевых плагиопорфинов). Эти обстоятельства, по-видимому, являются указанием на существенную роль частичных поднятий в байосское время, способствовавших активизации кислого магматизма и проявившихся только в восточной части зоны.

Еще более существенные различия в характере вулкано-генных проявлений между восточной и западной зонами констатируются для эпохи верхней юры. В Грузии в эту эпоху вулканизм проявился слабо, причем максимум его активности приходится на кимериджское время, в то же время на Малом Кавказе проявления верхнеюрского вулканизма были более мощными и проявились в несколько более раннюю эпоху — оксфорде.

В другой, Северо-Кавказской, геосинклинальной зоне юрский вулканизм проявился несколько по другому, чем в грузинской ветви той же геосинклинали. Общая последовательность событий и петрографический состав излияний стоят здесь ближе к соответствующим образованиям юры Малого Кавказа, причем сходство здесь более значительное, чем между грузинской и малокавказской зонами. Общим является, во-первых, резкое преобладание эффузий в нижнеюрское время и сходство их качественного состава. В обоих случаях — это производные основной щелочно-земельной магмы, вдобавок формировавшейся в близких условиях (субазральных и подводных) с широким развитием пирокластов. Развитие вулканизма на начальных стадиях формирования геосинклинального прогиба, следовательно, шло сходным образом как в се-

северо-кавказской, так и в малокавказской геосинклиналях. Значительное сходство имеется и в характере последующей «средне-кислой» стадии развития вулканизма, с тем различием, что в северо-кавказской зоне она протекала на несколько более раннем этапе — в конце нижней или в самом начале верхней юры, чем на юге. Для северо-кавказской зоны характерна также приуроченность очагов кислого вулканизма к периферическим зонам геосинклинального прогиба, в которых, по-видимому, периодически имели место движения положительного знака (поднятия). Как было показано выше, именно эти особенности тектонического режима, по-видимому, проявились и в Малом Кавказе в период начала средней юры.

Аналогичная закономерность в последовательности излияния лав наблюдается также в Крыму, Карпатах, Балканах и других геосинклинальных зонах.

Анализируя основные черты истории развития юрского вулканизма разных геосинклиналей европейской части Альпийского пояса находим:

1. Во всех геосинклинальных зонах в юрское время имела место вулканическая деятельность. Однако по силе интенсивности и ее роли в развитии геосинклиналей она выражалась различно. По роли юрского вулканизма (кстати, как и более молодого — мелового и кайнозойского) Балканы, Карпаты, Динариды, Горный Крым и Б. Кавказ резко уступают Малому Кавказу и в частности Армении (в этом отношении из геосинклиналей Советского Союза М. Кавказ, пожалуй, можно сравнить лишь с Камбой—Рудным Алтаем, восточным склоном Южного Урала и Камчаткой).

2. Основное отличие геосинклиналей Б. и М. Кавказа заключается в том, что М. Кавказ в юрское время (да и позже) представлял самую типичную эвгеосинклиналь, не имеющую себе равных по роли вулканизма в ее развитии среди альпийских геосинклиналей, в которых подавляющая часть всего заполняющего геосинклиналь материала происходит за счет подъема глубинного магматического материала в эффузивных и интрузивных формах, тогда как геосинклиналь Б. Кавказа — это скорее миогеосинклиналь, в развитии которой вулканизм играет подчиненную роль. Объем юрской осадочной

формации в последней в целом гораздо больше объема вулканических образований.

3. Особой отличительной чертой в истории развития юрских геосинклиналей на Кавказе является этап их развития в байосское время, единственный период, когда вулканизм проявился на Кавказе грандиозно и почти повсеместно, в частности на М. Кавказе, на Грузинском срединном массиве, на южном крыле геосинклинали Б. Кавказа (Абхазия, Мегрелия, Сванетия, Кахетия), более слабо в ее осевой зоне (дайки и небольшие пласты диабазов Дагестана) и местами на северном крыле (Балкария).

4. От типа геологического развития этой зоны зависит и им обусловлена металлогеническая специализация, приводившая к образованию соответствующих типов месторождений полезных ископаемых, в частности, к формированию медно-колчеданных и барито-полиметаллических месторождений с содержанием значительного количества золота и серебра. К таким месторождениям, сходным с Шамлугским, Кафанским, Алавердским и Ахтальским, относятся Чирагидзор и Кедабек в Азербайджане (средняя—верхняя юра), Бор и Майданпек в Югославии (сенон-палеоцен)\*, Панагюрище в Болгарии (сенон), Маднеули (мел) в Грузии и т. д.

