

ТРУДЫ ИНСТИТУТА
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ЕРЕВАН 1963



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԳԵՄԻԱ

ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏԻ

Ձեկույցներ հոբելյանական սեսիայում՝ նվիրված
ինստիտուտի հիմնադրման 25-ամյակին

Խմբագրությամբ
Հայկական ՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս
Ս. Ս. ՄԿՐՏՉԱՆԻ

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

УСДР-74.0.0.5

Т Р У Д Ы ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

*Доклады на юбилейной сессии,
посвященной 25-летию основания института*

Под редакцией
академика АН Армянской ССР
С. С. МКРТЧЯНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН

4 9 6 3



Представленные в трудах доклады освещают основные вопросы геологии Армянской ССР в свете тех задач, которыми занимается коллектив Института геологических наук АН Армянской ССР.

Все доклады, по разделам: тектоники, стратиграфии и палеонтологии, интрузивного и эффузивного магматизма, литологии, опыта разработки геохимических и геофизических методов поисков месторождений полезных ископаемых, геофизики, инженерной геологии и гидрогеологии минеральных вод — представлены группами авторов. Это обстоятельство способствовало более широкому охвату фактического материала и интерпретации его в наиболее унифицированном виде.

Два доклада посвящены общегеологическим теоретическим вопросам и выполнены на базе новейших данных геологической науки.

Книга представляет интерес для широкого круга геологов — производственников, научных работников, а также студентов геологических вузов, интересующихся геологией Армянской ССР.

С. С. Мкртчян

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК ЗА 25 ЛЕТ

Широкое развитие геологических исследований, разведочных и эксплуатационных работ, начавшееся после установления Советской власти в Армении, привело уже в 30-х годах к накоплению большого фактического материала. Требовалась углубленная научная проработка этого материала, необходимая для соответствующих обобщений и прогнозов и правильного направления дальнейших геологоразведочных работ. В связи с этим в 1935 г. при Совнаркомe Армянской ССР был создан Институт геологических наук. В феврале 1936 г., в связи с организацией Армянского филиала Академии наук СССР, институт был передан в систему этого филиала.

В начальный период это был небольшой коллектив, состоящий из 10 научных работников, возглавляемый энтузиастом горного дела, одним из основоположников изучения полезных ископаемых Кавказа, профессором О. Т. Карапетяном. На материалах, собранных в течение своей многолетней деятельности, им был создан замечательный музей, где собраны и систематизированы образцы горных пород и разнообразных полезных ископаемых, встречающихся в пределах Армянской ССР.

В создании института приняли также активное участие профессор О. С. Степанян, кандидат геолого-минералогических наук С. Т. Тигранян — первая в Армении женщина-геолог, А. М. Терзибашян, Ю. А. Арапов и многие другие.

Проведению научных исследований способствовали вете-

раны института Б. Г. Овакимян, Н. П. Мушегян, И. И. Мелик-Агамаян, С. И. Камсаракан и др.

Многое сделал для расширения деятельности института и укрепления его кадрами молодой в то время научный работник, кандидат геолого-минералогических наук, бывший директор института С. А. Мовсесян. Находясь в последующем на руководящей работе в республике, С. А. Мовсесян продолжал проявлять постоянную заботу об институте.

Большую научно-организационную работу по развитию института и отдельных отраслей геологической науки провел кандидат геолого-минералогических наук А. П. Демехин, свыше 10 лет бывший его директором. Наряду с руководством научной деятельностью института им было проведено углубленное исследование гидрогеологии Армянской ССР.

Благодаря постоянной заботе Совета Министров Армянской ССР и ЦК КП Армении, президиума Академии наук Армянской ССР и лично президента Академии академика В. А. Амбарцумяна, повседневно уделявшего большое внимание развитию геологической науки, за прошедшие 25 лет Институт геологических наук из небольшой научной организации вырос в крупный научно-исследовательский центр с разносторонней тематикой, многочисленными лабораториями, оснащенными современным оборудованием и аппаратурой. Ныне институт имеет восемь секторов, ряд лабораторий и кабинетов, музеев, богатую библиотеку.

От института одновременно отделились и стали в настоящее время самостоятельными научными центрами Водно-энергетический институт и Институт экономики.

На базе Горнометаллургического сектора института недавно был создан Горнометаллургический институт, успешно начавший свои работы.

В нашем институте развился ряд научных направлений, по которым он уже внес определенный вклад в советскую геологическую науку.

Одной из важнейших проблем, разрабатывавшихся институтом на протяжении всей его деятельности, было стратиграфическое расчленение горных пород, слагающих территорию республики. Как известно, на относительно небольшой ее площади, составляющей всего 29 тыс. кв. км, обнажается на поверхности

почти весь доступный изучению комплекс пород, слагающих земную кору: от метаморфических сланцев докембрия до современных отложений.

Основы стратиграфии вулканогенно-осадочных толщ, развитых на территории Армении и прилегающих к ней частей Малого Кавказа, были разработаны выдающимся исследователем геологии Кавказа К. Н. Паффенгольцем. Им же были составлены первые детальные геологические карты территории республики, послужившие основой для последующих более углубленных исследований.

На новом этапе исследований задача института заключалась в более детальном стратиграфическом расчленении горных пород, установлении возраста отдельных комплексов отложений, стратиграфическое положение которых не было выяснено.

Трудность задачи заключалась в широком развитии почти по всему геологическому разрезу вулканогенных образований, отсутствии в них органических остатков, в сложных фациальных взаимоотношениях их с нормальными осадочными породами при интенсивной их дислоцированности. Благодаря детальным работам, проведенным сектором региональной геологии, удалось в значительной мере решить эту задачу.

К настоящему времени уже произведено детальное расчленение древних метаморфических толщ, произведено детальное расчленение пород палеозоя, при этом впервые за длительный период их изучения было установлено наличие значительного стратиграфического перерыва между отложениями нижнего карбона и перми.

Детально изучены отложения мезозоя. При этом большое внимание было уделено стратиграфическому расчленению вулканогенных образований юры, вмещающих залежи колчеданных руд Алавердской и Кафанской групп медных месторождений. Значительно уточнена стратиграфия верхнеюрских — нижнемеловых отложений Кафанского района. Доказан меловой возраст метаморфических пород некоторых районов республики, ранее отнесенных к палеозою или докембрию.

Третичные отложения, имеющие на территории республики широкое распространение и представленные разнообразными фациями, были объектом детального изучения в связи с выяснением перспектив их нефтегазоносности. Произведено широ-

кое палеонтологическое, литолого-фациальное изучение этих отложений.

Детальными палеонтолого-стратиграфическими исследованиями уточнены границы отдельных ярусов и горизонтов третичных отложений.

Известные успехи достигнуты в изучении границы верхнего мела и палеогена.

Интересные работы проведены научными сотрудниками института по изучению ископаемой фауны из отложений различного возраста.

Результаты монографической обработки палеозойской, юрской, меловой и третичной фауны, в ряде случаев уникальной, частью уже опубликованы. Работы в области стратиграфии, проводившиеся большим коллективом геологов: К. Н. Паффенгольцем, А. А. Габриеляном, А. Т. Асланяном, Р. А. Аракеляном, В. Т. Акопяном, Н. Р. Азаряном, В. Л. Егояном, Н. А. Саакян, М. С. Абрамян, С. А. Бубикян, Ю. А. Мартиросян, Я. Б. Лейе и другими, позволили перейти к сводке материалов по стратиграфии всего комплекса отложений, слагающих территорию Армянской ССР. К настоящему времени подготовлен к изданию и выйдет из печати специальный том монографии «Геология Армянской ССР», посвященный вопросам стратиграфии.

Одним из ведущих направлений работ института являлось изучение сложно и многообразно проявившегося в Армянской ССР глубинного и эффузивного вулканизма, с которым связаны месторождения руд, а также разнообразные неметаллические полезные ископаемые. Работами петрографов С. А. Мовсисяна, Г. П. Багдасаряна, Т. Ш. Татевосяна, А. И. Адамяна, Ю. А. Арапова, Э. Г. Малхасяна, С. Б. Абовяна, Г. А. Казаряна, Т. А. Аревшатян, Б. М. Меликсетяна, З. О. Чибухчяна и других произведено детальное петрографо-минералогическое и петрохимическое изучение интрузивных массивов, их расчленение по возрасту и вещественному составу.

За последние годы начато более углубленное изучение интрузивных массивов: выяснение их внутренней структуры, изучение минералого-геохимических особенностей слагающих их пород. Применение новых методов исследования позволяет луч-

ше изучить условия формирования интрузивов и оценить их роль в рудообразовании.

Коллективом петрографов завершено составление полутома «Интрузивные породы Армянской ССР» многотомника «Геология Армянской ССР», сборника «Химические составы изверженных и метаморфических пород Армянской ССР», подготовлено 14 монографий, опубликовано большое число статей и докладов.

Работами коллектива сектора изучен и рекомендован для промышленного освоения ряд месторождений и среди них имеющие крупное народнохозяйственное значение Тежсарское и др. месторождения нефелиновых сиенитов, Разданское железорудное месторождение.

Знаменательным событием в жизни института явилось создание масс-спектрометрической лаборатории, где проводится определение абсолютного возраста магматических пород. Создание этой лаборатории, оснащенной современным оборудованием, позволило включиться институту в разработку одной из важнейших проблем советской науки: создание геохронологической шкалы абсолютного летоисчисления. Необходимо отметить, что в этом вопросе геологи республики могут сделать весьма интересные открытия, если учесть то обстоятельство, что относительный возраст целого ряда интрузивных массивов хорошо датирован, в связи с чем они могут служить исходными реперами. Уже получены первые результаты. Начато также определение абсолютного возраста вулканических образований и руд отдельных месторождений.

Расширяются работы по изучению четвертичного вулканизма. Как известно, Армянская ССР является одной из немногих областей Советского Союза, где интенсивно проявлялись вулканические явления в недавнем геологическом прошлом. Продукты вулканизма: лавы, туфы, шлаки, пемзы, вулканические пеплы покрывают мощным чехлом значительную часть территории республики. Хорошо сохранились здесь и вулканические аппараты. Естественно, это предопределило необходимость специальных исследований, систематическое проведение которых начато с 1954 г.

Несмотря на короткий срок, группа вулканологов, работающая над этой проблемой (руков. пробл. ст. н. сотр. К. Г.

Ширинян, исполнители ст. н. сотр. А. А. Адамян, мл. н. сотр. К. И. Карапетян), достигла определенных успехов; результаты исследований получили признание и известны не только в нашей стране, но и за рубежом. Так, установлено, что многообразие состава молодых вулканических пород Армении обязано видоизменению основной по природе первоначальной магмы в результате ее взаимодействия с силикатной оболочкой земной коры и последующей дифференциации. Получены примеры тесной связи между типом вулканической деятельности и составом вулканических продуктов, а также интенсивностью колебательных движений. Детальные исследования строения центров вулканических извержений позволили произвести генетическую классификацию вулканических аппаратов территории республики.

Достигнуты успехи в петрохимическом изучении продуктов вулканизма. Большое научное значение имеют результаты исследования условий образований игнимбритов и туфолав. В последние два года начато минералого-геохимическое изучение продуктов вулканизма, установлены некоторые закономерности рассеяния малых элементов в лавах различного состава.

На территории Армянской ССР наряду с магматическими породами достаточно широко развиты осадочные образования допалеозойского, палеозойского и кайнозойского возрастов.

Особенности состава и строения осадочных толщ территории республики заключаются в одних случаях в их высокой метаморфизованности, местами вызывающей коренное изменение состава и структуры породы, а других — в одновременном проявлении стадий осадочного и эффузивного породообразования, в результате чего весьма обширные комплексы (стратиграфические и территориальные) представлены осадочно-вулканогенными образованиями. Специфика истории геологического развития Армянской ССР отразилась в типах разрезов осадочных толщ, в их взаимоотношениях, в картине размещения фаций и в их мощностях.

Литологические исследования в республике до самого последнего времени выполнялись в крайне незначительном объеме. Для их усиления в Институте геологических наук была организована специальная лаборатория, где начато систематическое изучение литологии и палеогеографии осадочных и вул-

каногенно-осадочных толщ. В организации лаборатории большую помощь институту оказал проф. С. Г. Саркисян. В настоящее время осуществляется изучение литологии палеозойских (Г. Б. Нисанян), меловых (М. А. Сатян) и третичных (А. И. Месропян, И. Г. Гаспарян, М. А. Мовсесян) отложений.

Предусмотрено дальнейшее расширение и углубление этих исследований в связи с поисками на территории республики нефти и газа. Проблема нефтегазоносности республики постоянно находится в центре внимания института.

Совместно с Управлением геологии и охраны недр при Совете Министров Армянской ССР и геологическим факультетом Ереванского государственного университета была обоснована целесообразность поисков на территории республики месторождений нефти и газа, выделены перспективные площади и организовано проведение на них глубокого бурения.

Помимо исследований на нефтегазоносность, на очереди дня стоит детальное изучение вещественного состава и условий образования характерных для территории республики вулканогенно-осадочных отложений.

То, что сделано к настоящему времени в изучении литологии осадочных и вулканогенно-осадочных толщ, позволяет наметить задачи и программу литологических исследований на ближайшие годы, основная цель которых состоит в обеспечении систематического и многогранного изучения литологии всех возрастных комплексов, с тем, чтобы в дальнейшем можно было бы на базе этих работ составить литологические, фациальные и палеогеографические карты Армянской ССР от допалеозоя до четвертичного времени включительно.

Важнейшей научной проблемой, которой занимался институт на протяжении всей своей деятельности, было изучение рудных месторождений республики и закономерностей их распределения.

Первый период работ в этой области характеризуется детальным изучением отдельных крупных месторождений. В последующие годы имело место значительное усиление работ в области изучения как отдельных рудных полей, так и крупных рудоносных районов, на базе которых составляются уже и сводные металлогенические прогнозные карты, имеющие целью правильно направить поисковые работы на территории республики.

Ставятся и более широкие задачи по обобщению данных о металлогении Малого Кавказа в целом, по сравнению металлогении последнего с металлогенией других рудных регионов СССР и зарубежных стран. В этом отношении представляют большую ценность работы, выполненные академиком И. Г. Магакьяном и коллективом научных работников (Э. А. Хачатурян, Г. О. Пиджян, К. А. Карамян, Э. А. Сагателян, Ш. О. Амирян, А. С. Фарамазян и др.).

Сделаны интересные выводы относительно закономерностей размещения рудных месторождений на территории Армянской ССР в тесной связи с геологическим строением отдельных участков. Анализ большого фактического материала позволил выделить на территории республики и прилегающих к ней частей Малого Кавказа три рудных пояса, Алаверди-Кафанский с колчеданным, главным образом медным, оруденением, Памбак-Зангезурский (Сюникский) с интенсивной медно-молибденовой минерализацией и Севано-Амасийский с характерным для него хромом и золотом.

Установленная специфичность характера рудоносности этих трех рудных поясов позволила сделать правильные прогнозы, и на протяжении известных рудоносных структур были обнаружены представляющие интерес для промышленности месторождения меди и молибдена, свинца и цинка, железа и золота.

Результаты этих исследований сведены в изданных монографических работах И. Г. Магакьяна; С. С. Мкртчяна «Зангезурская рудоносная область Армянской ССР», Э. А. Хачатуряна «Генетические типы железорудных месторождений Армянской ССР и перспективы их освоения», К. А. Карамяна «Структура и условия образования Дастакертского медно-молибденового месторождения» и др.

Детально и всесторонне изучены руды отдельных месторождений, в результате чего в них установлены ценные примеси рассеянных металлов и большое число редких элементов: рения, селена, теллура, висмута, золота и др. и выявлены основные закономерности их распределения в рудах.

В институте также проводятся разработки новых химических методов (руководитель — чл.-корр. АН АрмССР В. М. Тараян) определения редких элементов.

В 1960 г. коллективом технологической лаборатории разра-

батывалась схема извлечения селена и теллура из анодных шламов Алавердского медно-химического комбината.

Изучение рудных месторождений и металлогенические исследования, проведенные на территории Армянской ССР, способствовали решению и ряда общих вопросов.

Во многом на базе именно этих исследований были разработаны принципы новых классификаций рудных месторождений с учетом глубины и температуры их образования, выделены и описаны рудные семейства (формации), а также намечены закономерности металлогенической специализации в некоторых типах тектоно-магматических комплексов.

Следует подчеркнуть очень тесную связь исследований института в области рудных месторождений с запросами геологоразведочных производственных организаций республики.

Правильному направлению геологоразведочных работ и оценке перспектив месторождений во многом способствовали специальные карты рудоносных районов и структурные карты рудных полей отдельных месторождений.

Отметим, что наряду с достигнутыми успехами многие вопросы металлогении Армянской ССР, и среди них такие важные, как вопросы источника и возраста минерализации, остаются для ряда типов месторождений дискуссионными и требуют постановки более детальных работ.

В последние годы продолжены углубленные исследования отдельных рудных формаций республики с целью уточнения генетической связи оруденения с определенными тектоно-магматическими комплексами, изучения минералого-геохимических особенностей руд, а также разработки критериев для поисков слепых рудных тел на основании изучения околорудно-измененных пород, первичных ореолов рассеяния элементов и др.

Результаты изучения рудных месторождений республики обобщены в соответствующем полутоме многотомника «Геология Армянской ССР».

Необходимо отметить, что дальнейшее развитие металлогенических исследований в республике обеспечено вполне сформировавшимся коллективом, выросшим под руководством ряда лучших представителей отечественной науки — академиков С. С. Смирнова, Л. Е. Ферсмана, В. А. Обручева, чл.-корр. АН

СССР Ю. А. Билибина. Этот коллектив ставит своей задачей дальнейшее развитие советской металлогенической школы.

Геофизические исследования с 1961 г. проводятся Институтом геофизики и инженерной сейсмологии, до этого же выполнялись геофизической группой института.

Работы в области геофизики были направлены на изучение глубинного геологического строения территории республики и на поиски геофизическими методами полезных ископаемых. Исследования в этих направлениях успешно проводит коллектив геофизиков, выросший в институте: Ц. Г. Акопян, Г. М. Ванцян, Ш. С. Оганесян, Л. К. Татевосян, Э. А. Арутюнян, А. Г. Мартиросян и др.

Гравиметровыми и магнитометрическими исследованиями выявлен общий характер физических полей и установлена их связь с региональными геологическими структурами.

Специальные методические работы позволили изучить особенности применения геофизических методов при поисках полезных ископаемых и наметить рациональную геофизическую методику применительно к некоторым типам месторождений. Одновременно были решены практически интересные задачи по прослеживанию перспективных в отношении нефтегазоносности погребенных структур и по обнаружению железорудных месторождений. Рекомендации, данные в связи с этим, были подтверждены геологоразведочными работами.

Параллельно с геофизическими исследованиями проводилось изучение физических свойств горных пород как основы для истолкования геофизических данных. Работы по определению намагниченности эффузивных пород позволили установить связь между характером намагниченности породы и ее возрастом; тем самым открываются широкие возможности для геологической корреляции разновозрастных эффузивов. Изучение вектора остаточной намагниченности горных пород привело также к интересным выводам о характере магнитного поля Земли в прошлые геологические эпохи, что явилось ценным вкладом в новую отрасль геофизики — палеомагнетизм.

В течение многих лет научным сотрудником Института геологических наук А. П. Демехиным проводились работы по изучению минеральных источников, многочисленные выходы которых известны в различных районах республики. Практическим

результатом этих исследований явилось создание на их базе известных курортов Арзни и Джермук.

Им были детально обследованы дилижанские, фиолетовские, севанские, араратские, татевские и другие минеральные источники, бальнеологическое значение которых в настоящее время общепризнано.

Н. И. Долухановой детально изучены минеральные источники Анкавана и обосновано строительство на их базе курорта в живописной долине реки Мармарик.

Труд А. П. Демехина «Минеральные источники Армянской ССР» в настоящее время завершен коллективом гидрогеологов института.

Интересные работы начаты по выявлению возможности использования химического состава вод при поисках рудных месторождений. Под руководством Н. И. Долухановой разработана и внедрена в производство чувствительная полевая методика гидрохимической съемки, позволяющая обнаружить месторождения полезных ископаемых путем тщательного изучения химического состава вод родников и ручьев, в увязке с общей геологической и гидрогеологической обстановкой. Новым и оригинальным в методике является гидрохимическое изучение почвы, применяемое на участках, где отсутствуют выходы воды. Методика исследований позволяет выявлять непосредственно характер полезного ископаемого, в чем ее огромное преимущество перед косвенными геофизическими методами.

Методика почвенно-гидрохимической съемки, разработанная Н. И. Долухановой и Э. А. Кюрегян, была премирована в 1958 г. Министерством геологии и охраны недр СССР. В настоящее время по этой методике проводятся работы Южно-Уральским геологическим управлением, Алтайской геофизической экспедицией, Красноярским геологическим управлением и др.

Коллективом молодых научных сотрудников (П. М. Кап-ланиян, А. Р. Галстян, Л. А. Григорян и др.) под руководством Н. И. Долухановой ведутся работы по составлению прогнозной гидрогеохимической карты территории Армянской ССР. Проводится разработка методов определения химических элементов в водах (Э. А. Кюрегян).

Интересные исследования начаты в районах выходов тер-

мальных источников с целью выяснения происхождения горячих вод и источников тепла и установления возможности вывода на поверхность наиболее высоконагретых вод для теплофикации и в энергетических целях. Нахождение Армянской ССР в области молодой, недавно потухшей вулканической деятельности открывает широкие перспективы. Работы в этом направлении ведутся младшим научным сотрудником А. Л. Ананяном.

В последнее время в институте начаты исследования по разработке рациональной методики разведки применительно к различным видам полезных ископаемых, промышленным и морфологическим типам месторождений. Под руководством П. П. Цамеряна начат систематический анализ огромного материала, накопившегося по результатам разведки рудных месторождений Армянской ССР.

Уже первые, предварительные данные говорят о том, что проводимые исследования могут внести определенный вклад в разработку теоретических основ рациональной методики разведки, опробования и оценки месторождений полезных ископаемых.

Плодотворно развиваются инженерно-геологические исследования.

Широко известны в области изучения оползневых процессов и выработки противооползневых мероприятий работы лаборатории, возглавляемой проф. Г. И. Тер-Степаняном. Актуальность исследований определена широким распространением оползневых процессов и колоссальным ущербом, причиняемым оползнями народному хозяйству. Эти исследования ведутся в направлении экспериментального изучения напряженного состояния оползневых склонов и разработки теоретических основ ползучести грунтов. Полученные экспериментальные и теоретические данные позволили выделить новый вид гравитационных движений горных пород на склонах — глубинную ползучесть склонов, исследование которой открывает широкие перспективы для активной противооползневой деятельности, так как позволяет ставить и решать вопросы о стадийной борьбе с оползнями и составлять прогнозы активизации оползневых явлений. Интересные работы ведутся по изучению гидротехнических тоннелей, имеющие большое значение в связи с крупным гидротехническим строительством в республике. Сотрудниками институ-

струкций испытательной аппаратуры и произведены измерения горного давления, коэффициента упругого отпора и фильтрации. Эти работы велись в тоннелях Гюмушской, Атарбемянской, Арзнинской и Ереванской ГЭС.

В последние годы начато систематическое инженерно-геологическое изучение территории Армянской ССР — ведется картирование, описание инженерно-геологических условий, детальное изучение экономически важных районов.

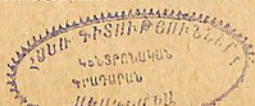
Большую работу по составлению и изданию Атласа Армянской ССР выполнил организованный при институте два года тому назад сектор географии. Молодой коллектив сектора, возглавляемый доктором географических наук А. Б. Багдасаряном, за короткое время подготовил к изданию 140 карт этого атласа.

Работниками этого сектора совместно с работниками Ереванского государственного университета и Институтом географии АН СССР подготовлен и уже вышел из печати том «Геоморфология Армянской ССР» многотомника «Геология Армянской ССР».

В целях приближения научно-исследовательских работ института непосредственно к производству, были организованы постоянно действующие научно-исследовательские базы в Каджаране и Басаргечаре. Задачей этих баз является решение в тесном содружестве с геологическими производственными организациями наиболее актуальных вопросов геологического строения и полезных ископаемых перспективных рудных районов республики.

Каджаранская база организована в 1956 г. В течение первых трех лет сотрудники базы под руководством К. А. Карамяна проводили исследования геологического строения, структуры и оруденения Каджаранского месторождения. Проведены детальные исследования по расчленению интрузивных и дайковых пород, вмещающих рудное поле. Особенно большое внимание уделено изучению структуры месторождения и условий его формирования. Уточнены закономерности распределения меди и молибдена в рудном поле и получены ценные данные по вещественному составу руд месторождения.

В последние годы сотрудники Каджаранской базы проводят комплексные исследования геологического строения и зако-



номерностей размещения полезных ископаемых в пределах всего Мегринского плутона.

Каджаранская база оказывает также помощь руднику, проводя детальную документацию горных выработок и карьера открытых работ по мере проходки уступов карьера. В результате повседневной документации накапливается ценный материал по геологии месторождения. База оснащена спектральной и шлиховой лабораториями и шлифовальной мастерской, позволяющими своевременно обрабатывать поступающий материал.

Басаргечарская база, организованная в 1957 г., проводит детальное изучение геологического строения, рудоносности и гидрогеологии бассейна озера Севан.

С 1937 г. в институте успешно функционирует геологический музей, основанный проф. Ованесом Карапетяном, имя которого присвоено музею после его смерти.

Музей был открыт к XVII Международному геологическому конгрессу на базе богатого и ценного материала проф. О. Карапетяна, собранного им в течение 40 лет геологических изысканий. В последующие годы музей пополнялся новыми материалами, и в настоящее время с полным правом считается одним из лучших музеев Союза.

Ознакомливая экскурсантов с геологическим строением и полезными ископаемыми республики, пропагандируя геологические знания, коллектив музея одновременно ведет научно-исследовательские работы.

Институтом изданы многочисленные труды по различным отраслям геологической науки. Часть из них переведена и издана в зарубежных странах. Коллектив института завершил составление двух томов и двух полутомов 7-томной монографии «Геология Армянской ССР».

Результаты работ института систематически публикуются в периодическом журнале «Известия АН Армянской ССР» (серия геологических и географических наук), а также в «Докладах АН Армянской ССР».

Научные результаты работ института неоднократно докладывались на всесоюзных научных конференциях, а также на сессиях международных конгрессов и конференций. На XX и XXI сессиях международных геологических конгрессов, состоявшихся в Мексике и Дании, были представлены доклады И. Г.

Магакьяна, К. Н. Паффенгольца, С. С. Мкртчяна. На XI и XII генеральных ассамблеях по проблемам вулканологии, состоявшихся в Канаде и Финляндии, были представлены доклады научных сотрудников Г. П. Багдасаряна и К. Г. Шириняна.

Доклады по вопросам механики грунтов были прочитаны Г. И. Тер-Степаняном на конгрессах и конференциях, состоявшихся в Англии, Бельгии и Индии.

К. Г. Ширинян выступил с докладом на Международном симпозиуме в Италии по вопросам пирокластических пород.

В заключение необходимо отметить, что самым замечательным достижением института является рост молодых научных кадров по различным отраслям геологической науки. Через аспирантуру и непосредственно на работе подготовлены способные молодые научные сотрудники, которые уже сейчас проводят серьезную научную работу.

Перед коллективом института стоят новые сложные задачи по дальнейшему углубленному изучению геологического строения и полезных ископаемых республики. Выявление новых закономерностей пространственного распределения оруденения, глубокое изучение вещественного состава руд с тем, чтобы установить в их составе новые ценные компоненты, выявление погребенных под лавами структур и рудоносных зон, развитие инженерно-геологических и гидрогеологических работ, поиски нефти и газа, более глубокое изучение вопросов вулканизма, являющихся спецификой геологии нашей республики, — вот проблемы, над которыми должен дальше работать коллектив Института геологических наук.

Для успешного выполнения этих работ должны быть организованы новые лаборатории и кабинеты, которые позволили бы наряду с известными методами исследований разработать новые методы, основанные на более широком применении данных точных наук.

К. Н. Паффенгольц

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Территория Армении является неотъемлемой частью всего Кавказа, и ее тектоническое развитие шло на фоне геологической истории всего горного сооружения в целом. В тектоническом отношении Кавказ представляет сложную систему разновозрастных складок в общем северо-западного простирания, разбитых продольными разрывами на вытянутые в этом направлении глыбы. Последние проявляются в течение всей геологической истории Кавказа, причем доказывается, что во всяком случае с палеозоя и по четвертичное время включительно происходят самостоятельные вертикальные движения с переменным знаком. Начиная с конца (?) палеогена, в области Большого и Малого Кавказа происходят преимущественно поднятия, притом неравномерные.

Весьма важную роль в истории геологического развития Малого Кавказа и, в частности, Армении играли вулканические процессы, проявившиеся особенно интенсивно начиная с юрского времени и до четвертичного включительно. Вулканизм был обусловлен крупными тектоническими нарушениями, явившимися проводниками магматических расплавов, и обусловил крайне неравномерное распределение мощностей отдельных вулканогенно-осадочных комплексов, а также различные их свойства (компетентность) в отношении формирования тех или иных структур.

Особенную роль играли при этом крупные *разновозрастные интрузивные тела*, формировавшиеся в различные эпохи, главным образом в конце мезозоя и начале кайнозоя. Ныне для Малого Кавказа достоверно установлено не менее шести разновозрастных интрузивных формаций. Намечается определенная закономерность в распределении указанных интрузивных тел среди складчатых зон описываемой области.

Показать на одной тектонической схеме всю историю геологического развития такого сложно построенного горного сооружения, как Кавказ, невозможно. Необходимо было бы сопоставление многочисленных схем фациально-тектонических зон, отображающих режим вертикальных колебательных движений, обусловивших специфические особенности каждой из них.

Необходимо еще подчеркнуть, что излишняя детализация тектонической схемы затруднила бы пользование ею (а все схемы должны служить как раз обратной цели), и в конце концов она оказалась бы более сложной (загруженной), чем геологическая карта, являющаяся исходной основой для тектонических схем различных концепций.

Структурное районирование Кавказа производилось неоднократно. Большинство схем составлено не по какому-либо одному главному принципу, а с учетом одновременно нескольких факторов истории геологического развития данного региона.

Так, например, выделяя на карте тектонические зоны, некоторые авторы наряду с современными («конечными») структурными комплексами учитывают также и *палеогеографические зоны*.

Как известно, при тектоническом районировании области должны учитываться: 1) возраст и фациальный характер отложений; 2) характер тектоники (структура); 3) элементы эффузивной и интрузивной деятельности и 4) *возраст складчатых движений*.

Последний фактор для целей районирования является наиболее условным, так как на Кавказе процессы складчатости (орогенические фазы) протекали многократно, накладываясь друг на друга. Фиксируемая соответствующими отложениями молодая складчатость сказывалась ведь в какой-то форме и на более древних породах, не покрытых этими молодыми осадками.

Восстановить полностью историю геологического развития Кавказа весьма затруднительно, так как древнейшие породы этого горного сооружения представлены кристаллическими сланцами, еще мало расчлененными, возраст которых до настоящего времени еще в достаточной степени не уточнен.

На протяжении всей истории своего развития Кавказ представлял собою развивающуюся геоструктуру с многочисленными периодами осадконакопления, прерывавшимися мощными складкообразовательными и глыбовыми движениями, сопровождавшимися нередко проявлениями вулканизма как в эффузивной, так и интрузивной форме.

1. Докембрийская эра. Отложения допалеозоя представлены на Кавказе метаморфическими породами, измененными в различной степени. Большинство этих образований — гнейсов и кристаллических сланцев — первоначально было нормальными осадочными породами, и, следовательно, в то время территория Кавказа была покрыта морем. Различные фации отложений и их большая мощность позволяют говорить о геосинклинальном типе накопления.

Древнейший период седиментации закончился весьма сильными орогеническими движениями и внедрением магматических пород. В дальнейшем все породы докембрия подверглись глубокому региональному метаморфизму, а также контактовому, под воздействием интрузий.

2. Нижнепалеозойское время. Отложения кембрия и ордовика (?) на территории Кавказа и, в частности, Армении пока встречены в незначительном числе пунктов.

Метаморфические сланцы территории Армении образовались путем регионального метаморфизма из осадочных, эффузивных и интрузивных пород. Местами они изменены молодыми интрузиями. Тип накопления осадков был, несомненно, геосинклинальный.

3. Геологическая история Малого Кавказа в течение палеозоя и триаса заметно отличается от таковой Большого Кавказа за этот отрезок времени.

Разрез от среднего девона до среднего триаса включительно представлен на Малом Кавказе единой согласно пластуемой серией пород с преобладанием карбонатных фаций. Раньше здесь были установлены, на основании фауны, все от-

дела и ярусы соответствующих систем; ныне, на основании перепределения некоторых форм и нахождения новой фауны, доказывается отсутствие среднего и верхнего карбона и наличие в таком случае здесь скрытого перерыва в осадконакоплении.

Досреднедевонский период на Малом Кавказе остается неясным из-за отсутствия соответствующих отложений; вероятно, они на этой площади и не отлагались*.

В эйфельском веке юго-западная часть Армении представляла собою мелкое открытое море, в котором широко развивались коралловые фации и отлагались мощные толщи известняков (до 350 м) как органогенного, так и химического происхождения.

В живетском веке существенных изменений в жизни бассейна не происходило; мощность отложений увеличивается к юго-западу (от 220 до 470 м).

Переход от среднего девона к верхнему происходил без перерыва в осадконакоплении; лишь на их границе резко увеличился привносимый терригенный материал.

Таким образом, продолжалась дальнейшая эволюция суши, увеличивалась частота колебательных движений, особенно заметная во франском веке. Этими движениями обусловлено накопление перемежающихся свит песчанистых и глинистых сланцев, известняков, прослоев песчаников. Мощности также увеличиваются к юго-западу (от 276 до 392 м), и начинает широко развиваться брахиоподовая фауна.

В нижнефаменское время происходило резкое скачкообразное поднятие, чем обуславливается изменение фаций и фауны отложений этого яруса. Мощности также увеличиваются к юго-западу (от 143 до 166 м); разрез представлен глинистыми сланцами, кварцитами, известняками. В северо-восточной части бассейна, в районе сел. Эртич (р. Арпа), наблюдаются признаки близости береговой линии.

Переход от верхнего девона к нижнему карбону также про-

* В структурной скважине района г. Дагна (в северо-западной части Нахичеванской АССР) глубиной около 1800 м были вскрыты (после среднего девона, мощностью около 30 м) лишь нижнедевонские отложения; представлены они ритмическим чередованием глинистых сланцев, известняков и песчаников. Все породы характерного черного цвета, обычно углистые, графитизированные, нередко пиритизированные.

исходил без перерыва в осадконакоплении; констатируются дифференциальные колебательные движения. Бассейн в верхнетурнейское время мелеет, на что указывает развитие карбонатно-коралловой фации в данное время. В крайних восточных и северо-восточных частях бассейна в турнейский век продолжали накапливаться прибрежные осадки.

В визейский век существенных изменений в условиях жизни бассейна не происходило; к концу же этого времени вся область постепенно и равномерно поднималась; выходила (?) из-под уровня моря, обусловив перерыв в осадконакоплении в течение всего *среднего* и *верхнего* карбона.

В пермский период вся область вновь приобрела геосинклинальную тенденцию, покрывалась мелким морем, наступавшим, видимо, с юго-востока; на это указывает однообразная карбонатно-фораминиферо-коралловая фация данного периода на всей территории Армении.

В это время происходили и дифференциальные колебательные движения, констатируемые на основании изменения мощностей осадков и периодического изменения фауны (исчезновение кораллов и появление брахиопод). Колебательные движения проявились более эффективно в конце пермского периода, обусловив появление песчано-углистых пород в северо-западной и южной частях территории и мергелистых известняков с обильной брахиоподовой фауной в восточных и юго-восточных районах Армении.

В триасовый период западные части территории Армении имели тенденцию поднятия, а восточные и юго-восточные — тенденцию опускания; на это указывает развитие мощных отложений триаса в карбонатной фации в юго-восточных частях Армении и Нахкрая.

В верхнем триасе завершилось поднятие северо-западного и западного районов. В районе сел. Джерманис (верховье р. Веди) появляются угленосные фации верхнего триаса (норийский ярус).

В юрский период эта территория совершенно выходит из-под воды, и прогиб перемещается далее на юго-запад.

4. Нижне- и среднеюрская эпохи. На границе триаса и юры вся территория Кавказа была охвачена интенсивными тектоническими движениями, обусловившими коренную

перестройку прежних его структур. Эта *предлейасовая (древне-киммерийская) орогеническая фаза* является для всего Кавказа региональной и самой крупной. Лейас ложится своими горизонтами трансгрессивно и с резким угловым несогласием на породы самого различного возраста, вплоть до гранитов и кристаллических сланцев Главного хребта. Такая же картина наблюдается и на Малом Кавказе (Храмский и Локский массивы).

Для суждения о характере складчатости этого периода мы не имеем никаких данных. Судя же по мощности осадков, смытых перед лейасом, можно полагать, что поднятия этого периода были весьма интенсивными.

Зона наибольшего поднятия всех складок и тектонических элементов древнекиммерийской орогении в основном совпадала с Главным хребтом Большого Кавказа и Севанской зоной в Малом Кавказе.

(Погружение территории Большого и Малого Кавказа под уровень моря происходило в лейасе постепенно; центральные части бывшего поднятия заливались морем в конце нижнего или, вернее, в начале среднего лейаса. До начала верхнетоярского времени накопились мощные (свыше 3000 м) толщи песчаниково-сланцевых, а местами и вулканогенных отложений.

Перед верхним тоаром во многих районах констатируется крупная орогеническая фаза.

Следующие крупные тектонические движения на Малом Кавказе происходили перед верхним ааленом, обусловив трансгрессивное и несогласное залегание толщи кварцевых порфиров и их туфов на «нижней» вулканогенной толще. Такого же характера движения были там и в нижнем байосе; они обусловили широкое проявление вулканизма этого времени (как на Малом Кавказе, так и в западной Грузии).

5. Верхнеюрская эпоха. В конце среднеюрского времени Кавказская геосинклиналь вновь существенно перестраивается в результате складкообразовательных процессов крупной предкелловейской орогенической фазы. На территории Малого Кавказа она проявилась сравнительно слабо; местами констатируются местные поднятия.

Фации верхнеюрских отложений как на Малом, так и на Большом Кавказе характеризуются преобладанием во всех зонах карбонатных пород. В титоне происходили довольно мощные

вспышки вулканизма (Дашкесанский и Кафанский районы).

6. Меловой период. На Малом Кавказе в меловое время было несколько орогенических фаз: 1) нижнемеловая; 2) предаптская; 3) предсеноманская; 4) предтуронская; 5) предсантонская и 6) предкампанская. Наиболее крупными были нижнемеловые фазы, а затем предсеноманская. Необходимо подчеркнуть, что в одном лишь районе восточной части Малого Кавказа (бассейн среднего течения р. Воротан в Зангезуре) констатирован непрерывный согласный разрез мела в карбонатной фации, но с сокращенными мощностями (до 1500 м). Здесь проходила интрагеосинклиналь указанного времени.

В апт-альбе, сеномане и сантоне на Малом Кавказе констатированы обширные проявления вулканизма.

7. Третичный период. Тектонические движения на границе мезо- и кайнозоя имели на территории Кавказа сугубо дифференциальный характер.

Орогеническая фаза между сеноном и эоценом (новоларамийская) на Малом Кавказе проявилась весьма отчетливо, особенно в Сомхето-Ганджинской тектонической зоне, где средний эоцен залегает на средней юре. Может быть, с ней связаны некоторые интрузии этой зоны.