## Глава XVI. РОЛЬ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА В МЕТАЛЛОГЕНИИ АРМЕНИИ

Вопрос генезиса и возраста медно-колчеданного оруденения Армении является одним из кардинальных и спорных вопросов металлогении Кавказа. До последнего времени этот вопрос исследователями трактовался по-разному, причем решение этого вопроса развивалось в самых различных аспектах — от связи оруденения с основной магмой, выходы которой в виде диабазовых даек якобы послужили путями проникновения гидротерм (Эрн, 1910), до отнесения колчеданных месторождений Армении к типу осадочных и регенерированных (Саакян, 1960).

---

\* Как уже отмечалось в направлении к платформенным зонам происходит омолаживание как вулканической деятельности, так и оруденения.

В настоящее время о связи медно-колчеданного оруденения с магматизмом Армении имеются две основные точки зрения. Одни исследователи, склонны медно-колчеданное оруденение генетически связывать с кислыми субвулканическими образованиями — кварцевыми плагиопорфирами и альбитофирами юрского периода, другие — оруденение генетически связывают с кислыми гранитоидными интрузивами или их дериватами третичного периода.

При решении этой проблемы следует отличать два вопроса: 1. Возраст медно-колчеданного оруденения и 2. Его генетическая связь с определенными магматическими образованиями.

Какие данные имеются по определению возраста оруденения? Прежде всего, все главные медно-колчеданные месторождения Армении — Алавердское, Ахталское, Кафанское, Шамлугское в основном расположены в районах развития кислых субвулканических образований — кварцевых плагиопорфиров и альбитофиров юрского возраста. В Кафанском районе, интрузии, некоторыми исследователями рассматриваемые как очаг оруденения, по-видимому, мелового возраста, являются пострудными и отчетливо секут гидротермально измененные породы, руды и перекрывающие их верхнеюрские отложения и никакого отношения к оруденению не имеют. Нельзя согласиться также с мнением, что кварцевые плагиопорфиры и альбитофиры являются дериватами указанных интрузий. Эти образования являются разновозрастными и друг от друга отделены значительным интервалом времени. Многочисленными геологическими и радиологическими данными и прежде всего фактами отчетливого пересечения кварцевых плагиопорфиров и альбитофиров микродиоритами и габбродиоритами исключается возможность рассматривания первых как дериваты последних.

На юрский возраст оруденения указывает также степень гидротермальных изменений, охватывающих вмещающие породы в пределах рудных полей.

Процессы гидротермальных изменений, в частности в пределах Кафанского рудного поля, абсолютно не затрагивают образований верхней юры. Ни одна из около пяти тысяч за-

данных скважин на Кафанском месторождении не зафиксировала в породах верхней юры хоть малейших признаков гидротермального изменения; что лишний раз свидетельствует о доверхнеюрском возрасте оруденения. Некоторые исследователи, чтобы объяснить отсутствие гидротермального изменения в породах верхней юры Кафанского антиклинория, резко отрывают процессы рудообразования от гидротермального изменения вмещающих пород как по возрасту, так и по источнику этих растворов. Однако общепризнанно, что кислые магмы, дающие субвулканические образования кислого состава, сопровождаются более значительными по суммарному объему и разнообразными по составу газово-жидкими эманациями, чем эффузивные породы основного состава. С другой стороны, трудно представить совершенно «сухие» среднетемпературные рудные растворы без каких-либо эманаций, которые, циркулируя в трещинах, образовали только рудные жилы, без каких-либо изменений боковых пород.

Об отсутствии генетической связи между оруденением и габбро-диоритами говорит также факт пересечения гидротермально измененных зон и рудных тел габбро-диоритами, т. е. образованиями, которые рассматриваются некоторыми исследователями как очаг оруденения.

Приведенные данные подтверждаются также радиологическими данными. Так, для гидротермально измененных вмещающих оруденение пород—серицитолитов Шамлугского месторождения, установлен возраст 154—160 млн. лет, подтверждающий время проявления гидротермальных процессов, давших колчеданную минерализацию, в пределах от верхов байоса до низов келловея, что хорошо согласуется с представлением о предверхнеюрском возрасте кислых субвулканических образований Алавердского рудного района, с которыми ряд исследователей парагенетически связывает оруденение. Интересные данные получены также по Ахтальскому полиметаллическому месторождению. Абсолютный возраст оруденения и околорудноизмененных пород здесь составляет  $140 \pm 2$  млн. лет, указывая на то, что оруденение сформировалось в верхах верхней юры. По всей вероятности, оруденение Ахтальского полиметаллического месторождения следует связывать

с субвулканическими альбитофирами, возраст которых датируется как верхнеюрский (131—140 млн. лет).