Пиренейская фаза проявилась весьма интенсивно во всех тектонических зонах; с ней связано внедрение ультраосновных пород офиолитового пояса Армении, а за ними гранитоидов, и формирование главного надвига Малого Кавказа.

С последующими движениями связаны интенсивные проявления вулканизма в эффузивной форме (вулканогенная толща олигоцена Малого Кавказа).

На границе олигоцена и миоцена на Малом Кавказе констатирована крупнейшая орогеническая фаза и последующая за ней трансгрессия; отложения олигоцена залегают местами на породах кембрия—докембрия. С этой фазой связано внедрение наиболее крупных гранитоидных интрузий юго-восточной части Малого Кавказа, играющих ведущую роль в металлогении области.

С начала плиоценового времени всюду наблюдается смена морского режима континентальным.

Следующие за нижнемиоценовой неогеновые фазы складкообразования проявились в общем слабо, притом только по

периферии горной области; движения эти были дифференциальные и носили, в основном, эпейрогенический характер.

8. Для познания истории развития рельефа Кавказа в четвертичное время наиболее показательным является распределение на его территории морских отложений этого времени, а также положение береговой линии соответствующих морских бассейнов. Этим вопросом в последние годы специально занимался П. В. Федоров (1952), пришедший к ряду весьма интересных выводов.

Движения земной коры, проявившиеся в начале четвертичного периода в пределах всей Каспийской впадины; с течением времени сказывались на все меньших площадях, затухая в отдельных районах, и в результате приняли узколокальный характер. При этом довольно отчетливо наметились наиболее подвижные участки в пределах Каспийской впадины.

Трансгрессии Каспия сопровождались относительным опреснением, а регрессии — осолонением, т. е. обусловлены были климатическими причинами, а не тектоническими движениями.

Горные сооружения Большого и Малого Кавказа с неогена прогрессивно поднимаются, а разделяющие их депрессии прогрессивно погружаются (по П. В. Федорову, 1—2 мм в год). Северный Кавказ и Мангышлак, как входящие в состав платформы, были менее мобильны (0,01—0,1 мм в год).

Развитие рельефа Малого Кавказа началось с конца палеогена, о чем свидетельствуют миоценовые ингрессивные толщи Зангезура (горисская и сисианская).

В связи с вышензложенным на Кавказе различаются (К. Н. Паффенгольд, 1959) следующие шесть крупных структурных комплексов, расчленяющихся, естественно, в свою очередь на ряд зон (и элементов):

I. Ергенинское плато — платформа на верхнепалеозойском основании (погребенный складчатый Донбасс).

II. Предкавказье (передовой прогиб среднепалеозойского времени, ныне эпигерцинская платформа).

III. Большой Кавказ (антиклинорий).

IV. Рионо-Куринская депрессия (межгорный прогиб).

V. Малый Кавказ (антиклинорий).

VI. Депрессия среднего течения р. Аракс.

Территория Армении захватывает лишь последние два структурных комплекса, описание которых приводится ниже.

Несколько слов о термине *мегаантиклинорий*. Некоторые исследователи применяют его по отношению ко всему Кавказу, другие — к Большому и малому Кавказу в отдельности, третьи — к крупным структурам внутри тектонических зон Большого и Малого Кавказа, а *антиклинорий* — к обыкновенным более или менее крупным антиклиналям. Проще пользоваться лишь терминами *антиклинорий* и *синклинорий* с различными прилагательными.

1. М а л ы й К а в к а з представляет собою типичный крупный сложный антиклинорий, весьма полого погружающийся (и замыкающийся) к юго-востоку, опоясанный отложениями верхнего сенона и третичными образованиями. Он отличается большим разнообразием; в нем выделяются пять резко обособленных зон, внутри которых выделяется еще ряд подзон и областей.

Таковыми зонами являются (с северо-запада на юго-восток): 1) Аджаро-Триалетская; 2) Сомхето-Ганджинско-Карабахская; 3) складчатая зона Армении; 4) зона восточного погружения Малого Кавказа и 5) Нахичеванская.

Внутри складчатой зоны Армении можно выделить две характерные подзоны: а) офиолитовый пояс на северо-востоке и б) Кафанскую на юго-востоке.

2. Границей С о м х е т о - Г а н д ж и н с к о - К а р а б а х с к о й зоны на севере является южный край Куринской депрессии, а с юга — естественной ее границей с соседней тектонической зоной (Армянской) является крупный надвиг (поддвиг), плоскость которого падает полого на север.

В западной своей части, на территории Грузии, описываемая зона включает так называемую Артвинско-Сомхетскую глыбу (зону) по П. Д. Гамкрелидзе. Эта зона является стратиграфически очень хорошо обоснованной. На всем протяжении она имеет однообразную историю геологического развития и единый стратиграфический разрез.

Имея в целом общекавказское направление, зона эта разделяется на несколько отрезков с *антикавказским направлением складок*: к югу от Тбилиси, в районе Казах—Иджеван, в Ханлар-Дашкесанском районе и в среднем течении р. Тертер.

Эти аномальные складки обусловлены, вне сомнения, движением глыб жесткого субстрата, ранее ориентированных по другому плану — вдоль границы двух тектонических зон.

На территории Армении и далее к юго-востоку зона сложена метаморфическими сланцами кембрия — докембрия, вулканогенно-осадочными толщами юры, верхнего (и частично нижнего) мела и эоцена (общей мощностью до 13 км) и многочисленными гранитоидными интрузиями среднепалеозойского, мелового (?) и верхнеэоценового возрастов.

Южный край Сомхето-Ганджинско-Карабахской зоны представляет на большом протяжении крупную моноклираль, сложенную вулканогенной юрой.

В западной части зоны, в области наибольшего поднятия древнего субстрата, развиты четвертичные лавы; их центры поднятий приурочены к складкам, осложненным разрывами.

3. Складчатая зона Армении. К югу от указанной структурной линии (надвиг-подвиг?), являющейся главнейшей на Малом Кавказе*, начинается тектоническая зона Армении, разделяющаяся в свою очередь на ряд подзон.

По северному ее краю протягивается так называемый пояс изоклинальной складчатости, сложенный верхнемеловыми карбонатными и вулканогенными породами и частью эоценовыми вулканогенно-осадочными образованиями, прорванными многочисленными интрузиями гипербазитов. Пояс этот неоднороден на всем протяжении. В восточной и юго-восточной его частях складки хотя и сближенные, но ясно обособляются друг от друга. В западной его части, в Бзовдальском хребте, известняки сенона собраны в ряд прямых или слегка опрокинутых к югу весьма сжатых изоклинальных складок, сильно осложненных второстепенной, очень мелкой, складчатостью, вследствие которой породы приобретают своеобразную гофрировку.

К югу от Памбакского хребта, вдоль р. Маман (Мармарик), проходит крупная антиклиналь общекавказского направления, шарнир которой падает на юго-восток. В ядре ее из-под отложений верхнего мела и эоцена обнажены породы кемб-

* Эта линия от Амасийского района Армении прослеживается далее к западу через всю северную Армению, где известна под названием «Пафлагонского рубца» Новака. И там она является северной границей распространения верхнеэоценовых гипербазитов.

рия — докембрия, среднепалеозойские гранитоиды и третичные гранодиориты. Антиклиналь эта имеет региональный характер, протягиваясь к юго-востоку на 300 км и достигая района Кафана (см. ниже).

Массив горы Арагац представляет в тектоническом отношении крупную брахиантиклиналь, расположенную примерно посередине обширной синклинали, слагающей район между Памбакским хребтом и р. Аракс.

Крайней юго-восточной частью складчатой зоны Армении является Кафанский район, представляющий в тектоническом отношении крупную и пологую антиклиналь (Зангезурская, Кафанская) северо-западного простирания. Эта антиклиналь, сложенная в ядре юрскими вулканогенными породами, имеет асимметрическое строение.

Кафанская антиклиналь в узком значении этого слова (рудная) представляет крупную брахискладку, осложненную многочисленными дизъюнктивными нарушениями.

Характерной особенностью центральной части складчатой зоны Армении является громадное количество четвертичных вулканов, давших обширные поля лав. Вулканы приурочены к осям складок, осложненных многочисленными разломами, в области наибольшего вздымания палеозойского фундамента. В соответствии с этим интенсивность четвертичного вулканизма отчетливо падает с северо-запада на юго-восток.

К юго-западу от Кафанской антиклинали, в водораздельном хребте с вершиной Хуступ, проходит зона крупных разломов, из которых один имеет характер надвига, по-видимому, с большой амплитудой; плоскость его падает круто на юго-запад. В результате этого нарушения породы девона надвинуты на вулканогенные образования верхней юры и известняки нижнего мела. По этому разлому нами проводится юго-восточная граница зоны со следующей к югу тектонической зоной Малого Кавказа — Нахичеванской.

4. Нахичеванская зона. Расположенная в крайней юго-западной части Малого Кавказа, эта зона выделяется своеобразием слагающих ее пород и сложным строением отдельных структурных единиц, чем резко отличается от соседних к северу зон.

Большое развитие имеют здесь отложения палеозоя (девон—пермь) и триаса, представленные преимущественно в карбонатной фации, а затем вулканогенно-осадочные образования эоцена и олигоцена. Юрские и меловые породы имеют незначительное распространение. Характерной особенностью зоны является также наличие большого количества лакколитов, сложенных гипабиссальной фацией гранодиоритов нижнемелового возраста. Четвертичный вулканизм не проявился.

В северо-западной и южной частях зоны, сложенных преимущественно палеозойскими и триасовыми отложениями, наблюдается ряд складок примерно общекавказского простирания, местами опрокинутых к северу, а местами к югу и осложненных рядом продольных разрывов и надвигов сравнительно небольшой амплитуды. Плоскости надвигов крутые, падающие в большинстве случаев на юг, но некоторые падают круто на север.

В юго-восточной и северо-восточной частях зоны, сложенных верхнемеловыми, эоценовыми и олигоценовыми отложениями, дизъюнктивные нарушения выражены слабо; отложения этого района собраны в ряд складок, простирание которых резко меняется — от общекавказского до меридионального и антикавказского.

Плоскости надвигов в большинстве случаев падают полого на юго-запад, при этом сильно дислоцированы надвинутые палеозойские отложения. На основании этого факта можно сделать заключение об общем движении масс с юго-запада на северо-восток.

Крупная интрузия Мегринского района выходит в ядре широкой антиклинали, северо-восточное крыло которой осложнено рядом второстепенных складок и разрывов, по которым проводится граница с описанной выше зоной Армении.

5. Зона восточного погружения Малого Кавказа. Обе описанные выше зоны — Сомхето-Ганджинско-Карабахская и Армянская, представляющие в целом сложный антиклинорий, — испытывают в своей юго-восточной части постепенное погружение. Последнее хорошо выявляется по периклинальному залеганию известняков нижнего и верхнего мела, слагающих ряд второстепенных складок, окаймляющих

область погружения и осложненных обычно разломами различной амплитуды.

По направлению к юго-востоку все складки постепенно расширяются, и вдоль Аркаса можно наблюдать в меловых отложениях широкие, пологие складки; при этом интересно отметить, что шарниры антиклиналей погружаются уже по правому берегу указанной реки.

Судя по выходам песчаниково-глинистой толщи майкопа в районе ущелья Худаферин (массив горы Дири-даг), по правобережью р. Аракс должны иметь развитие лишь третичные отложения, полный разрез которых констатирован в Талышском районе, кажущемся изолированным от Малого Кавказа, но, вне сомнения, с ним связанным. Четвертичный вулканизм в зоне погружения не проявился. Раньше эта зона погружения Малого Кавказа никем не выделялась.

Следует указать на следующие характерные особенности геологического строения зоны Армении и Нахичеванской зоны. В обеих указанных зонах, в западной их части, под верхнемеловыми отложениями выступают метаморфические сланцы верхнего докембрия — нижнего палеозоя. Эти же образования обнажаются и в бассейне среднего течения р. Тертер из-под вулканогенного нижнего сенона. Юрские образования там отсутствуют.

На юго-востоке этой зоны юрские отложения имеют широкое развитие, что позволяет наметить здесь интрагеосинклиналь указанного времени. Распространялись они, видимо, и в пределы Нахичеванской зоны, окаймляя древнее поднятие.

6. Депрессия среднего течения р. Аракс представляет собою северный край следующей к югу новой крупной тектонической зоны первого порядка — Анатолийско-Иранского межгорного прогиба, отвечающего так называемым Тавридам по схеме П. Арни (1939).

В морфологическом отношении депрессия Аракса расчленяется на две котловины — Араратскую и Нахичеванскую, испытавшие вертикальные колебательные движения разной амплитуды и продолжительности; расчленены они несколькими изолированными грядками (Волчьи ворота), сложенными среднедевонскими породами, образующими складки антикавказского направления.

Аракатская котловина выполнена мощными (около 300 м) озерно-речными накоплениями верхнего плиоцена — нижнего постплиоцена и современными аллювиально-пролювиальными наносами. Скрытые под ними древние породы представлены метаморфическими сланцами верхнего протерозоя, песчаниково-карбонатной толщей девона и глинисто-песчаниковыми свитами палеогена; последний местами залегает непосредственно на протерозое. Эта котловина формировалась в течение длительного времени, так как галечники всех четырех террас погружаются под современный аллювий р. Аракс.

Нахичеванская котловина отличается от предыдущей почти полным отсутствием озерно-речных накоплений, но речные террасы левобережья долины Аракса здесь также плавно погружаются к югу под современный его аллювий и четвертичные лавы.

Здесь же следует отметить, что следующая к востоку Джульфинская котловина Аракса, входящая в Нахичеванскую зону, является наиболее молодой; направление ущелья р. Аракс, ниже Джульфы и Ордубада, является унаследованным.

Сравнивая описанные выше тектонические зоны Малого Кавказа между собою, замечаем следующие их особенности.

В Аджаро-Триалетской и Сомхето-Ганджинско-Карабахской зонах разрез начинается с нижней юры, залегающей на метаморфических породах верхнего докембрия — нижнего палеозоя; на последних в складчатой зоне Армении на северо-западе залегают верхнемеловые и третичные отложения. В Нахичеванской зоне присутствуют девонские, каменноугольные и пермские образования.

Все эти зоны построены асимметрично (южные границы представлены разрывами), и в каждой из них отмечается нарастание тектонических напряжений с юго-запада на северо-восток, что также говорит за *общее движение масс в том же направлении*.

Выделенные нами тектонические зоны Малого Кавказа отчетливо прослеживаются в западном направлении и в пределах Турции, где Нахичеванская зона соответствует так называемым Тавридам, зоны Армении и Сомхето-Ганджинская — Анатолидам, а Аджаро-Триалетская зона — Понтидам.

Далее следует вкратце остановиться на так называемой

поперечной складчатости Кавказа, которой некоторые исследователи придают большое значение.

Почти во всех тектонических схемах фигурирует так называемое Ставропольское меридиональное поднятие. В действительности это не антиклинальное выпучивание субмеридионального простирания, а пологие брахискладки широтного направления.

Детальные геологические исследования (на газ и нефть) последних лет, сопровождающиеся глубоким бурением и геофизическими работами, показали, что преобладающие простирания складок всюду широтные и субширотные (длина их до 20—30 км). Поперечное и субмеридиональное воздымание наложено на предыдущие складки и не играет роли в структуре всего Предкавказья в целом. Его нельзя назвать ни антиклинальным поднятием, ни антиклинальной складкой; осевая линия этого предполагавшегося субмеридионального поднятия проводилась по наибольшим местам подъема шарниров широтных складок.

Указываемые И. Шредером поперечные структуры Ирана в пределах Кавказа не улавливаются, так как их нельзя, конечно, параллелизовать с наблюдаемыми там поперечными перегибами шарниров главных структурных единиц. При этом последние и не попадают на продолжение направлений поперечных структур Э. Парезеса и И. Шредера.

По нашему мнению, здесь, как и на Кавказе, протекали сложные колебательные движения, обусловившие разнообразие фаций и смену мощностей, причем большое значение имели промежуточные массивы, роль которых упомянутыми авторами не учтена.

Из анализа геологической карты Кавказа и схемы структурно-тектонического районирования этой области отчетливо вытекает, что здесь происходили неоднократные перемещения крупных тектонических глыб, ограниченных разломами, которые неоднократно омолажались. Некоторые из этих глыб имели удлиненную форму; концы их представляются в виде клиньев (зона южного склона, Аджаро-Триалетская). Воздымание этих глыб, естественно, не могло быть одинаковым по всей их длине; они имели уклон в ту или другую сторону, были разно-

направленными, почему на них и отлагались в соответствии с этим осадки разных возрастов и в различных фациях.

Некоторые крупные разломы, несомненно, кулисообразно смещались. Сопряжение глыб происходило *только по диагональным разломам*. Крупных разломов (регионального порядка) *меридионального направления* на Кавказе *нигде не констатируется*.

Очередной задачей дальнейших детальных геотектонических исследований должно явиться выяснение взаимоотношений различных зон с помощью структурно-фациального анализа.

В заключение необходимо указать, что описанные выше тектонические элементы, прошедшие разнообразные стадии образования, проявляют ныне различную степень сейсмической активности. Некоторые из них консолидированы (пояс изоклиальной складчатости с его многочисленными интрузиями гипербазитов), другие же при эпейрогенетических поднятиях горного сооружения «омолаживаются».

Замечено, что очаги землетрясений приурочены, главным образом, к крупным разломам (Ленинакан и др.) и местам сопряжения структур разных направлений (Ереван и др.). Интенсивность землетрясений не превышает 6—8 баллов.

А. А. Габриелян, М. С. Абрамян, Н. Р. Азарян, В. Т. Акопян, Р. А. Аракелян, С. А. Бубилян, Ю. А. Мартиросян, Н. А. Саакян, О. А. Саркисян,
П. М. Асланян, С. М. Григорян

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ СТРАТИГРАФИИ АРМЯНСКОЙ ССР

За прошедшие сорок лет произошел огромный сдвиг в наших знаниях в области стратиграфии геологических формаций, слагающих территорию нашей республики.

Первая сводка по региональной геологии Армянской ССР и прилежащих районов Антикавказа была составлена в 1945 г. К. Н. Паффенгольцем. В сводке подытоживались материалы его долговременных исследований и результаты работ других геологов в области стратиграфии палеозойских, мезозойских и кайнозойских вулканогенно-осадочных образований. Там же описывались главнейшие черты тектоники и металлогении этой сложно построенной горной области. Сводка и приложенная к ней геологическая карта служили основой для дальнейших, более детальных, исследований.

Тогда же наши геологи приступили к более детальным и углубленным палеонтолого-стратиграфическим исследованиям отложений отдельных геологических систем: палеозойских и триасовых (Р. А. Аракелян, М. С. Абрамян, А. Н. Назарян, Г. Б. Нисанян), юрских (А. Т. Асланян, Л. Н. Леонтьев, Н. Р. Азарян, В. Т. Акопян, П. Л. Епремян, Г. М. Акопян), меловых (В. П. Ренгартен, А. А. Атабемян, В. Л. Егоян, В. Т. Акопян и др.), палеогеновых и неогеновых (А. А. Габриелян, А. А. Асланян, А. А. Асатрян, А. И. Месропян, Н. А. Саакян, Ю. А. Марти-

росян, С. А. Бубикян, О. А. Саркисян, П. М. Асланян, С. М. Григорян, А. Т. Вегуни, К. А. Мкртчян и др.) и антропогенных (С. П. Бальян, Н. В. Думитрашко, Л. А. Авакян, К. Г. Ширинян, А. А. Адамян, Л. Н. Зограбян, Г. К. Gabriелян, Х. Е. Назарян и др.). Эти работы сопровождались составлением крупномасштабных геологических карт соответствующих отложений. Расширился круг вопросов, подлежащих изучению, и внедрялись новые методы исследований — микропалеонтологический, палинологический, геофизический и др.

В результате коллективного труда геологических организаций республики удалось детализировать существующие стратиграфические схемы, уточнить возраст и стратиграфическое положение отдельных свит и горизонтов, имеющих маркирующее значение, коррелировать разрезы отдельных структурно-фациальных зон и тем самым составить новую, более детальную и палеонтологически хорошо обоснованную схему стратиграфического расчленения палеозойских и мезокайнозойских отложений Армянской ССР и прилегающих районов Антикавказа.

Разработка детальных стратиграфических схем способствовала составлению более точных и крупномасштабных геологических карт, уточнению возраста интрузивных пород, а также служила основой для составления тектонических и металлогенических карт.

В свете всех этих данных, в сводном стратиграфическом разрезе пород, слагающих территорию Армянской ССР, выделяются следующие возрастные единицы:

Докембрий—эопалеозой. Образования этого возраста выступают фрагментарно в ядрах крупных альпийских антиклинорных структур — Арзаканский, Ахумский, Сюникский массивы. На всех указанных участках докембрий—эопалеозой представлен различными видами глубоко метаморфизованных пород: сланцы различного минералогического состава, гнейсы, мигматиты, доломиты, мраморы, метаморфизованные порфириты и др.

В серии метаморфических пород Арзаканского кристаллического массива, где они наиболее мощно развиты, выделяется ряд (четыре по Р. А. Аракелян, три по А. Е. Назаряну, А. Т. Асланяну и А. А. Gabriеляну) свит, отличающихся

литологическим составом пород, степенью метаморфизма и налегающих друг на друга, по-видимому, с перерывом и несогласием.

Досреднедевонский возраст этих свит обосновывается тем, что в Сюнике они трансгрессивно перекрываются гораздо более слабо метаморфизованными и фаунистически охарактеризованными отложениями верхнего девона. В Арзаканском массиве на различных горизонтах метаморфических свит с большим угловым несогласием лежат карбонатно-терригенные отложения тулона — коньяка. На северном склоне Мургузского хребта (Ахумский массив), как и в Локском массиве (Грузинская ССР), породы метаморфической серии трансгрессивно перекрываются терригенно-граувакковой формацией лейаса. В Храмском массиве породы метаморфического комплекса несогласно перекрываются вулканогенно-континентальными образованиями пермокарбона.

Для определения более точного возраста отдельных свит метаморфической серии (Армянская ССР) пока не имеется прямых геологических и палеонтологических данных. Поэтому геологи были вынуждены ограничиваться только региональными сопоставлениями. Р. А. Аракелян сопоставляет среднюю сланцевую свиту Арзаканской метаморфической серии со свитой «филлитов» Дзирульского кристаллического массива, в которой встречаются археоциты, и на этом основании относит ее к нижнему кембрию. Соответственно этому возраст нижней — арзаканской — свиты указанного метаморфического комплекса он считает протерозойским, а верхней — апаранской (или агверанской) — свите он приписывает ордовикский возраст.

Предложенная схема возрастного расчленения метаморфического комплекса Армении, конечно, является сугубо ориентировочной и, безусловно, будет уточняться по мере накопления дополнительных фактических материалов и применения новых методов исследований.

Средний и верхний палеозой. Отложения этого возраста развиты в Центрально-Армянской и Араксинской складчатых зонах и выражены почти исключительно в осадочных фациях — известняковая формация среднего девона, терригенно-фосфоритовая формация верхнего девона — нижнего

карбона, известняковая формация перми. Детальное изучение богато представленной фауны брахиопод, кораллов, аммонитов, мелких фораминифер и других групп позволило в комплексе средне- и верхнепалеозойских отложений Армении и прилегающих частей Антикавказа выделить средний девон в составе эйфельского и живетского ярусов, верхний девон в составе франского и фаменского ярусов, нижний карбон в составе этренского, турнейского и визейского ярусов.

Между отложениями нижнего карбона и перми был установлен регионально выраженный перерыв, соответствующий среднему — верхнему карбону.

В нижней части разреза битуминозных известняков верхнего палеозоя выделены слои с *Stafella sphaerica* Abich и *Waagenophyllum indicum* W. et Went., соответствующие нижней перми. В верхах разреза установлено наличие ряда руководящих ископаемых форм — *Plicatifera intermedia* (Abich), *Neophricodothyris asiatica* (Chao), датирующих возраст отложений верхней пермью.

Т р и а с. Отложения триасового возраста постепенными переходами связаны с пермскими и вместе с ними составляют единый формационный ряд: карбонатная формация перми — нижнего и среднего триаса и регрессивная угленосная формация верхнего триаса.

Ю р а. Разработана довольно детальная схема стратиграфического расчленения юрских образований, пользующихся широким развитием в Сомхето-Кафанской тектонической зоне и выраженных в вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных фациях.

Выделены следующие стратиграфические единицы.

Нижний — средний лейас, в составе синемюрского и домерского ярусов, представлен базальными конгломератами, аркозовыми и слюдистыми песчаниками, сланцами по периферии Локского массива. Тоар — нижний аален представлен граувакковыми песчаниками и сланцами, которые в Ахумском массиве трансгрессивно перекрывают различные горизонты метаморфической свиты эопалеозоя, а в Локском массиве постепенными переходами сменяют отложения среднего лейаса.

Б а й о с представлен тремя вулканогенными свитами: ниж-

ней — эпидотизированные, плагиоклазовые и авгитовые порфириты и их пирокласты нижнего байоса; средней — кварцевые порфиры, альбитофиры и их пирокласты верхнего байоса и верхней — различные порфириты и их пирокластические разности также верхнего байоса. В Айоцдзоре байос выражен в фации маломощных песчано-глинистых пород.

Бат представлен туфогенными песчаниками и сланцами с пластами мандельштейновых порфиритов.

В составе верхней юры выделены келловейский ярус (отложения его в северной Армении трансгрессивно лежат на более древних образованиях и представлены песчано-глинистыми и туфогенными породами), оксфордский ярус (вулканогенные и осадочные породы), киммериджский ярус (известняки, доломиты, песчаники в северной Армении и вулканогенные образования в Сюнике), титонский ярус (развит в Сюнике и выражен в вулканогенных — порфириты и их пирокласты — и осадочных фациях).

Мел. В сводном разрезе меловых отложений Армении выделены все известные ярусы международной стратиграфической шкалы.

Полный разрез нижнемеловых отложений в составе валанжинского, готеривского, барремского, аптского и альбского (?) ярусов установлен в Сюнике, где нижнемеловые породы постепенными переходами связаны с подстилающими отложениями титона и выражены в вулканогенных (порфириты и их пирокласты) и осадочных (известняки, песчаники, глины) фациях. Кроме Сюника, палеонтологически хорошо охарактеризованные альбские отложения известны также в бассейне р. Агстев (средний и верхний альб) и в восточной части Базумского хребта.

Гораздо более широким распространением пользуются образования верхнемелового возраста. Отложения сеномана трансгрессивно залегают на более древних породах и выражены в терригенных и карбонатных фациях (Сомхето-Кафанская и Араксинская зоны). Отложения турона, коньяка и сантона представлены терригенными и вулканогенными образованиями с подчиненным значением карбонатных пород. Кампанский и маастрихтский ярусы характеризуются наиболь-

шей выдержанностью фаций и почти повсеместно выражены в фации пелитоморфных и органогенных разноцветных известняков и мергелей.

Датский ярус имеет регрессивное развитие и выражен преимущественно в фации терригенного флиша.

Палеоген и неоген. Произведено дробное расчленение палеогеновых и неогеновых образований, пользующихся наиболее широким распространением по сравнению с отложениями других геологических систем.

Доказано наличие палеонтологически охарактеризованных отложений палеоцена в флишевой фации (слои с *Globorotalia angulata* в Ереванском бассейне и Севано-Ширакской зоне (подкетузская и агкилсская свиты).

Нижний эоцен установлен в трех различных фациях: известняковой (слои с *Nummulites planulatus*), флишевой (Севано-Ширакская зона) и вулканогенной (южный Сюник). В отложениях среднего и верхнего эоцена Араксинской тектонической зоны выделены пять фаунистически охарактеризованных горизонтов, из которых два — в среднем эоцене (горизонты с *N. laevigatus* и *N. perforatus*), а три — в верхнем (горизонт с *N. millescaput*, соответствующий оверзскому ярусу Западной Европы, дискоциклиновый горизонт и горизонт с *N. fabianii*).

В песчано-глинистых терригенных отложениях нижнего — среднего олигоцена той же зоны (шорагбюрская и шагапская свиты) выделены четыре зоны и горизонты: зона *Variamusium fallax*, горизонты с *Pecten arcuatus* Бросс., циреновых песчаников и кеарамолла. Верхний олигоцен здесь выражен в фации пестроцветных молассовых образований.

В Севано-Ширакском синклинории, восточном Айоцдзоре и Сюнике средний и верхний эоцен представлен преимущественно туфогенно-осадочными и вулканогенными свитами (ширакская, кироваканская, памбакская, айоцдорская свиты), а олигоцен как вулканогенными образованиями (амульсарская свита), так и пресноводно-озерными отложениями (дилижанская свита).

Неогеновые образования представлены тремя генетически различными комплексами пород: соленосными отложениями

среднего — верхнего миоцена, вулканогенно-обломочными образованиями нижнего, среднего и верхнего плиоцена и пресноводно-озерными и молассовыми отложениями верхнего плиоцена.

Установлен среднемиоценовый — нижнесарматский возраст гипсоносно-соленосной свиты Ереванского прогиба, а в вышележащих песчано-глинистых отложениях среднего — верхнего сармата выделены три горизонта: рыбный горизонт, гастроподовый горизонт и горизонт с *Mastra caspia*.

К нижнему — среднему плиоцену относятся вулканогенно-обломочные образования (вохчабертская свита и ее стратиграфические эквиваленты), а к верхнему — лавовые покровы Егвартского, Канакерского, Октемберянского, Лорийского и Ераблурского плато, массива горы Арагац, Гегамского нагорья, Варденисского и Ишхансарского хребтов, а также пресноводно-озерные отложения бассейнов оз. Севан, р. Воротан и Арагатской котловины.

В сложном комплексе образований четвертичного возраста выделены пять генетически различных типов отложений: *вулканогенные* (лавовые покровы, потоки и интимбритовые туфы нижнечетвертичного, среднечетвертичного и верхнечетвертичного возраста), *озерные, химические осадки* (травертины или известковые туфы и др.), *ледниковые образования* (рисского и вюрмского оледенения) и *речные*. Последние в долинах крупных рек выражены в виде восьми отчетливо выраженных террас, соответствующих по возрасту голоцену (I—II террасы), хвалыну (III—IV террасы), хазару (V—VI террасы) и Бакинскому веку (VII—VIII террасы).

Выделены две крупные региональные поверхности выравнивания, соответствующие среднему — верхнему миоцену и среднему — верхнему плиоцену. Анализ данных, касающихся дислокаций этих поверхностей выравнивания и гипсометрического положения речных террас и миоценовых и плиоценовых лагунных и пресноводно-озерных отложений, позволил определить характер и амплитуду неотектонических движений и тем самым восстановить историю формирования современных крупных форм рельефа страны.

Слагающие территорию нашей республики формации горных пород сгруппированы в крупные структурные ярусы: зо-

палеозойский, раннегерцинский (Д—С₁), позднегерцинский (Р—Т), нижнеальпийский или киммерийский (J—неоком), среднеальпийский (альб-эоцен) и верхнеальпийский (Pg₃—Q), четко разграниченные регионально выраженными перерывами, несогласиями и поверхностями трансгрессий.

Установление возраста и стратиграфического положения важнейших свит и горизонтов и составление сводной стратиграфической схемы позволили уточнить возраст интрузивных пород и разработать единую схему их возрастного расчленения.

Самым древним в республике является комплекс интрузивных пород Арзаканского кристаллического массива (габбро-пироксениты, лейкократовые плагиограниты и др.), палеозойского (скорее позднекаледонского, чем раннегерцинского) возраста.

Далее следует мощный комплекс гранитоидных интрузий Сомхето-Кафанской зоны киммерийского или нижнеальпийского (верхняя юра — нижний мел) возраста, которые в северной Армении, а также за пределами Армении, в азербайджанской части указанной зоны, местами прорывают отложения до верхней юры включительно. Гальки их встречаются в базальных слоях сеномана. В других участках эти интрузии рвут только среднюю юру, не затрагивая верхней.

Следующим по возрасту является комплекс интрузивных пород среднеальпийского возраста (верхний мел — эоцен). Сюда относятся ультраосновные интрузии Севано-Акеринской зоны (верхнемелового — Азербайджанская ССР — и эоценового возраста), пластовые залежи гипабиссальных габбро-порфиров и габбро-диоритов Севано-Ширакского синклинория (среднеэоценового возраста), гранитоидные интрузии Памбакского и Базумского хребтов и других участков Севано-Ширакского синклинория (предверхнеэоценового возраста), а также щелочные интрузии Памбака и восточной части Базумского хребта (предолигоценового возраста). По-видимому, к верхнему эоцену следует отнести мощный и сложный полифазный интрузивный комплекс Мегринского плутона, который обнаруживает значительное сходство с Памбакским плутоном как по вещественному составу, так и по тектоническому положению.

Далее следует интрузивный цикл верхнеальпийского возраста (олигоцен—плиоцен). К этой группе относятся сравнительно мелкие гранитоиды восточного Айоцдзора и северного Сюника, которые прорывают амульсарскую вулканогенную свиту олигоцена и являются, по-видимому, предверхнеолигоценовыми, а также субвулканические и экструзивные тела санидиновых трахитов, липарито-дацитов и других кислых пород Айоцдзора (верхний олигоцен-нижнемиоценового возраста).

Мио-плиоценовыми являются экструзии кислых пород Большого и Малого Спитаксара и Цахкуняцкого хребта. К верхнему плиоцену относятся экструзии Атиса и Артени.

Любопытно отметить, что имеющиеся предварительные данные по абсолютному возрасту некоторых гранитоидных интрузий Армянской ССР хорошо увязываются с геологическими данными. Так, например, абсолютный возраст биотита из пегматита Кохбской гранитоидной интрузии (северная Армения) определяется цифрой 70 млн. лет, что соответствует, по шкале Марбли, верхней юре — нижнему мелу, а определение возраста образцов габбро, кварцевых диоритов, монзонитов и других пород тектонической зоны центральной Армении дают цифру в пределах 40—45—50 млн. лет, что соответствует эоцену*.

Таковы в общих чертах наши современные представления о стратиграфии и возрастном расчленении осадочных, эффузивных и интрузивных пород, слагающих территорию Армянской ССР. Вместе с тем возникают новые важные вопросы, для разрешения которых требуются дальнейшие исследования с применением новых методов.

Очень важным является уточнение возраста свит, выделенных в серии метаморфических пород, и особенно верхней из них (апаранская свита), что позволит более точно определить возраст доверхнемеловых интрузий района Арзаканского массива. С этой целью, по-видимому, необходимо более

* Доклад коллектива авторов «Определение абсолютного возраста дочетвертичных формаций», представленный на XXI сессию Международного геологического конгресса.

широко применять радиологический и структурно-геологический методы исследований. Ждет своего решения вопрос возраста метаморфических пород, фрагментарно выступающих вдоль Севанского и Базумского хребтов, а также Варденисского хребта. Являются ли они верхнемеловыми карбонатно-терригенными образованиями, подвергавшимися метаморфизации вдоль Севано-Акеринского глубинного разлома, как это полагают некоторые исследователи, или же представляют выступы палеозойского субстрата, как считают другие? Подлежит выяснению вопрос о наличии в Армении и прилегающих частях Антикавказа ордовика, силура и нижнего девона. Одной из основных задач по изучению герцинского комплекса отложений нашей республики является ярусное расчленение отложений перми и триаса, чего можно добиться путем монографической обработки богато представленной фауны брахиопод, аммонитов, пелеципод и мелких фораминифер.

Интересные научные вопросы стоят перед нами в области стратиграфии юрских и меловых отложений.

Чрезвычайно существенным является уточнение возраста терригенной свиты лейаса Ахумского массива, выяснение взаимоотношения ее с так называемой нижней вулканогенной свитой Сомхето-Кафанской зоны (эту свиту ряд исследователей относит к нижней юре) и тем самым выяснение вопроса о наличии в Армении лейаса в вулканогенной фации.

Подлежат дальнейшему исследованию стратиграфия и фауна верхнеюрских отложений северной Армении и Сюника с целью их более детального ярусного расчленения, а равно и отложений доггера Айюцзора, в которых содержится богатая аммонитовая фауна.

Результаты исследований последних лет ставят под сомнение наличие отложений сеноманского возраста в бассейне р. Веди. Выяснение этого вопроса, а также уточнение возраста некоторых свит, относимых в северной Армении к сеноману, являются весьма актуальной задачей.

Не менее актуальными в области стратиграфии меловых отложений являются: уточнение возраста артаминской вулканогенной свиты Сюника, выяснение вопроса о наличии апта в северной Армении, выяснение характера залегания отло-

жений датского яруса и уточнение верхней границы верхнего мела.

Много интересных вопросов стоят перед нами в области изучения стратиграфии палеогеновых и неогеновых отложений. Подлежат уточнению границы датского яруса и палеоцена, палеоцена и нижнего эоцена, среднего и верхнего эоцена, эоцена и олигоцена, миоцена и плиоцена, а также плиоцена и постплиоцена.

Научный интерес установления возраста слоев с *Nummulites millescaput* Boube и зоны *Variamussium fallax*, в связи с уточнением границы среднего и верхнего эоцена, верхнего эоцена и олигоцена, выходит далеко за пределы республики и имеет общеевропейское значение. Для разрешения этих проблем Армения располагает материалом, наиболее богатым в СССР.

Первоочередной задачей в области стратиграфии верхнепалеогеновых и неогеновых образований является возрастное расчленение мощной вулканогенной серии пород Айюндзора, северного Сюника, Гегамского нагорья и Варденисского хребта. В этом направлении сделаны пока только первые шаги: установлено, что эта вулканогенная серия не является единой в стратиграфическом отношении, а включает в себе несколько разновозрастных свит — олигоценскую, миоценовую и плиоценовую.

С целью более подробного стратиграфического расчленения этой серии и более точного установления возраста ее свит, необходимо произвести детальное петрографическое и минералогическое исследование ее пород и сопоставить их с пепловыми материалами, встречающимися в отдельных горизонтах морских отложений олигоцена, миоцена и плиоцена Куринской депрессии, фаунистически хорошо охарактеризованных.

Важнейшей задачей дальнейших исследований четвертичных отложений нашей республики является возрастное расчленение эффузивных образований, изучение конхилиофауны, встречающейся в озерных отложениях, что позволит произвести стратиграфическое расчленение последних, а также уточнить возраст речных террас, что даст возможность точнее нарисовать картину истории развития рельефа. С этой целью

необходимо проследить террасы бассейна р. Аракс через Севанскую впадину в Куринскую депрессию и прокоррелировать их с морскими террасами Каспийского бассейна.

Для успешного разрешения поставленных задач необходимо комплексное применение всех видов исследований — макро- и микропалеонтологического, палинологического, палеоботанического, литологического, геофизического и радиологического.

Г. П. Багдасарян, С. Б. Абовян, Г. А. Казарян,
Э. Г. Малхасян, Б. М. Меликсетян

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ИНТРУЗИВНОГО МАГМАТИЗМА АРМЕНИИ

Одной из главных особенностей геологической истории Армянского нагорья является интенсивное проявление магматических процессов почти во все геологические периоды его развития.

Наиболее сильно магматическая деятельность проявилась в Армении в юре, меле, палеогене, мио-плиоцене и антропогене. Продукты ее составляют подавляющую часть территории республики, при резком преобладании вулканических образований над интрузивными.

Среди продуктов глубинного вулканизма наибольшим развитием пользуются палеогеновые и мезозойские интрузивные породы.

В различное время и особенно за последние 10—15 лет накоплен довольно большой фактический материал по геологии и петрографии магматических пород Армении.

Работами К. Н. Паффенгольца, И. Г. Магакьяна, С. С. Мкртчяна, Л. А. Варданянца, А. А. Габриеляна, А. Т. Асланяна, В. Н. Котляра, В. Г. Грушевого, Ш. А. Азизбекова, Л. Н. Леонтьева, В. Е. Хаина, Г. П. Багдасаряна и других исследователей Армении и прилежащих районов отмечены определенные закономерности в проявлении интрузивного и эффузивного вулканизма и его причинная связь с развитием тектонических структур.