В пользу точки зрения генетической связи оруденения с очагом среднеюрского вулканизма, помимо тесной пространственной и временной связи оруденения с конечными дифференциатами юрского магматического очага—с кварцевыми плагиопорфирами и кварцевыми альбитофирами, говорят также многочисленные другие, как геологические, так и геохимические данные: прежде всего, совпадение фаций глубинности экструзивно-эффузивных комплексов и оруденения, а также тесная пространственная связь оруденения с гидротермально измененными породами, причем последние строго локализованы в пределах ниже-среднеюрских образований, тяготея к их верхним горизонтам, а характер метаморфизма—развитие низкотемпературной пропилитизации, внешних фаций вторичных кварцитов, алунитизации свидетельствует о протекании этого процесса в близповерхностных условиях, т. е. позволяют говорить о его связи с вулканизмом. Характерно, что оруденение чаще всего локализуется в областях развития монокварцитов или кварцево-серицитовых пород с резким преобладанием кварца.

О близости рудных тел со среднеюрскими вулканогенными образованиями говорят также геохимические особенности пород.

Постоянное присутствие повышенных содержаний меди, цинка и свинца в юрских кварцевых плагиопорфирах и альбитофирах даёт прямые указания на связь оруденения с отмеченными кислыми субвулканическими образованиями натрового состава. С другой стороны, в юрских и меловых изверженных породах (в частности Кафанского антиклинория), практически полностью отсутствуют такие элементы, как молибден, вольфрам, ниобий, тантал, тафний, являющиеся весьма характерными для магматических пород третичного возраста соседней тектоно-магматической зоны (Каджаранское рудное поле), являющихся источником совершенно иного в геохимическом отношении молибденового оруденения, и наоборот, в последних отсутствуют серебро, сурьма и висмут, которые в постоянно повышенных содержаниях установлены в вулканогенных—вмещающих оруденение породах медно-

колчеданных месторождений Армении, в частности Кафана. Заниженные содержания меди, цинка, свинца и отсутствие молибдена, вольфрама, ниобия, тантала и гафния в неокомских интрузивах свидетельствует о пострудном характере этих пород и об отсутствии генетической связи между ними и породами Мегринского плутона, находящегося в совершенно другой тектоно-магматической зоне.

На генетическую связь медно-колчеданного оруденения юрским вулканизмом указывают также особенности состава акцессорных минералов в породах и рудах вулканогенной формации, свидетельствующие о закономерном возрастании роли летучих в конечных дифференциатах юрского магматического очага, а также о тесной пространственной связи оруденения с гидротермально измененными породами, причём, последние тяготеют только к породам юрской вулканогенной формации.

В «Заключении» работы кратко охарактеризованы основные закономерности развития юрского вулканизма Армении, представленного двумя циклами вулканической деятельности (ране-среднеюрский—добатский и средне-верхнеюрский), соответствующими двум тектоно-магматическим этапам развития юрской эвгеосинклинали. Выявлена закономерность эволюции химического состава магмы, доказывающая образование всех пород юрской вулканогенной формации, в том числе и кислых дериватов вулканической деятельности из родоначальной базальтовой магмы и принадлежность их к базальт-дацитовой формации пород; выявлено петрологическое значение миндалинов в формировании лавовых толщ. Доказывается комагматичность юрских интрузивных и эффузивных образований Сомхето-Карабахской зоны.

Геологическими и геохимическими данными устанавливается генетическая связь медно-колчеданного оруденения с кислыми субвулканическими образованиями юрской вулканогенной формации Армении.