Несмотря на некоторые расхождения в представлениях указанных исследователей, все же большинством из них выделяется два главных этапа формирования интрузий.

Первый, доскладчатый этап, охватывающий период заложения и прогибания геосинклинальных зон, характеризуется интенсивным проявлением эффузивного вулканизма и внедрением близповерхностных интрузий в виде мелких штоков, лакколлитов, пластовых залежей и бесформенных тел, вытянутых вдоль вмещающих их структур. Представлены они преимущественно габбро-диабазами, габбро-порфиритами, диорит-порфиритами, габбро-диоритами, амфиболитами, кварцевыми порфирами и др.

Второй этап, характеризующийся поднятием и замыканием геосинклинальных зон, сопровождается внедрением преимущественно крупных, нередко сложно дифференцированных интрузий большей частью среднего и умеренно кислого состава (кварцевые и бескварцевые диориты и монзониты, монцодиориты, сиенито-диориты, тоналиты, гранодиориты, граносиениты, граниты и пр.).

В завершающем этапе развития геосинклинальных зон, в связи с разламыванием крупных складчатых структур, происходит внедрение вдоль разломов посторогенных близповерхностных интрузий, представленных преимущественно дайкообразными, реже штокообразными формами тел.

Закономерности пространственного размещения разновозрастных интрузивных комплексов, равно как и эффузивных образований, обусловлены историей тектонического развития Малого Кавказа в различные этапы.

В геотектоническом отношении в Армянской ССР и прилегающих частях Малого Кавказа выделяются следующие структурно-фациальные зоны общекавказского простираения:

1. Сомхето-Карабахская, охватывающая северо-восточные склоны Малого Кавказа; 2. Центральная интенсивно складчатая зона Армении*, занимающая преобладающую часть территории республики; 3. Приараксинская зона.

* А. А. Габриеляном (1959) эта зона названа армянским тектоническим комплексом.

В Армянской части Сомхето-Карабахской зоны, сложенной, в основном, мощной толщей вулканогенных и осадочно-вулканогенных пород юры и частично мела, пользуются широким развитием гранитоидные интрузии; размещенные в Алавердском, Шамшадинском и Кафанском рудных районах. Интрузии основного состава имеют здесь небольшое распространение.

Интрузии этой зоны относятся к верхнеюрскому — нижнемеловому тектоно-магматическому циклу, а отдельные интрузии — к палеогену.

В сложнопостроенной Центральной тектонической зоне, сложенной, в основном, формациями палеозоя, мела, палеогена, неогена и антропогена, размещены чрезвычайно широко развитые в Армении интрузивные породы разнообразного петрографического состава — от ультраосновного и основного до кислого и резко выраженного щелочного. Здесь выделяются интрузии палеогенового (эоцен — олигоцен) и доверхнемелового тектоно-магматических циклов. Возраст последних определен в значительной мере условно и нуждается в уточнении.

В рассматриваемой тектонической зоне пользуется широким развитием габбро-гипербазитовый комплекс интрузивных пород (в Армянской части закавказского офиолитового пояса), возраст которых рассматривается как эоценовый. Некоторые исследователи выделяют здесь также интрузии верхнемелового возраста.

Большие затруднения в достоверном возрастном расчленении многих интрузий Армении (и Малого Кавказа в целом) обусловлены неясностью верхней возрастной границы их внедрения. В этой связи важное значение приобретают современные радиологические методы определения их возраста.

ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ АРМЕНИИ

1. Интрузии доверхнемелового магматического цикла

К наиболее древнему в Армении тектоно-магматическому циклу большинством исследователей относятся интрузии, размещенные в мощной толще разнообразных метаморфиче-

ских сланцев, роговиков и подчиненных им слоистых карбонатных пород Арзаканского и Апаранского массивов в северо-западной части республики.

В известной степени условно к этому возрасту относятся гнейсовидные граниты бассейна р. Малев в Зангезуре (А. И. Адамян, 1955) и небольшие тела диоритов и габбро-диоритов, прорывающих в том же районе метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения «докембрия — нижнего палеозоя» (С. С. Мкртчян, 1958).

К. Н. Паффенгольц (1938) и В. Н. Котляр (1940), впервые детально изучившие метаморфические толщи и размещенные в них интрузии, отнесли их, путем параллелизации с породами Дзирульского массива, к докембрию — нижнему палеозою.

Эти интрузии отчетливо прорывают различные горизонты сильно дислоцированной метаморфической толщи и трансгрессивно перекрываются конгломератами-песчаниками и известняками турона — нижнего сенона. Таким образом, верхней возрастной границей этих интрузий являются низы верхнего мела.

Следует отметить, что до недавнего времени метаморфические сланцы, встречающиеся сравнительно небольшими участками в соседних районах Армении (Степанаванский район, Карахачский перевал), по аналогии с Арзаканским и Апаранским массивами рассматривались как выходы древнего кристаллического субстрата докембрийского — нижнепалеозойского возраста. Однако Л. Н. Леонтьев и В. Е. Хаин (1950), рассматривая в региональном аспекте геологическую обстановку метаморфических толщ восточной части Малого Кавказа, справедливо отнесли выходы этих пород на Карахачском перевале к мелу, высказав предположение о меловом возрасте и степанаванского выхода сланцев.

Наблюдениями Г. П. Багдасаряна* на последнем участке были установлены постепенные переходы между указанными сланцами и вмещающими их плитчатыми окварцованными известняками. Образование сланцев этого и Карахачского

* Г. П. Багдасарян. Отчет по работам в 1954—1955 годах. Рукопись. Фонды Арм. ГУ.

участков обусловлено, по-видимому, секущими эти участки разломами и влиянием интрузии, находящейся на небольшой глубине.

Радиологическое определение возраста двух характерных образцов типичных сланцев степанаванского выхода в масс-спектрометрической лаборатории ИГН АН Армянской ССР указывает на эоценовый возраст метаморфизма.

Интрузии древнего тектонико-магматического цикла Центральной складчатой зоны Армении приурочены к крупному антиклинальному поднятию северо-западного простирания с осью, проходящей по прямой с. Арзакан — Спитакский перевал. Вдоль этого поднятия с юго-востока на северо-запад соответственно располагаются метаморфические толщи и размещенные в них интрузии Арзаканского, Апаранского и Спитакского массивов.

Детальные исследования Г. П. Багдасаряна в пределах этих массивов привели к следующим выводам:

1. Спитакская гранитоидная интрузия, считавшаяся ранее эоценовой, является доверхнемеловой. Интрузия размещена в толще древних порфиринов, слагающих ядро Арзакан-Спитакской антиклинали. На размытой поверхности интрузии трансгрессируют отложения турона — нижнего сенона.

2. Выделенные некоторыми исследователями «гранито-гнейсы» Арзаканского массива оказались типичными мигматитами, подобные которым мы встречаем иногда и в более молодых массивах. Следовательно, нет достаточного основания указывать «гранито-гнейсы» относить к наиболее древним породам метаморфического комплекса.

3. К интрузиям «докембрийского — нижнепалеозойского» тектоно-магматического комплекса, внедрившимся, вероятно, в доорогенном этапе развития геосинклинали и до ранней стадии ее инверсии, относятся серпентиниты, габбро-амфиболиты, габбро-порфириты, диабазы и пр., представленные небольшими лакколитообразными, линзоподобными, дайко- и пластообразными, а также штоковидными и бесформенными телами.

К этой же стадии развития магматизма принадлежат, по-

видимому, широко распространенные в пределах апаранской метаморфической толщи лейкократовые плагиограниты.

4. К синорогенному этапу относится Гехаротский гранитоидный массив.

5. К завершающему этапу, в стадии консолидации и замыкания геосинклинали, приурочено, по-видимому, формирование Агверанского интрузива кварцевых диоритов, а также Арзаканского массива мигматит-гранитов.

Формирование интрузивов древнего комплекса происходило в результате дифференциации гранитоидной магмы в едином очаге и последовательного ее внедрения, сопровождаясь процессами ассимиляции и гибридизма.

Спитакский и Агверанский интрузивные массивы по составу слагающих их пород обнаруживают некоторое сходство между собой и с Кохбским гранитоидным массивом, размещенным в соседней Сомхето-Карабахской зоне. Возраст последнего достаточно убедительно относится к неокому как по геологическим, так и по радиологическим определениям.

Намечается также некоторое сходство в металлогенической роли указанных трех интрузивных тел.

С Арзаканским массивом мигматит-гранитов локально и, вероятно, генетически связаны кварцево-баритовые жилы. Баритовое оруденение является необычным для металлогении «древних» интрузивных комплексов. Оно, как известно, характерно для мезозойского тектоно-магматического цикла Сомхето-Карабахской тектонической зоны.

Созданной впервые в Армении в 1959 г. масс-спектрометрической лабораторией ИГН АН Армянской ССР (под руководством Г. П. Багдасаряна) был выполнен целый ряд определений абсолютного возраста пород из различных магматических формаций калий-аргоновым методом. Работы выполнены, в основном, Р. Х. Гукасяном с участием сотрудников лаборатории. Надежность определений в методическом отношении обеспечивалась, с одной стороны, контрольными измерениями эталонных проб Комиссии абсолютного возраста АН СССР, с другой — определением абсолютного возраста пород из стратиграфически достоверно датированных массивов. В том и другом случае получалась хорошая сходимость результатов.

При рассмотрении полученных результатов, в соответствии с данными недавно созданной советской шкалы абсолютной геохронологии, намечаются следующие выводы:

1. Метаморфизм отложений, превращенных ныне в типичные сланцы Арзаканского массива, завершился к середине юры.

2. Примерно к тому же времени — середине юры — относится внедрение интрузии лейкократовых плагиогранитов.

3. Формирование Гехаротского гранитоидного массива соответствует середине нижнего мела, близко отвечая, по-видимому, концу неокома.

4. Агверанский гранитоидный массив относится по времени внедрения к низам верхнего мела.

5. Мигматит-граниты Арзаканского массива принадлежат также к низам верхнего мела.

Если учесть, что в настоящей стадии разработанности калий-аргонового метода пределы точности определяются до $\pm 10\%$, то следует предположить, что формирование каждого из указанных интрузивов происходило не в очень узком диапазоне времени, а формирование всего комплекса — в относительно длительном интервале от середины юры до низов верхнего мела.

Следует отметить, что ни одно из многих десятков определений не указывает на палеозойский, а тем более каледонский их возраст.

Касаясь возраста вмещающей интрузивы метаморфической толщи, следует отметить, что по данным определения абсолютного возраста пород время ее образования далеко не отвечает кембрию — докембрию. Нужно сказать, что представления о принадлежности этих сланцев к древнему кристаллическому субстрату являются по Г. П. Багдасаряну устаревшими в свете полученных новых данных и требуют критического пересмотра.

2. Интрузии палеогенового магматического цикла

Следующие события разыгрались в Центральной интенсивно складчатой тектонической зоне, в эоцене — олигоцене. Это наиболее широко и бурно выраженный на Малом Кавказе

тектоно-магматический цикл, проявившийся в Армении, в основном, в пределах указанной тектонической зоны.

К палеогеновому этапу принадлежат наиболее мощно проявленные на Малом Кавказе орогенические движения, сопровождавшиеся крупными разрывными нарушениями, и внедрение широко распространенных в Армении интрузий ультраосновного, основного, среднего, кислого и щелочного состава. Особенно широким развитием пользуются здесь интрузивные породы средней и умеренной кислотности.

Главные массы палеогеновых интрузивных пород обнажаются в области Базумского и смежного с ним Памбакского хребтов, а также в области Мегринского и соседнего с ним Баргушатского хребтов. Иногда они называются соответственно Памбакским и Мегринским плутонами.

Между ними, в области Айоцзора, сравнительно недалеко от Баргушатского хребта, размещена группа относительно небольших выходов палеогеновых интрузивов, известная под названием Айоцзорской группы. Вдоль северо-восточной периферической части Центральной складчатой зоны Армении протягиваются полосой линейно вытянутые интрузивы Армянской части офиолитового пояса Закавказья.

А. Интрузивный магматизм Базумо-Памбакской области

Глубинный магматизм района Памбакского хребта изучал в основном до 1940 г. В. Н. Котляр (1958), затем более детально — Г. П. Багдасарян (1961), охвативший исследованиями интрузивы Базумо-Памбакской области в целом.

В связи с проводившимися в различные годы геологическими работами занимались петрографическим изучением интрузивов отдельных участков этой области В. Г. Грушевой (1935), И. В. Барканов (1937), С. И. Баласанян (1956), О. А. Саркисян (1958) и К. А. Мкртчян (1959) и др.

Глубинный магматизм Базумо-Памбакской области представлен чрезвычайно интересно и сложно. Интрузии этой области прорывают мощную осадочно-вулканогенную толщу среднего и верхнего эоцена, а на размытой поверхности неко-

торых из них залегают отложения олигоцена или вулканогенные образования мио-плиоцена.

Все палеогеновые интрузии рассматриваемой области, как показали исследования В. Н. Котляра и Г. П. Багдасаряна, представляют собой продукты дифференциации магмы в едином очаге, давшем последовательный ряд внедрений — от основного до кислого и щелочного состава. Это в петрогенетическом отношении один из интереснейших и редко встречающихся в природе уголков, где мы имеем почти полную петрографическую «гамму» пород, образовавшихся внутри одного тектоно-магматического цикла.

В. Н. Лодочников образно назвал магматизм Базумо-Памбакской области «природным фейерверком». Здесь находится уникальный на Кавказе Тежсарский щелочной комплекс, отличающийся оригинальными условиями образования, морфологическими особенностями, составом слагающих пород и т. д.

В Базумо-Памбакской области выделяются по работам В. Н. Котляра и Г. П. Багдасаряна интрузии четырех фаз внедрения магмы из единого очага, сопровождающиеся своими жильными дериватами и иногда «дополнительными интрузиями».

К первой фазе внедрения, названной условно «габбро-диоритовой», принадлежат габбро-диабазы, габбро-порфириты, габбро, габбро-диориты, диориты, сиенито-диориты, монцо-диориты, монциты, кварцевые диориты, их переходные разновидности. Слагают они небольшие интрузивные тела на склонах Базумского хребта. К этой же группе относится первая фаза внедрения Атарбекийского и Ахавнадзорского интрузивных массивов, формировавшихся по последним данным Г. П. Багдасаряна (1961) в две фазы.

Интрузии первой фазы образуют обычно штокообразные, пластообразные, дайкообразные тела, внедрившиеся, вероятно, в период от доорогенного до раннего этапа складкообразования палеогеновой геосинклинали.

Интрузии габбро-диоритовой фазы практически безрудные.

Вторая фаза внедрения, названная для краткости

«гранитоидной», дала наиболее широко распространенные в области интрузивные тела среднего и умеренно кислого состава, представленные от самых крупных массивов до мелких выходов. Сложены они, главным образом, гранодиоритами, тоналитами, кварцевыми диоритами, кварцевыми монцонитами, гранитами и их разностями. К этой фазе принадлежат:

1. Урут-Ягданская группа мелких интрузий, состоящая из более чем 10 мелких выходов, размещенных в осадочно-вулканогенной толще эоцена, в крыле антиклинальной складки. Вся эта группа является, вероятно, апофизами нескрытого эрозией неглубоко залегающего крупного интрузивного массива.

2. Чернореченская группа гранитоидных интрузий, обнажающихся в приосевой полосе антиклинальной складки, сложенной осадочно-вулканогенными породами среднего эоцена в виде вытянутых вдоль указанной структуры дайкообразных тел.

3. Наиболее крупный в области Базумский гранитоидный массив, напоминающий в плане огромное дайкообразное тело и прорывающий мощную осадочно-вулканогенную толщу среднего эоцена, собранную в крупную синклинали. Интрузия приурочена к крупному разлому северо-западного направления.

4. Гранитоидные интрузии северного склона Памбакского хребта, размещенные в южном крыле крупной Памбакской синклинали, сложенной осадочно-вулканогенными породами среднего и верхнего эоцена и осложненной мелкими складками и разрывными нарушениями.

5. Крупные гранитоидные интрузии южной части Памбакского хребта, приуроченные к крупному Мармарикскому разлому северо-западного простирания, вдоль которого приходят в сопряжение на одном уровне нижние горизонты эоценовой осадочно-вулканогенной толщи южного крыла Памбакской синклинали с метаморфическими сланцами северного крыла Арзакан-Спитакской антиклинали.

С интрузиями этой фазы связана в основном рудоносность данной области: магнетитовая, медная, полиметаллическая и некоторые другие. Медно-молибденовое оруденение

Анкавана связано с более поздними дайками гранодиорит-порфириров, секущими интрузивный массив. Тандзутское и Чернореченское серноколчеданные месторождения некоторые исследователи генетически связывают с корнями эффузивных образований эоцена.

К третьей фазе внедрения относится крупная Гамзачиманская интрузия порфировидных сиенито-гранитов и грано-сиенитов, приуроченная к северному крылу Памбакской синклинали. Интрузия размещена в верхней части среднеэоценовой вулканогенной толщи в виде крупного, овального в плане тела, вытянутого в близширотном северо-западном направлении. Мелкие апофизы интрузии, ее сателлиты приурочены к соседнему разлому, проходящему по долине верховья реки Агстев.

Близким аналогом этой интрузии по структурно-текстурным признакам, условиям образования являются порфировидные граниты и гранодиориты Мегринского плутона.

С интрузией порфировидных сиенито-гранитов связаны небольшие проявления меди, полиметаллов, золота и некоторые редкие элементы.

Четвертая фаза внедрения в палеогеновом тектоно-магматическом цикле Базумо-Памбакской области отличается типичным щелочным характером. Формирование интрузий этой фазы происходило в более поздние стадии развития тектонической обстановки области в конце инверсионного поднятия и складчатости, когда уже завершились в них разрывные нарушения. Это происходило, по-видимому, в диапазоне от конца верхнего эоцена до нижнего олигоцена. Эволюция магмы во времени и в связи с развитием тектонических структур области уже перед данной интрузивной фазой привела ее в результате дифференциации в едином очаге к типичному щелочному составу с резко выраженным калиевым характером и богатством летучими компонентами.

В образовании щелочных пород важную роль сыграли интенсивные процессы ассимиляции и гибридизма.

Г. А. Акопяном и К. А. Мкртчяном в 1956 г. был обнаружен в северо-восточной периферии Базумо-Памбакской области, в восточной части Халабского хребта, новый выход ще-

щелочной приповерхностной интрузии, детально заснятый К. А. Мкртчяном и описанный им совместно с А. И. Адамяном (1959) под названием Гарнасарской интрузии.

Рассматриваемой фазой формированы: 1) главный в области Тежсарский щелочной массив, размещенный в толще средне- и верхнеэоценовых вулканогенных пород средней части хребта Памбак в приосевой части и в крыльях одноименной крупной синклинали; 2) небольшие интрузивные тела щелочного состава, являющиеся, вероятно (Бундукский), спутниками Тежсарского массива; 3) Гарнасарская интрузия.

Тежсарский массив как по своим морфологическим особенностям, так и по составу пород представляет собой уникальное на Кавказе образование, принадлежащее к интрузиям «центрального типа».

Металлогеническая роль щелочной интрузии выражается в образовании гранат-эпидотовых скарнов с магнетитом, в проявлении некоторых редких и рассеянных элементов. Сами же породы щелочного комплекса, в частности богатые нефелином разновидности, являются сырьем для переработки их в глинозем и ряд других ценных продуктов по методу М. Г. Манвеляна.

Возраст интрузий всех указанных четырех фаз внедрения не вызывает существенных расхождений среди исследователей. Однако время формирования ряда интрузий еще недостаточно убедительно установлено геологическими данными. Радиологическим методом определен абсолютный возраст отдельных интрузий (Тежсарский щелочной массив, Гамзачманская интрузия, Ахавнадзорский, Степанаванский гранитоидные интрузии). Результаты этих определений подтверждают геологические представления о возрасте этих интрузий. Вместе с тем по большинству интрузий рассматриваемого комплекса мы пока не располагаем достаточными радиологическими определениями.