**Основные положения по теме диссертации опубликованы в  
следующих работах:**

1. Рудовмещающие породы Кафанского рудного района в южной Армении. Изд. Кавказск. НТО Цветной металлургии СССР, 1956 (соавтор Ю. А. Лейе).
2. О возрасте субвулканических и гипабиссальных образований Кафанского рудного поля. ДАН Арм. ССР, т. XXIII, № 3, 1956. (соавтор С. С. Ванюшин).
3. К вопросу о возрасте, генезисе и перспективе Кафанского медно-полиметаллического месторождения. Труды Арм. геол. управления, № 1, 1957 (соавтор Ю. А. Лейе).
4. Основные петрохимические особенности мезозойского вулканического цикла Кафанского рудного района. Там же
5. Кафанского медное месторождение. Изд. Кавказск. НТО Цветной металлургии СССР, 1957 (соавторы С. С. Ванюшин и Ю. А. Лейе).
6. Данные об абсолютном возрасте Цавского интрузива, ДАН Арм. ССР т. XXV, № 4, 1957.
7. О барабатумских кварцевых порфиритах Кафанского района. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и географ. науки, т. XI, № 1, 1958.
8. Новая разновидность черного кальцита. ДАН Арм. ССР, т. XXVI, № 5, 1958.
9. По поводу статьи С. И. Баласаяна «К генезису основных дайковых пород Армении и прилегающих участков Малого Кавказа» Известия АН СССР, сер. геолог., № 6, 1958 (соавторы Г. А. Казарян, Ю. А. Лейе).
10. Изверженные породы горы Лальвар. Записки Арм. отд. Всес. мин. об-ва, № 1, 1959 (соавтор Г. А. Казарян).
11. Низкотемпературный дипирамидальный кварц из барабатумской серии порфиритов Кафанского района. Записки Арм. отд. Всес. мин. об-ва, № 1, 1959.
12. Новые данные о возрасте и условиях залегания кварцевых порфиров северной Армении. ДАН Арм. ССР, № 2, т. XXVIII, 1959 (соавторы П. Ф. Сопко, Н. М. Чернышов).
13. Юрский вулканизм Армении. В кн. «Проблемы вулканизма». Изд. АН Арм. ССР, 1959.

14. О связи оруденения с магматизмом (выступление в прениях). В кн. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых», Госгеолтехиздаг, 1960.
15. Основные черты истории развития мезозойского вулканизма Южной Армении. БМОИП, отд. геолог., т. XXXV, № 4, 1960 (соавтор Ю. А. Лейе).
16. Значение туфоосадочных толщ в понимании геологии и структуры Кафанского рудного района. Научно-технический сборник Гос. комитета СМ Арм. ССР по координации научно-исслед. работ, № 2, 1961 (соавтор Ю. А. Лейе).
17. Лалварский дюротьерит, ДАН Арм. ССР, т. XXXIV, № 1, 1962.
18. Основные черты юрского вулканизма Армении. Сб. «Вопросы вулканизма», Изд. АН СССР, 1962.
19. К геологии и петрографии юрских кварцевых плагиопорфиров Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, геолог. и географ. науки, т. XV, № 4, 1962 (соавтор А. П. Лебедев).
20. Химические составы изверженных и метаморфических горных пород Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1962. Коллектив авторов.
21. К геологии и петрографии юрских альбитофиров Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, геолог. и географ. науки, т. XVI, № 2, 1963 (соавтор Ю. А. Лейе).
22. К петрографии кератофиров Шамлуг—Ахталевского рудного поля. Записки Арм. отд. Всес. Минер. об-ва, вып. 2, 1963 (соавтор Г. А. Казарян).
23. Основные черты интрузивного магматизма Армении. Труды Института геологических наук АН Арм. ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1963. (Коллектив авторов).
24. Основные закономерности эффузивного магматизма Армении. Там же.
25. Об особенностях распространения микроэлементов в палеовулканических формациях Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, геол. и географ. науки, т. XVI, № 3, 1963 (соавторы Р. Т. Джрбашян, А. Х. Мнацаканян).
26. О юрских кварцевых плагиопорфирах Армении и о некоторых вопросах генезиса кислых эффузивов вообще. Сб. «Вулканизм Камчатки и некоторых других районов СССР» Изд. АН СССР, 1963 (соавтор А. П. Лебедев).
27. Путеводитель экскурсии VI Всесоюзного литологического совещания. Изд. АН Арм. ССР, 1963 (соавторы Р. Т. Джрбашян, М. А. Сатиан).
28. О связи колчеданных месторождений Армении с юрской вулканогенной формацией. Труды лаборатории палеовулканологии, вып. 2, 1963, Алма-Ата (соавтор Ю. А. Лейе).
29. Джархечское месторождение конгломератов и его перспективы. Промышленность Армении, № 5, 1964.
30. Развитие вулканической деятельности и основные петрохимические особенности вулканогенных образований Алавердского рудного района. Сб. «Вопросы геологии Кавказа», Изд. АН Арм. ССР, 1964.

31. Постмагматические процессы юрского вулканического цикла Малого Кавказа. Сб. «Проблемы вулканизма» (Материалы II Всес. вулк. совещ.). Петропавловск—Камчатский, 1964.
32. Значение миндалин для выяснения природы и строения лавовых потоков (на примере юрских эффузивов Армении). ДАН Арм. ССР, г. XXXIX, № 5, 1964 (соавтор Н. М. Чернышов).
33. О генезисе и возрасте древнего метаморфического субстрата центральной части Малого Кавказа. «Советская геология», № 1, 1965.
34. Геология жильных пород Кафанского рудного поля. ДАН Арм. ССР, т. XL, № 4, 1965 (соавтор Ю. А. Лейе).
35. Юрский вулканизм Армении. Изд. «Наука», 1965 (соавтор А. П. Лебедев).
36. Постмагматические процессы юрского вулканического цикла Малого Кавказа. Сб. «Современный вулканизм». Тр. Всес. вулканолог. совещения, Изд. «Наука», 1966.
37. Гидротермальный метаморфизм в юрских вулканогенных образованиях Армении. Сб. «Вопросы минералогии и петрографии Армянской ССР». Изд. АН Арм. ССР, 1966 (соавтор Ю. А. Лейе).
38. Основные этапы развития магматизма Малого Кавказа и его синхронность с Приморьем. В кн. «Проблемы геологии и металлогении вулканических поясов». Изд. Дальневосточного политехнического института, Владивосток, 1968.
39. Юрский вулканизм Армении и его роль в металлогении. В кн. «Вулканизм и формирования минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне (тезисы докладов III Всес. вулканолог. совещ.)», Львов, 1969.
40. Магматические формации Армянской ССР и связанные с ними полезные ископаемые. Материалы IV Всес. петрограф. совещ., Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1969. (соавторы Г. П. Багдасарян, С. Б. Абовян и др.).
41. О третичных кварцевых плагиопорфирах из Кафанского рудного поля. ДАН Арм. ССР, т. XLIX, № 5, (соавтор Ю. А. Лейе).
42. Закономерности развития эффузивного магматизма Армении. Материалы рег. петр. сов. по Кавказу, Крыму и Карпатам. Изд. ЦК КП Грузии, Тбилиси, 1969 (соавторы А. Т. Вегуни, Р. Т. Джрбашян, А. С. Остроумова, А. Х. Мнацакян, К. Г. Ширинян).
43. Юрские вулканогенные образования Алавердского рудного района. Геология Армянской ССР, т. IV (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.
44. Юрские вулканогенные образования Шамшадинского антиклинория. Геология Армянской ССР, т. IV (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970 (соавтор А. П. Лебедев).
45. Юрские вулканогенные образования Кафанского антиклинория. Геология Армянской ССР, т. IV (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.

46. Постмагматический метаморфизм в юрских вулканогенных образованиях Армении. Геология Армянской ССР, т. IV (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970 (соавтор А. П. Лебедев).
47. Петрохимические особенности юрских вулканогенных образований Армении. Геология Армянской ССР, т. IV (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.
48. Некоторые геохимические черты юрских вулканогенных образований Армении. Геология Армянской ССР, т. IV. (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.
49. Основные черты развития юрского вулканизма Сомхето-Карабахской зоны. Геология Армянской ССР, т. IV (Вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.
50. Субвулканические и интрузивные образования междуречья Агстев-Дебед. Известия АН Арм. ССР, сер. Науки о Земле, № 2, 1970 (соавтор З. О. Чибухчян).
51. Типы вулканических извержений и фациальное положение вулканических образований. Зап. Арм. отд. ВМО, № 4, 1970.
52. Вулканизм Армении. Геология СССР, т. XLIII «Армянская ССР» (соавтор К. Г. Ширинян). Изд. «Недра», 1970.  
Труды, находящиеся в печати
53. Пирокластические продукты юрского вулканизма Армении. Материалы Всесоюзн. совещ. по терминологии пирокластических пород. Изд. «Наука».
54. Положение юрского вулканизма Армении в истории развития юрских геосинклиналей альпийского пояса Карпато-Крымско-Кавказской области. Доклады советских геологов на IX Конгрессе Карпато-Балканской геологической ассоциации.

Кроме опубликованных трудов, многие вопросы, рассматриваемые в настоящей монографии докладывались и обсуждались также на I, II и III Всесоюзных вулканологических совещаниях (1959, 1964, 1969), на IX Конгрессе Карпато-Балканской геологической ассоциации (Будапешт, 1969), на IV Всесоюзном петрографическом (1969) и региональном петрографическом совещании Кавказо-Крымо-Карпатской области (1966), на Всесоюзном совещании по терминологии пирокластических пород (1968) и на других региональных и республиканских совещаниях.

1409