Глубина заложения интрузий Базумо-Памбакской области еще недостаточно выяснена и нуждается в уточнении. Однако имеющийся фактический материал позволяет с значительной вероятностью считать, что подавляющее большинство интрузий этой области формировалось на небольших глубинах.

К гипабиссальной или близкой к ней фации глубинности принадлежит подавляющее большинство интрузий первой фазы внедрения палеогенового тектоно-магматического цикла.

Наиболее типичным примером приповерхностного интрузивного тела, переходящего в эффузивную фацию, является Гарнасарский щелочной массив. Тежсарский и Бундукский щелочные интрузии являются также образованиями субвулканической фации.

Интрузии второй и третьей фаз внедрения относятся, по видимому, к фации малых или с небольшим отклонением в сторону средних глубин.

Б. Интрузии Айоцдзора

Первые описания интрузий этой области даны В. Н. Котляром (1930, 1931) и А. В. Кржечковским (1930, 1931). Вслед за ними территория области была охвачена региснальной геологической съемкой К. Н. Паффенгольца (1941) и работами ряда геологов Арм. ГУ. Позже интрузии рассматриваемой области более детально изучались Э. Г. Малхасяном (1958).

В группу айоцдорских интрузий входят небольшие штокообразные тела гранитоидного состава среднего и верхнего течений бассейна р. Арпа, размещенные в вулканогенно-осадочной толще эоцена. Данная группа охватывает интрузии районов Газмы, Гюмушханы, Каялу, Кечута, Джермука, Чайкенда и Аяра.

Отдельные выходы айоцдорских интрузий имеют общий, единый магматический очаг, что подтверждается их географической близостью, нахождением в одной тектонической зоне, одинаковым возрастом и сходством основных специфических химических черт слагающих пород.

Рассматриваемые интрузии по составу и по времени внедрения подразделяются на три обособленные фазы, имея общую направленность магматического очага от основного к кислому. Первая, более ранняя, монцонитовая фаза представлена монцонитами, ортоклазовыми габбро, эссекситами; вторая фаза — диорит-порфиритами и третья — граносиенитовая фаза — сиенитами, граносиенитами и порфировидными гранитами. В последней фазе в свою очередь происходит трехкратное внедре-

ние магмы, что соответствует субфазам. Каждая интрузивная фаза сопровождается своими жильными дериватами, представленными разнообразными породами.

Третья фаза внедрения относительно более богата летучими компонентами, что подтверждается распространением микропегматитовых образований, флюоритовых жил и массовым развитием турмалинизации в пределах Газминского и Каялинского интрузивов.

Интрузии Айюцзора формировались, по-видимому, в условиях гипабиссальных и субинтрузивных.

Разновидности пород айюцзорских интрузивов внутри каждой фазы обусловлены результатом ассимиляции (как глубинной, так и поверхностной). Процессы кристаллизационной дифференциации, вероятно, играли подчиненную роль.

В интрузивных телах от центра к периферии заметно постепенное увеличение основности породы, а на периферии массивов отмечается присутствие ксенолитов и гибридных пород.

Рассматриваемые интрузивы по геологическому положению и возрасту, а также по составу и общим химическим особенностям, весьма близки к интрузивам соседних областей — Мегринского плутона, малым интрузиям Сисианского района и др., что допускает предположительно относить их к единому тектоно-магматическому циклу.

В. Интрузивы Мегринского плутона

Крупнейший на Малом Кавказе полифазный полифациальный Мегринский плутон является одним из интереснейших интрузивных комплексов Советского Союза.

В строении этого плутона, так же как и Базумо-Памбакского, принимают участие породы от основного и ультраосновного до кислого и щелочного составов со всей гаммой промежуточных разностей пород. Генетически с формированием плутона связаны крупные медно-молибденовые месторождения (Каджаран, Агарак, Парагачай, Джиндара и др.), а также ряд месторождений и проявлений других полезных ископаемых.

В разные годы плутон с той или иной степенью детально-сти изучался В. Г. Грушевым (1932), С. А. Мовсисяном (1940),

С. С. Мкртчяном (1947), И. Г. Магакьяном (1948), А. И. Адамяном (1949), Ш. А. Азизбековым (1947), М. А. Литвин (1947), Т. Ш. Татевосяном (1950), Т. А. Аревшатын (1950—1960), Б. М. Меликсетяном (1955—1960) и др.

В структурном отношении pluton приурочен к присводовой части Зангезурского антиклинория общекавказского простирания, сложенного в различной степени метаморфизованными вулканогенными и вулканогенно-осадочными толщами, относимыми к палеозою, мезозою и палеогену.

В истории развития третичного тектоно-магматического цикла в описываемом регионе внедрение крупных гранитоидных интрузий приурочено к среднему и завершающему этапам складчатости геосинклинальной зоны.

Возраст гранитоидов Мегринского plutона (а также интрузивов Баргушатского хребта) одни исследователи относят к верхнему эоцену, другие — олигоцену — миоцену, третьи выделяют здесь интрузии доюрского возраста.

Проведенные Р. Х. Гукасяном радиологические определения абсолютного возраста калий-аргоновым методом дали для интрузии монцонитового ряда (I фаза) от 40 до 30 млн. лет, а для порфировидных гранитоидов (III фаза) — 22 — 25 млн. лет, что соответствует верхнему эоцену — нижнему миоцену. Эти данные достаточно близко сходятся с результатами геологической датировки plutона и указывают на значительный диапазон времени его формирования.

Большинство исследователей предполагает трехфазное внедрение гранитоидов (В. Г. Грушевой, С. С. Мкртчян, С. А. Мовсесян, И. Г. Магакьян и др.). Однако М. А. Литвин, А. И. Адамян и другие выделяют здесь четыре-пять фаз, считая габброиды в пределах монцонитовой интрузии самостоятельной интрузией (I фаза), а М. А. Литвин щелочные сиениты (опять-таки в пределах монцонитовой интрузии) рассматривает как наиболее позднюю фазу.

Проведенные в последнее время детальные минералогическо-геохимические исследования Б. М. Меликсетяна (1959, 1960) подтверждают правильность выделения для plutона в целом интрузий трех фаз с изменением их преобладающего состава: монцониты — граносиениты — граниты.

В конечные стадии каждого этапа и особенно наиболее позднего этапа интрузивного магматизма в определенной последовательности происходит внедрение многочисленных жильно-магматических пород различного состава (диабаз-порфири-ты, диорит-порфири-ты, лампрофиры, гранодиориты-порфиры и гранит-порфиры). В целом намечается изменение состава даек второго этапа для всех фаз от основных к кислым. Следует отметить, что уже, по-видимому, в средний и особенно в поздний этапы формирования плутона проявления магматической деятельности контролировались зонами глубинных разломов северо-западного близмеридионального направления.

В формировании интрузий отдельных фаз значительную роль играют наряду с процессами дифференциации процессы ассимиляции и гибридизма вмещающих пород (порфиров и известняков), являющихся важными факторами магматической дифференциации. Интенсивность процессов ассимиляции и гибридизма (глубинного характера) от ранней фазы к поздним постепенно ослабевает. В поздних фазах более широко проявлена контактовая ассимиляция.

Наиболее интенсивно эти процессы проявлены в первой фазе, в результате которых, помимо гибридных пород типа монцонитов, монцо-диоритов, сиенито-диоритов, образуются, с одной стороны, основные и ультраосновные фации (диориты, габбро-диориты, габбро, пироксениты и др.), с другой — щелочные (щелочные сиениты и нефелиновые монцониты) и кислые (гранодиориты в виде субфазы).

В образовании щелочных фаций, приуроченных к восточному и юго-восточному контакту монцонитовой интрузии, важную роль играли процессы эманационной дифференциации (газовый перенос щелочей и др.), приводящие к образованию локальных участков, обогащенных щелочами и летучими.

О неспокойных тектонических условиях, сопровождающих кристаллизацию магмы каждой фазы, говорят факты повторных инъекций магмы из более глубоких частей интрузива в застывшую кровлю с образованием так называемых внутринтрузивных тел, т. е. дополнительных интрузий (по В. С. Коптеву-Дворникову). Состав последних, представленных небольшими штокообразными телами, зависит от состава главной фации данной фазы внедрения. Породы дополнительных

интрузий по составу близки или несколько кислее (микромонзониты, микрогранодиориты, микрограносиениты, микрограниты и др.).

Петрохимическое изучение гранитоидов плутона показывает, что они представляют собой часть памбак-зангезурского комплекса, являющегося самостоятельной петрографической провинцией. Относясь к петрохимической серии известково-щелочного ряда, породы плутона проявляют и тенденции субщелочного химизма.

Устанавливаются два этапа постмагматической деятельности:

1. Постмагматические образования (небольшие полиметаллические и медно-молибденовые месторождения), приуроченные к дополнительным интрузиям и жильным породам I этапа, т. е. генетически связанные с каждой фазой интрузии.

2. Постмагматические образования (крупные медно-молибденовые месторождения), структурно и пространственно связанные с дайками гранодиорит-порфиров третьей интрузивной фазы. Генетическая связь выражается в общности питающего очага (даек порфиров и рудоносных растворов), являющейся, по-видимому, корневой системой молодых гранитоидов.

Г. Интрузии офиолитовой формации Армянской ССР

Изучением офиолитовой формации Армянской ССР в разное время занимались С. А. Айвазов (1934), А. Г. Бетехтин (1937), К. Н. Паффенгольц (1934), А. С. Гинзберг (1929), С. С. Кузнецов (1930), Г. М. Арутюнян (1936), А. В. Кржечковский (1936), Г. А. Кечек (1933), Ю. А. Арапов (1946), Т. Ш. Татевосян (1952), Т. А. Аревшатян (1946) и в течение последних десяти лет С. Б. Абовян (1959).

Офиолитовая формация, или формация ультраосновных и основных пород на территории Армянской ССР образует два пояса северо-западного простирания — Севано-Амасийский и Вединский, которые довольно резко отличаются друг от друга как по своим размерам, так и по степени изученности.

Вединский пояс имеет несравненно меньшие размеры и прослеживается в виде небольшой полосы.

Оба пояса, по мнению А. Г. Бетехтина (1937), продолжают в Иран и Турцию и примыкают, таким образом, к обширной Средиземноморской провинции ультраосновных и основных пород (Малая Азия, Балканы, Альпы).

Район распространения ультраосновных и основных пород сложен вулканогенно-обломочной толщей нижнего сенона, известняками и мергелями верхнего сенона, известняками и песчаниками палеоцена — нижнего эоцена и вулканогенными толщами среднего эоцена и олигоцена (по А. Т. Асланяну — миоцена и А. А. Габриеляну — плиоцена).

В верхнем эоцене в этих зонах и в процессе складкообразования образуются трещины разрыва, по которым поднимается габбро-перидотитовая магма.

По А. Т. Асланяну, внедрение массивов происходит по глубинным разломам и связано с этапами интенсивного погружения зон. А. А. Габриелян считает, что внедрение массивов генетически связано с начальной (предварительной) фазой складчатости. По мнению К. Н. Паффенгольца и С. Б. Абовяна, расположение офиолитовой формации в зоне интенсивно смятых пород говорит о пассивном поднятии магмы вдоль трещин разрывов, следовавших за складкообразованием.

Оба пояса ультраосновных и основных пород являются прерывистыми и представлены обособленными друг от друга крупными и мелкими массивами, вытянутыми с северо-запада на юго-восток.

В петрогенетическом отношении ультраосновные и основные породы составляют единую габбро-перидотитовую формацию. Породы габбрового состава пространственно тесно связаны с перидотитами. Это позволяет считать породы габбрового состава производными той же сложной магмы, которая дала и перидотиты. Соотношение ультраосновных пород к основным примерно равно 1 : 1. Кислая фация основных пород представлена кварцевыми диоритами, играющими незначительную роль в строении пород габбро-перидотитовой формации.

Ультраосновные породы сложены перидотитами, меньше дунитами и еще меньше пироксенитами. Дуниты образуют небольшие линзо- и шпирообразные тела внутри перидотитов и ориентированы согласно с общим северо-западным простиранием массивов. Наблюдаются также дайкообразные тела дунитов.

тов, прорывающие дуниты и перидотиты I генерации. Пироксениты также слагают дайкообразные тела.

Основные породы представлены, главным образом, габбро, реже — оливиновым габбро, норитами, габбро-норитами, троктолитами, анортозитами. Незначительно развита в них фация кварцевых диоритов. Эти различия связаны между собой постепенными переходами. В то же время основные породы секутся апофизами кварцевых диоритов. Кроме анортозитов, характеризующихся постепенными переходами в габбро, наблюдаются амфиболовые анортозиты, слагающие дайкообразные тела. Условия их залегания и текстурные особенности позволяют их отнести к пегматоидным образованиям основных пород.

Комплекс дайковых пород представлен дериватами основной магмы: диабазами, диабазовыми порфиритами и диорит-порфиритами.

Рассматривая габбро-перидотитовую формацию в целом, можно отметить, что среди комплекса всех пород, образование которых охватывает один магматический цикл, намечается шесть фаз последовательных внедрений: 1. Перидотиты, дуниты; 2. Дуниты II генерации; 3. Габбро (основные породы); 4. Кварцевые диориты; 5. Пироксениты; 6. Амфиболовые анортозиты.

При этом пятая и шестая фазы являются пегматитовыми фазами соответственно ультраосновных и основных пород.

Из последовательности внедрения пород габбро-перидотитовой формации намечается, таким образом, эволюция магмы во времени — от ультраосновной через основную к средней. Ранняя фаза представлена ультраосновными породами, а более поздняя — кварцевыми диоритами.

II. ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ АРМЯНСКОЙ ЧАСТИ СОМХЕТО-КАРАБАХСКОЙ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Петрографическим изучением пород гранитоидных интрузивов Сомхето-Карабахской геотектонической зоны занимались Ш. А. Азизбеков (1947), С. И. Баласанян (1956, 1957), В. Г. Грушевой (1935, 1941), Г. А. Казарян (1959), П. Ф. Келасония (1951), В. И. Котляр (1940). В связи с проведением металлургических, региональных и геологосъемочных работ вопросы

петрографии интрузивных пород области затронуты в трудах И. В. Барканова (1936), Л. Н. Додина (1935), И. Г. Магакьяна (1943), К. Н. Паффенгольца (1959), И. Н. Ситковского, П. Ф. Сопко (1947), О. С. Степаняна (1947), Э. А. Хачатуряна (1950) и др.

Геологическое строение этой зоны освещено в работах К. Н. Паффенгольца, Ш. А. Азизбекова, Н. А. Азаряна, В. Т. Акопяна, А. Т. Асланяна, А. А. Габриеляна, Л. Н. Леонтьева и В. Е. Хаина и др.

Формирование Сомхето-Карабахской геотектонической зоны происходило, в основном, в палеозойское и мезозойское время. В конце палеозоя зона вступила в этап складкообразования и воздымания, сопровождавшийся внедрением гранитоидной магмы (Розенбергский и другие массивы Грузинской ССР). В конце юрского периода по Сомхето-Карабахской зоне с севера на юг проходила волна складкообразования, выражающаяся сейчас в несогласном залегании сеноманских отложений на верхнеюрские в северной части региона и верхнетуронских отложений на нижнемеловые в южной части. К этому времени складкообразования приурочено формирование главной массы гранитоидных интрузивов зоны. Следующий этап глубинного магматизма устанавливается в верхнем эоцене.

Интрузии Сомхето-Карабахской геотектонической зоны, представляющие собой производные гранитоидной магмы, приурочены, в основном, к участкам кулисообразно расположенных антиклинальных поднятий. В Армянской части этой зоны выделяются Алавердская группа (Шнох-Кохбский, Ахпатский, Цахкашатский массивы), Шамшадинская группа (Тавушский, Хндзорутский и ряд мелких), Цавский массив.

Морфологически интрузивные массивы представлены штокообразными и лакколитоподобными или пластообразными телами. Первые, в основном, тяготеют к ядрам антиклинальных поднятий (Ахпатский, Цахкашатский, Цавский). Вторые приурочены к крыльям антиклинальных поднятий (Шнох-Кохбский, Тавушский, Хндзорутский).

Формирование интрузий происходило на малых и умеренных глубинах, на что указывают мощности пород вмещающих толщ и структурные особенности самих интрузивных пород.

Возраст преобладающего большинства интрузивов Армян-

ской части Сомхето-Карабахской зоны определяется как досоманский; отдельные интрузивы являются, по-видимому, третичными. В Азербайджанской части выделяются сравнительно древние массивы (Атабек-Славянский и др.). Указанный возраст интрузий подтверждается и данными определения абсолютного возраста кали-аргоновым методом.

Формирование интрузивов происходило в результате многократного внедрения гранитоидной магмы. В первую фазу внедрились различные, главным образом гибридные, породы. Породы I фазы почти во всех массивах представлены широкой гаммой: габбро-габбро-диоритами, диоритами, кварцевыми диоритами, гранодиоритами.

Породы II фазы внедрения представлены розовыми гранитами, практически не проявляющими признаков гибридизма.

Жильная фация интрузивов, представленная дайками I и II этапов (по классификации В. С. Коптев-Дворникова), в различных массивах развита с различной интенсивностью. Намечается широкое развитие жильных пород I этапа (аплиты, пегматиты, жильные аплитовидные граниты) в массивах со сравнительно слабо проявленными процессами гибридизма (Шнох-Кохбский), что почти отсутствует в интрузивах с наиболее интенсивно проявленными процессами гибридизма (Шамшадинская группа, Цавский массив).

Жильные породы II этапа, представленные габбро-диабазами, диоритовыми и кварцевыми диорит-порфиритами, микрогранит-порфирами, проявляют определенную приуроченность к выходам гранитоидных массивов, что свидетельствует об их принадлежности к единому интрузивному комплексу.

В связи с интрузивной деятельностью выделяются два этапа оруденения: к первому этапу относится контактово-метасоматическое оруденение (Цакери-дош и др.), а ко второму — гидротермальные месторождения медноколчеданных и полиметаллических руд (Алавердская, Шамшадинская, Кафанская группы). Однако вопросы связи колчеданного оруденения с гранитоидными интрузивами зоны пока еще не нашли своего однозначного решения.

К. Г. Ширинян, Р. А. Аракелян, О. П. Елисеева, Э. Г. Малхасян,
А. Х. Мнацаканян

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭФФУЗИВНОГО МАГМАТИЗМА АРМЕНИИ

В продолжение всей истории геологического развития территории Армении была ареной интенсивных вулканических извержений. Поэтому продукты вулканизма играют существенную роль в ее геологическом строении, а изучение их должно иметь большое научное и народнохозяйственное значение.

В Институте геологических наук АН Армянской ССР осуществляется последовательное изучение вулканических образований Армении. Эти исследования еще далеко не завершены и не имеют пока одинаковой детальности для различных геологических эпох и регионов. Вместе с тем достаточно хорошо изучены отдельные ассоциации вулканических пород и закономерности проявления вулканических процессов внутри отдельных эпох. Это дает возможность хотя бы предварительно обобщить и сопоставить материалы, могущие выявить закономерности развития вулканизма во времени и пространстве.

При изучении вулканических формаций Армении прежде всего отчетливо вырисовывается причинная связь вулканизма различных геологических эпох с крупными тектоническими циклами и со складчато-глыбовыми колебательными движениями отдельных тектонических единиц.

Наиболее древними проявлениями магматизма в Армении являются излияния основных эффузий, входящих в состав мощной, 888—1000 м, нижнепалеозойской метаморфизованной сви-

ты, выделенной Р. А. Аракеляном под названием дзораглухской.

Входящие в состав этой толщи метаморфизованные эффузивы представлены, главным образом, амфиболитами, в основании которых залегают хлорит-роговообманковые и роговообманковые сланцы. Последние, по всей вероятности, являются метаморфизованными пирокластами тех же эффузивов. В составе этой толщи залегают редкие линзы мраморов. Свита имеет широкое распространение в пределах всех древних массивов Армении (Арзаканский, Мисхано-Апаранский, Зангезурский и др.).

После образования дзораглухской свиты происходит перерыв в осадконакоплении, а также в эффузивном вулканизме. Вследствие имевшего место регионального метаморфизма породы дислоцируются, происходит поднятие геосинклинали, способствующее внедрению лейкократовой гранитной магмы. Последовавшие вслед за этим новые погружения геосинклинали сопровождаются новым этапом излияния основных эффузивов диабаз-порфиритового состава, сопровождаемых пирокластическими образованиями. Указанные вулканические породы вместе с осадочными образованиями (мраморы, роговики) составляют выделенную Р. А. Аракеляном 800-метровую агверанскую свиту. Возраст свиты на основании региональных данных и ее стратиграфического положения условно определен как ордовик.

Описанными эффузивами завершается нижнепалеозойский магматизм Армении. Эти породы широко развиты в пределах Арзаканского, Мисхано-Апаранского и Зангезурского массивов. По сравнению с дзораглухской свитой агверанская значительно менее метаморфизована.

В средне-верхнепалеозойское время, т. е. в течение герцинского этапа развития, эффузивный магматизм геосинклинального типа в Армении не проявляется, и лишь на северном склоне Малого Кавказа, в пределах Локского и Храмского массивов, проявляются незначительные излияния средних эффузивных пород и их пирокластов в континентальных условиях. Эти породы выделяются под названием «нижних туффитов» Храмского массива и на основании флоры, найденной в них, относятся к среднему и верхнему карбону.

Таким образом, наиболее древние проявления эффузивно-

то магматизма на территории Армении, имевшие место в нижнепалеозойское время, являются типичными геосинклинальными и проявляются в период прогибания в ранний и завершающий этапы развития геосинклинали, т. е. в среднекембрийское и ордовикское время.

Следующий вулканический цикл приурочивается к началу альпийского этапа развития территории, т. е. к началу юрского времени, и в основном связан с прогибанием северного склона Малого Кавказа или так называемой Сомхето-Карабахской тектонической зоны.

В вулканической деятельности юрского времени в соответствии с фазами тектогенеза намечаются три вулканических цикла: нижнеюрский (?), или доверхнебайосский, среднеюрский, или байос-батский и верхнеюрский (оксфорд — кимеридж), причем снизу вверх устанавливается возрастание продолжительности, интенсивности вулканических проявлений и расширение площади распространения продуктов вулканизма. Связь вулканизма с геосинклинальными прогибаниями, как и в палеозое, сохраняется в течение всего юрского периода.

Если в юрское время имело место лишь интенсивное погружение северного склона Малого Кавказа и вулканические проявления имелись лишь в пределах этой зоны, то с мелового времени картина значительно изменяется.

В конце верхней юры и в нижнем меле были небольшие локальные перерывы в вулканизме и в осадконакоплении и даже локальные поднятия северного склона Малого Кавказа.

Вулканические проявления в нижнем меле являются продолжением и как бы завершающим этапом юрского вулканизма и широкого развития не имеют. Площадь распространения нижнемелового вулканизма совпадает с районами распространения юрских отложений — на Горисско-Кафанском (тапасарская и окузаратская толщи) и Шамшадинском (артаминская свита) участках.

Известно, что в верхнемеловое время существенно перестраивается геотектонический план Малого Кавказа, происходит общее его погружение, вследствие чего, в отличие от юрского периода, меловой вулканизм охватывает и южный склон данного региона.

Вместе с тем общее погружение Малого Кавказа в мело-

вое время носило дифференцированный характер. Участки, которые приобрели геосинклинальный режим развития, характеризуются наиболее интенсивной вулканической деятельностью. Это выделенные в свое время В. П. Ренгартеном (1959) Прикуринская, Севано-Курдистанская и Еревано-Ордубадская зоны, разделенные Сомхето-Карабахской, Мисхано-Зангезурской и Шаруро-Джюльфинской зонами, для которых была характерна геоантиклинальная тенденция развития.

Наиболее интенсивные вулканические процессы в верхнем меле отмечаются в указанных геосинклинальных зонах, подзонах и поперечных прогибах (проливах и заливах), расчленяющих геосинклинальные зоны на ряд островных поднятий (Иджеванский пролив, Таузский залив, Тертерская подзона, Гориско-Кафанский залив).

В связи с дифференцированностью характера общего погружения в различных частях геосинклинального бассейна вулканические проявления происходят с различной интенсивностью. При общем однообразии пород устанавливаются различия специфических черт составов пород в разных разрезах, что определяется геотектоническим режимом данного района.

Погружение геосинклинального бассейна, зародившегося в начале альбского времени, после незначительного перерыва в верхнем меле, в начале палеогена возобновляется с большей интенсивностью и охватывает весь эоцен, а в южных районах геосинклинали — неоген включительно.

В соответствии с тектоническим планом развития в палеогеновое время имели место интенсивные вулканические проявления, приуроченные к двум крупным структурным единицам: Севано-Ширакской и Еревано-Ордубадской.

В палеогеновое время указанные структурные зоны на фоне общего опускания территории испытывали максимальное прогибание, и именно к этим структурным единицам и в особенности к первой из них приурочивались наиболее интенсивные проявления подводного и наземного вулканизма с тенденцией постепенного затухания от среднего к верхнему эоцену, что обусловливается постепенной стабилизацией эпейрогенетических тектонических движений.

Известно, что в начале верхнего палеогена, т. е. перед олигоценом, имели место существенные изменения в геотектониче-

ском режиме Малого Кавказа. Геоантиклинальным поднятием складчатой зоны Армении и опусканием сопредельных межгорных прогибов — Куринской и Среднеараксинской депрессий — произошло расчленение обширной геосинклинальной зоны.

Верхнепалеогеновые и нижнеэоценовые вулканические проявления в пределах Армении известны, в основном, в пределах складчатой зоны Армении, а также в пограничной Среднеараксинской депрессии, входящей в Ереванско-Ордубадскую синклинальную зону.

В указанной зоне, в связи с перестройкой плана тектонического развития, вулканические извержения в конце эоцена и в начале олигоцена происходили в переходных условиях: имели в основном наземный характер, частично происходили также в условиях прибрежных зон мелкого моря.

Вулканизм верхнего неогена, представляя как бы начало нового этапа развития вулканизма Малого Кавказа, продолжался до голоцена включительно и происходил в условиях континентального режима на обширной площади складчатой зоны Армении.

Совпадение границ распространения продуктов и центров извержений плио-плейстоценовых эффузивов в пределах одной и той же тектонической зоны, общность их петрографических особенностей и отсутствие признаков значительных перерывов между ними дали основание предполагать существование единого плио-плейстоценового или антропогенного этапа развития эффузивного вулканизма в Армении.

Наибольшая интенсивность вулканических проявлений антропогена приурочивается к постплиоценовому времени, что обусловлено значительной амплитудой воздымания Малого Кавказа, составляющей по данным Л. А. Варданянца и Н. И. Николаева от 2 до 4 км.

Устанавливается дифференцированность тектонических движений с возрастающим значением несогласованности амплитуды колебания от верхнего плиоцена к четвертичному времени. Этим самым объясняется то обстоятельство, что если в различных частях области в верхнем плиоцене еще устанавливается определенная согласованность вулканических извержений во времени при одинаковом или близком составе продуктов вулканизма, то в дальнейшем эта согласованность нарушается.

Формируется несколько отдельных относительно обособленных зон: Арагацкая, Гегамо-Варденисская, Айоцзор-Сюникская, со специфическими чертами залегания продуктов вулканических проявлений и их мощностей.

Подытоживая изложенный выше материал, можно отметить, что в палеозойской, мезозойской и нижних системах кайнозойской эры вулканические проявления были связаны, в основном, с процессами прогибания, а в плио-плейстоцене — с восходящими движениями.

Характерно то, что для всех геологических эпох устанавливается общая тенденция изменения состава лав от основных к кислым.

В палеозойское время устанавливается изменение состава продуктов эффузивного вулканизма от основных диабазов и диабаз-порфиритов в нижнем палеозое к более кислым породам в верхнем палеозое в пределах Храмского и Локского массивов.

В юрское время картина не меняется: эффузивными образованиями нижней (?) — средней юры являются эпидотизированные плагиоклазовые и реже пироксеновые порфириты. В средней юре мощная эффузивная толща снизу вверх представлена плагиоклазовыми, кварц-плагиоклазовыми и кварцевыми порфиритами, которые сменяются мощными излияниями кварцевых порфиров, весьма характерных для верхнего байоса Малого Кавказа.

В верхнеюрское время — завершающий этап вулканизма — маломощные потоки плагиоклазовых, диабазовых порфиритов и витроандезитов, подчиненные мощной толще туфоконгломератов и туфобрекчий, сменяются субвулканическими телами кварцевых альбитофиров.

Таким образом, как в отдельных тектонических этапах, так и в общем магматическом цикле юрского периода устанавливается эволюция магмы от среднеосновного состава к кислому.

В меловой период эволюция магматических извержений более сложна, соответственно тектоническому развитию территории республики.

Нижемеловой вулканизм широкого развития не имеет. Тапасарская (370 м) и артаминская (400 м) свиты, для которых В. П. Ренгартен указывает неокомский (валанжин — готе-

тив) возраст, сложены: первая — туфобрекчиями, туфама и потоками порфиритов; вторая — преимущественно порфиритовыми туфами, туфобрекчиями и маломощными потоками порфиритов.

Окузаратская вулканогенно-осадочная свита (300 м), возраст которой В. Т. Акопян определяет как верхнеаптский, в своих верхних частях сложена порфиритами и лавовыми брекчиями того же состава.

В верхнемеловое время, как было отмечено выше, вулканические процессы наиболее интенсивно развивались в зонах наибольших прогибаний. В этом отношении выделяются три основные зоны: Прикуринская, Присеванская и Еревано-Ордубадская, или Приараксинская, отличающиеся временем и амплитудой прогибаний и соответственно разрезами вулканических образований. Вулканические извержения, начавшиеся почти одновременно (верхний турон—нижний коньяк) во всех указанных зонах, затухают уже в конце коньяка в Приереванской и Приараксинской зонах, в то время как в Прикуринской полосе они продолжают вплоть до верхнего сантона — нижнего кампана. В общем для мелового времени устанавливается эволюция магмы: базальт, андезито-базальт, андезит, липарит. Но, в связи с изменением направлений и дифференцированности движений, на отдельных участках в конце вулканических циклов каждой из указанных зон разрезы пород имеют свои специфические особенности.

В Присеванской и Приараксинской зонах небольшая амплитуда и небольшая продолжительность прогибания (верхний турон — коньяк) обусловили небольшие мощности вулканогенно-осадочных накоплений (200—500 м) и большое однообразие эффузивных пород, представленных базальтовыми и андезито-базальтовыми порфиритами.

В Прикуринской зоне, где вулканические извержения продолжались вплоть до верхнего сантона—нижнего кампана и мощность вулканогенно-осадочных образований достигает 1200 м, намечаются два этапа вулканической деятельности: коньяк — нижнесантонский и верхнесантонский. Последовательность эволюции магмы в первом этапе выражается в смене базальтовых порфиритов андезитовыми и андезито-базальтовыми и последних вновь базальтовыми. Второй этап характеризуется

продолжением излияний андезитовых и базальтовых порфиров на прогибающихся участках и извержением кислых продуктов (липаритового состава) на участках восходящих движений.

Таким образом, на примере мелового вулканизма устанавливается зависимость разнообразия вулканических пород как от направлений, так и от амплитуды тектонических движений.

Отложения раннего палеогена представлены преимущественно осадочными и туфогенно-осадочными породами, образованными в геосинклинальных условиях.

В конце эоцена окончательно оформляется палеогеновая складчатая структура и происходит общее изменение тектонического режима, сопровождающееся на отдельных участках интенсивной вулканической деятельностью.

Направление развития вулканических процессов для некоторых участков наблюдается уже в среднем эоцене. Так, для участков развития кироваканской свиты (среднего эоцена) в северной Армении наблюдается изменение состава эффузивов от оливиновых базальтов в низах разреза до фельзит-порфиров и кератофиров в верхах.

В течение верхнего эоцена эволюция эффузивного магматизма на различных участках была неодинакова. В ряде районов намечается отчетливая смена излияний основного состава появлением андезито-дацитов, липаритов, слагающих многочисленные вулканические купола. В других районах эволюция происходит в сторону образования пород повышенной щелочности (от базальтов к трахиандезитам) и заканчивается внедрением щелочных интрузий.

В отношении возраста ряда послеоценовых эффузивных образований среди исследователей нет единого мнения. Все же имеющийся фактический материал позволяет предположить, что в олигоцене местами происходило изменение состава магмы от эффузивов основного и среднего составов к дацитам и липаритам. В частности, такая картина последовательности излияния характерна для Айюцзора. По данным А. С. Остроумовой, на некоторых участках этой области олигоценый вулканизм завершался образованием пород с повышенной щелочностью. Щелочность пород постепенно возрастает, начиная с низов олигоцена; максимума она достигает в верхах олигоцена (санидиновые и анортотлазовые трахиты, лейцитовые тефриты и др.).

Таким образом, устанавливается, что щелочные эффузивные породы образуются при переходном режиме в связи с поднятиями и замыканием геосинклинали. Кроме того, подтверждаются существующие взгляды (Г. С. Дзодендзе, Е. Н. Горещкая), что комплексы щелочных эффузивов характерны для зон, переходных между областями с различным режимом развития. Такое пограничное положение занимал в палеогеновое время западный Айюцзор, расположенный на границе двух зон, характеризующихся развитием различных формаций: осадочной в западной части и вулканической — на восточном и северо-восточном участках. Появление щелочных лав к периоду замыкания геосинклинали устанавливается и для вулканизма района Базумского хребта.

Ввиду недостаточной и неравномерной изученности продуктов неогенового вулканизма (имеется в виду миоценовый вулканизм), мы не можем дать подробного анализа эволюций извержений этого времени.

Весьма незначительные вулканические проявления известны уже со среднего миоцена — сармата, но основные вспышки имели место в период от верхнего сармата до среднего плиоцена.

В пределах Армении вулканические образования указанного времени слагают значительные площади в районе Айюцзорского, Зангезурского, Варденисского, Цахкунянского, Памбакского, Ширакского хребтов и ряд других районов.

Эволюция извержений, как правило, происходит сменой основных базальтовых излияний андезито-базальтами, андезитами, андезито-дацитами, дацитами, трахидацитами, липаритовыми и трахилипаритовыми лавами.

Несмотря на геоантиклинальный режим развития, характер эволюции извержения от основных лав к кислым устанавливается и для антропогенового вулканизма.

В антропогеновом периоде смена эффузивов основного состава кислыми устанавливается неоднократно: в верхнем плиоцене (снизу вверх) долеритовые базальты, базальты и андезито-базальты перекрываются липаритами, обсидианами, литоидными пемзами. Такая последовательность устанавливается для западной и центральной частей складчатой зоны Армении, ох-

ватывающей, в основном, районы г. Арагац, Гегамского и Варденисского хребтов.

Для западной части складчатой зоны Армении смена излияний основных лав кислыми вновь устанавливается как в нижнем — среднем постплиоцене, так и в верхнем постплиоцене.

Смена вулканических извержений от основных лав к кислым в постплиоценовое время устанавливается и для центральной и восточной частей складчатой зоны Армении. Однако надо отметить, что в связи с убыванием (с северо-запада на юго-восток) интенсивности тектонических воздыманий эволюция магмы происходит в пределах более длительных геологических интервалов. Кроме того, если в западной, или арагацской вулканической зоне в конце каждого этапа базальтовые излияния сменяются породами вплоть до андезито-дацитового, дацитового состава, то в других зонах отмеченные изменения завершаются лишь излиянием андезитовых лав. Этим самым и объясняется то, что самые молодые лавы Гегамского, Варденисского, Зангезурского хребтов и Айюцзора имеют состав андезитов, приближающихся во многих случаях к андезито-базальтам.

Влияние тектонического фактора на эволюцию состава магмы в конечном счете обуславливает взрывную способность магмы. Этим самым объясняется то обстоятельство, что пользующиеся широким распространением в западной зоне туфы, образованные из раскаленных туч мелкообломочного — пеплового материала, в центральном и восточном районах складчатой зоны Армении полностью отсутствуют.

Анализ изложенного выше материала позволяет нам высказаться за поддержку гипотезы о первичном базальтовом составе магмы. Смена основных излияний кислыми указывает лишь на относительно далеко зашедшие процессы ассимиляции и дифференциации, поскольку следующие за каждым тектоническим этапом вулканические проявления начинались с излияний основных лав. Степень излияний исходной магмы зависела от амплитуды тектонических передвижек и обусловленной последним обстоятельством возможностью ассимиляции вмещающих пород и дифференциации магматического расплава в верхних слоях земной коры.

Устанавливается общая тенденция изменений химизма пород — от древних к молодым в направлении возрастания щелочности и увеличения соотношения кислых лав к основным.

От древних эффузивов к молодым происходит постепенное выравнивание содержания Na_2O и K_2O за счет более быстрого увеличения количества последнего, т. е. за счет уменьшения роли пород натриевого облика. В этом отношении исключения составляют продукты юрского вулканизма, характеризующиеся преобладанием щелочных алюмосиликатов над кальциевыми и резким преобладанием натрия над калием.

Возрастание суммы щелочей снизу вверх происходит не только от основных пород к кислым, но и в однотипных породах.

В палеозойское время преобладали трещинные излияния, но, по всей вероятности, имели место также извержения центрального типа. Корнями излияний считаются дайки и штоки габбро-диабазового состава. О значении обломочного материала в вулканической толще палеозоя Армении трудно судить ввиду интенсивного метаморфизма, но все-таки имеющиеся данные позволяют предполагать их весьма подчиненное значение.

О центрах извержений юрского времени трудно сказать что-либо определенное, поскольку в течение всей юры извержения, связанные с геосинклинальным прогибанием, происходили, в основном, в подводных условиях. Но необходимо согласиться с существующим мнением о связи их с различными разломами и трещинами, вызванными глубокими прогибами земной коры.

От нижней (?) — средней юры к верхней происходит изменение характера извержений от спокойных излияний к взрывным, с чем связаны образования мощных толщ верхнеюрских пирокластических образований, покрывших огромные площади.

В меловое время роль глубинных разломов остается доминирующей. В Присеванской и Еревано-Ордубадской зонах происходят спокойные трещинные излияния и в составе продуктов вулканической деятельности преобладают лавовые разности.

Для начального этапа (коньяк — нижний сантон) вулканической деятельности в пределах прикуринской полосы также характерны в целом трещинные извержения, но отмечается неоднократное чередование спокойных излияний с эксплозивной деятельностью. Для этого этапа предполагается линейное расположение вулканических центров, отвечающее простиранью трещин, по которым поступал материал извержений. На позднем

этапе (верхний сантон) вулканической деятельности возникают отдельные вулканические центры, представляющие собой куполовидные выжимания кислой липаритовой лавы и имеющие веерообразное строение.

Для Прикуринской зоны вырисовывается, таким образом, эволюция типа извержений во времени от трещинного к центральному.

В начальном периоде палеогенового вулканизма преобладающее значение имели трещинные извержения; в дальнейшем, в связи с замыканием геосинклинали, наблюдается переход к извержениям центрального типа.

В продолжении антропогенного периода четко устанавливается эволюция типа извержений от трещинных к центральному типу. Это, однако, не исключает значения центральных извержений в начале указанного периода или трещинных в конце. Речь идет об общем развитии типов извержений. Устанавливается перемещение подводящих каналов от краевых зон к свободным частям поднятий и их линейное расположение с увеличением амплитуды воздымания.

Наиболее катастрофические вулканические явления, вплоть до образования раскаленных туч, были приурочены к концу среднего постплиоцена. С начала верхнего постплиоцена в связи с постепенной стабилизацией тектонических движений устанавливается переход к вулканскому и стромболинскому типам извержений.

При изучении вулканических образований Армении определенный интерес представляет изучение характера постмагматических изменений и преобразований, некоторые из которых могут иметь поисковое значение.

Видоизменение и новообразования в эффузивных толщах Армении обусловлены тремя главными факторами: региональным метаморфизмом, автометаморфизмом и метасоматическими процессами.

Региональный метаморфизм наиболее ярко выражен в палеозойских вулканических образованиях, подвергшихся амфиболитизации и хлоритизации.

Изменение юрских эффузивов сводится, в основном, к эпидотизации и уралитизации лав, являющихся результатом автометаморфизма, окварцевания, серицитизации и хлоритизации

кислых лав, связанных с воздействием гидротермальных растворов. Последнее может служить поисковым признаком для колчеданных руд.

Характер изменения меловых эффузивов в различных районах различен.

Постмагматические изменения эффузивов Присеванской и Еревано-Ордубадской зон выразились в интенсивных процессах карбонатизации, ожелезнения (гематитизации), хлоритизации и эпидотизации.

Верхнемеловые эффузивные образования Прикуринской зоны подверглись значительным позднемагматическим и постмагматическим изменениям. Позднемагматические образования представлены обособлениями палагонита (с последующей частичной раскристаллизацией его в хлоритовые агрегаты) в интерстициях между кристаллическими частями основной массы и в миндалинах. Реже устанавливаются процессы образования анальцима (в аналогичных выделениях).

Наиболее интенсивными постмагматическими процессами, носящими региональный характер, являются низкотемпературные гидротермальные изменения. Они выразились в образовании хлорита, цеолитов, реже карбоната.

В верхнесантонских эффузивах района с. Саригюх гидротермальные процессы обусловили образование крупных жезд, гнезд, миндалин и прожилков агата, халцедона, яшмы, амethysta с частичным окварцеванием вмещающих пород.

Палеогеновые эффузивы Севано-Ширакского синклинория подверглись очень слабому постмагматическому изменению. Наиболее интенсивными процессами, носящими региональный характер, являются низкотемпературные изменения, выраженные хлоритизацией, карбонатизацией и цеолитизацией эффузивных толщ. Среднетемпературные метасоматические преобразования эффузивов сводятся к появлению вторичных кварцитов. Они имеют локальное развитие и отмечены в районе месторождений Чибухлы, Тандзут и с. Туджур. К среднетемпературным метасоматическим процессам относится также пропилитизация, которая характерна лишь для некоторых основных лав типа спилитов (шаровые лавы близ с. Тохлуджа).

Эффузивные породы Еревано-Ордубадского синклинория претерпели более сильные метасоматические преобразования.

Для них характерно широкое развитие среднетемпературных изменений, выразившихся в эпидотизации эффузивных толщ и проявлении вторичных кварцитов (район курорта Джермук и сс. Гергер, Терп, на г. Гюйдаг и т. д.).

Полезные ископаемые, генетически или по своему стратиграфическому и пространственному положению связанные с вулканическими продуктами Армении, довольно разнообразны и не единичны в числе.

В первую очередь необходимо отметить те вулканические породы, которые сами в естественном виде представляют практическую ценность. Сюда относятся каменные строительные материалы, туфы и туфолавы, фельзитовые туфы, пемзы и шлаки, вулканические пеплы и пески, обсидианы и перлиты, разнотипные лавы. Многие из них являются также ценным технологическим сырьем.

С вулканическими образованиями юрского периода пространственно тесно связан ряд месторождений полезных ископаемых и, в частности, месторождения меди (Кафан, Алаверди, Шамлуг), барита (Ахтала), полиметаллических руд (Кафан-Шаумянская группа, Ахтала и др.).

С верхнемеловой вулканической толщей северной Армении генетически связаны месторождения агата и небольшие проявления марганца эксгальационно-осадочного происхождения.

На участках распространения палеогеновых эффузивов известны серные, медно-колчеданные и полиметаллические месторождения.

Учитывая широкое развитие вулканических формаций в Армении, их большое научное и практическое значение, необходимо в дальнейшем углубить вулканические исследования со всесторонним изучением отдельных вулканических формаций. Необходимо обратить внимание на весьма слабую изученность мио-плиоценовых вулканических образований вообще, меловых и палеогеновых образований в Ереван-Ордубадской и Севано-Ширакской зонах, в частности.

Для решения вопроса о металлогенической роли магмы исключительного внимания требуют сравнительные геохимические исследования. Наряду с другими методами петрографических исследований важное значение получает изучение рассе-

янных элементов в различных эффузивах, а также выявление закономерностей их рассеяния.

Воссоздание полной картины развития вулканических явлений в продолжение целых геологических эпох в связи с геотектоническими закономерностями развития земной коры послужит ценным вкладом в геологическую науку и вместе с целым рядом исследований, проводимых вулканологами других стран, позволит выявить закономерности внутреннего строения и состава земной коры и ее термодинамического режима.

И. Г. Гаспарян, Г. Б. Нисаян, И. Х. Петросов, М. А. Сатян

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Литологические исследования, начатые в 1948 г., были сосредоточены на изучении третичных отложений Приереванского района. Впоследствии эти работы проводились в Вединском районе, в Айоцдзоре (Даралагезе) и в Нахичеванской АССР. С 1955 г. исследованием охвачены палеозойские отложения юго-западной части Армянской ССР и меловые отложения бассейна р. Агстев. Кроме того, в 1958 г. начато специальное исследование глин третичных отложений Приереванского района.

С осадочными комплексами Армянской ССР связаны разнообразные полезные ископаемые: соли, гипсы, доломиты, кварциты, известняки и др.

Сравнительное изучение разновозрастных осадочных комплексов республики представляет особый интерес, поскольку для каждого из них характерен своеобразный тип осадконакопления. Так, средне- и верхнепалеозойские осадочные отложения отражают субплатформенный (А. А. Gabrielyan, 1959) режим седиментации, тогда как меловые и третичные осадочные комплексы формировались при геосинклинальном режиме, с существенным влиянием на образование некоторых из них эффузивного вулканизма.

Наиболее древние отложения среднего палеозоя на Малом Кавказе, вскрытые Велидагской опорной скважиной, датируются нижним девоном. Состав их разнообразен. Это органи-

генные известняки, черные графитизированные аргиллиты и серые кварцевые песчаники.

Средний девон широко развит в пределах Норашенского района Нахичеванской АССР. Представлен, главным образом, органогенными, органогенно-обломочными и кристалло-зернистыми известняками. Переход от среднего девона к верхнему происходит без перерыва в осадконакоплении. Верхнедевонские отложения широко развиты в том же районе, а также слагают ряд антиклинальных структур: Аргичинскую, Эртичскую и др.

Отложения верхнего девона представлены преимущественно терригенно-карбонатной и кораллово-брахиоподовой фациями.

Для франских отложений характерна частая перемежаемость песчаников, глинистых сланцев и известняков, что указывает на относительно неустойчивые тектонические условия осадконакопления.

В разрезе фаменских отложений широко развиты кварциты (особенно в верхних горизонтах); наибольшее распространение кварциты имеют в крайних северных разрезах (бассейн реки Аргичи), где они слагают однородные и мощные свиты. К этим же отложениям приурочены проявления фосфорита.

Морской режим осадконакопления сохранялся и в нижнекаменноугольное время. Разрез этих отложений в низах (этренский ярус) представлен терригенно-карбонатной фацией, а в верхах — карбонатно-кораллово-фораминиферовой фацией.

В среднем и верхнем карбоне на всей исследованной территории происходили поднятия и перерыв в осадконакоплении. В пермский период происходило постепенное погружение области и ее затопление неглубоким морем, на что указывает однообразное развитие карбонатно-фораминиферо-коралловой фации.

Петрографические исследования показывают, что подавляющая часть палеозойского разреза сложена сероцветными карбонатными породами, в той или иной мере обогащенными обломочным материалом. Песчаные и глинистые породы наиболее характерны для отложений девона. Что же касается грубообломочных пород, они крайне редки.

Палеозойский морской бассейн можно с большой уверенностью отнести к типу мелководных. На это указывает разви-

тие оолитовых, псевдооолитовых органогенно-обломочных фаций известняков, а также состав аутигенных минералов: гидрокислы железа, барит.

Мелководный бассейн относился к числу нормально соленых водоемов; это подтверждается преобладанием в разрезе его отложений карбонатных пород и присутствием в них большого количества стеногалинных форм (кораллы, фораминиферы и др.).

Судя по интенсивному осаждению карбонатов и наличию большого количества каолинита в осадках, а также биоценозам, населяющим палеозойский бассейн, можно считать, что в период накопления изученных отложений господствовал гумидный климат. Палеозойские отложения всех рассмотренных разрезов не обнаруживают значительной фациальной изменчивости. Это постоянство выражается как в структурной однородности карбонатных пород, так и в сходстве вторичных изменений (перекристаллизация, окремнение, пиритизация и редко доломитизация).

Анализ количественного и качественного распределения отдельных минералов по разрезу палеозоя позволяет выделить две крупные минералого-стратиграфические зоны. Нижняя характеризуется кварц-мусковит-циркон-турмалин-рутиловым комплексом, а верхняя — пироксен-амфиболовым.

Нижний комплекс охватывает среднедевонские, верхнедевонские и нижнекаменноугольные, а верхний комплекс — пермские отложения.

Комплекс терригенных минералов нижней зоны, а также каолинитовый состав глинистых сланцев, приводят нас к выводу о том, что источником сноса минерального вещества в бассейн седиментации явились широко распространенные во всех древних отложениях Армении осадочные породы, метаморфические сланцы и кислые интрузии. Последние представлены лейкократовыми гранитами, мигматитами, а также их жильными дериватами — аляскитами, аплитами, реже пегматитами (Р. А. Аракелян, 1957).

Однородность минералогического состава и преобладание в нем устойчивых компонентов, прослеженных, за небольшим исключением, на всей изученной территории в отложениях девона и карбона, свидетельствуют о неоднократном переотложе-

нии обломочного материала и усреднении минералогической ассоциации на значительном протяжении.

Верхняя зона характеризуется постоянным присутствием пироксенов и амфиболов; другие минералы встречаются спорадически и в небольших количествах. Состав ассоциации, а также свойства минералов, показывают, что размывались, в основном, метаморфические породы, богатые железисто-магнезиальными минералами.

Вопрос о местонахождении питающих провинций палеозоя не может быть решен удовлетворительно. Имеющиеся данные позволяют предположить, что значительное количество обломочного материала поступало с севера, со стороны Муровдагского хребта. Важно отметить, что в указанном направлении происходит укрупнение частиц обломочного материала и вырисовывается близость береговой линии палеозойского бассейна.

Таким образом, на основании изложенного материала можно сделать вывод, что осадконакопление в верхнем палеозое контролируется спокойными тектоническими условиями. В мелководном, хорошо прогреваемом нормально соленом бассейне формируются преимущественно карбонатные литофации. Обломочный материал, сносимый с отдаленных поднятий, подвергался неоднократному пересотложению, приобретая особый устойчивый профиль. В этом специфика осадконакопления в палеозойское время. Совершенно иной тип осадконакопления имел место в мезозое, что и рассматривается нами на примере меловых отложений.

Особенность геологического развития Малого Кавказа в меловое время состоит в том, что время это знаменуется формированием в альпийских геосинклиналях внутренних поднятий (В. В. Тихомиров, 1950, В. П. Ренгартен, 1956).

Осадки мела отлагались в проливах и заливах, окаймляющих поднятия. Литолого-фациальное изучение отложений мела позволяет ответить на вопрос о границах этих поднятий и этапности их развития, зависимости осадконакопления от рельефа поднятий, а также климатического фактора. Не менее интересно на этом примере проследить влияние на осадконакопление эффузивного вулканизма.

С целью изучения этих вопросов, было поставлено литоло-

Сводная схема стратиграфии, минералого-петрографического состава и палеогеографических условий накопления медовых отложений бассейна р. Агстев (северная Армения)

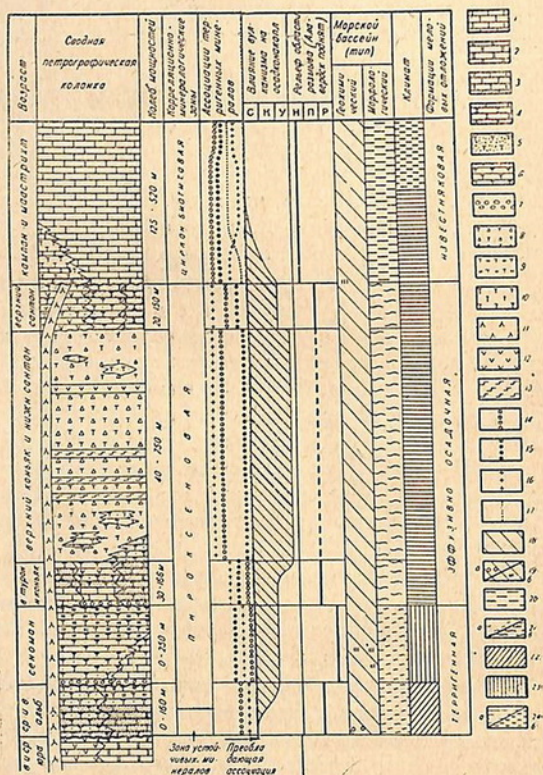


Рис. 1.

Рис. 1. 1. Известняки. 2. Доломитистые известняки. 3. Известняки песчаные. 4. Песчаники и алевролиты. 5. Туфогенные песчаники и алевролиты. 6. Туффитовые песчаники и алевролиты. 7. Конгломераты. 8. Туфобрекчии. 9. Пелитовые туффиты. 10. Туфы. 11. Альбитофиры и липаритовые порфиры. 12. Андезитовые порфириты. 13. Базальтовые порфириты.

Ассоциации терригенных минералов, образовавшиеся при размыве следующих материнских пород, слагающих Алавердское поднятие: 14. Эффузивы и пирокластиты среднего и основного состава верхнеюрского возраста. 15. Эффузивы и пирокластиты основного и среднего состава верхнемелового возраста (продукты субаэрального и субаквального вулканизма, синхронного осадконакоплению). 16. Гранитоиды умеренно кислого состава (Кохб-Шнохский массив кварцевого диорита, гранодиорита). 17. Эффузивы и пирокластиты кислого и среднего состава верхнего сантона — нижнего кампана.

Морской бассейн. 18. Нормально-соленый. 19. Аномально-соленый: а) слабо опресненный, б) слабо осолоненный. 20. Открытый глубоководный. 21. а) морской залив периферический мелководный, б) открытый мелководный морской бассейн.

Климат. 22. Теплый, влажный (субтропический). 23. Теплый, сухой. 24. а) Теплый, умеренно влажный, б) сравнительно менее теплый и влажный.

Буквенные условные обозначения. К графе „Влияние вулканизма“: С — слабое, К — колеблющееся, У — устойчиво сильное. К графе „Рельеф области размыва“: Н — нерасчлененный, Р — расчлененный, П — промежуточный.

го-фациальное исследование меловых отложений в северной Армении (бассейн р. Агстев).

Терригенно-минералогическим районированием устанавливается, что областью размыва в меловое время было Алавердское поднятие. Различие ассоциации терригенных минералов двух седиментационных зон: первой, примыкающей к Алавердскому поднятию с юга, и второй — с севера, указывает в свою очередь на различие петрографического состава размываемых пород, слагающих северный и южный склоны Алавердского поднятия, а также на разобщенность водосборных, дренируемых площадей. Анализ ассоциаций терригенных минералов, состава обломков пород позволил сделать предположение, что размыву подверглись эффузивно-осадочные верхнеюрские отложения. В верхнемеловых отложениях, включая и отложения альба, отмечается также ассоциация минералов, указывающих на материнские интрузивные породы умеренно кислого состава (М. А. Сатиан, 1958, 1960). С большой достоверностью можно предположить, что размыву подвергался Шнох-Кохбский массив кварцевого диорита. Таким образом, возрастной предел интрузии представляется возможным ограничить альбом.

Весьма важным и малоизученным является вопрос о влиянии вулканизма на терригенное минералонакопление. Устанавливается, что с активизацией вулканизма продукты вулканической деятельности, попадая в сферу размыва, становятся основным источником разрушения и сноса обломочного материала в морской бассейн (рис. 1). Вулканизм в то же время искажает порядок накопления терригенных минералов наложением на этот план материала пирокластического, не прошедшего стадию размыва. Следовательно, основной задачей для применения методов терригенно-минералогического районирования к эффузивно-осадочным толщам является дальнейшая разработка методических положений объективного выделения в комплексе кластических минералов собственно пирокластических разностей.

Анализ фаций меловых отложений указывает на зависимость облика формировавшегося осадка от рельефа примыкающего поднятия. Наглядно это выясняется для прибрежно-мелководных отложений. Однако определенное влияние рельеф

островной суши оказывает даже и на состав сравнительно глубоководных карбонатных осадков верхнего сенона, контролируя в них количество терригенных примесей.

Климатический фактор сравнительно слабее влиял на формирование типов осадков в меловое время. С активизацией вулканизма осадконакопление этого этапа определяется механизмом вулканического процесса. Фациально-палеогеографические данные дают основание выделить в разрезе мела (альб + верхний мел) три формации (рис. 1, 2): терригенную (альб — сеноман), эффузивно-осадочную (верхний турон, коньяк, сантон) и известняковую (кампан — маастрихт).

Терригенная формация образуется в периферических мелководных заливах Куринского и Акеринского морей, вклинившихся в Алавердско-Мургузское поднятие с севера и юга. В южном, Иджеванском, заливе (?) накапливаются глауконитовые и плагиоклазовые песчаники и алевролиты, в меньшей степени — пелитовые туффы, алевролитистые и песчанистые органические известняки.

Минералогический состав отложений характеризуется преобладанием устойчивых разновидностей. Гранулометрия указывает на умеренную отсортированность терригенных компонентов. В составе отложений отмечается изобилие фауны: экзогидры, дитрупы и др. (А. А. Атабекян, 1952). Мощность формации не превышает 100 м.

В северных заливах (сс. Ноемберян, Котигех) формируются туфогенные и туффитовые песчаники и алевролиты, реже туфы. Минералогический состав этих отложений отличается распространением малоустойчивых разновидностей. Гранулометрия указывает на низкую отсортированность терригенных отложений. Напластование имеет прерывистый, неустойчивый характер, нередко признаки сингенетического оползания. Ископаемая фауна встречается редко, и она довольно однообразная (А. А. Атабекян, 1954). Мощности формаций резко колеблются, участками (с. Котигех) достигая 400 м.

Из сказанного выше следует, что осадконакопления в южном и северных заливах проходили в различной палеогеографической и тектонической обстановке. На юге снос обломочного материала идет с пологих склонов поднятия, где размываются

ся нормально осадочные, преимущественно карбонатные породы. На севере рельеф поднятия был расчлененный; размыву здесь подвергались вулканогенные породы. Это обстоятельство определило интенсивный снос обломочного материала в при-

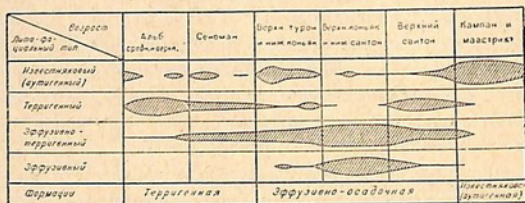


Рис. 2. Схема развития фаций и формаций меловых отложений северной Армении.

мыкающий седиментационный бассейн. В северных заливах отмечается в слабой форме наложение на осадконакопление вулканизма, а тектонический режим осадконакопления имеет неустойчивый характер. Внутрiformационный перерыв в осадконакоплении (предсеноманский) интенсивно сказался повсеместно: об этом свидетельствуют угловые и азимутальные несогласия, констатируемые в северной зоне на границе отложений альба и сеномана, и следы размыва альбских отложений. А. А. Атабекян (1953) указывает на отсутствие отложений сеномана в южной седиментационной зоне (г. Иджеван, Иджеванский хребет). Предполагается, что сеноманская трансгрессия моря ее не достигла — в этом одно из существенных отличий истории геологического развития южной седиментационной зоны.

Нижнетуронское время ознаменовалось поднятием территории и прекращением режима морской седиментации. Последующее прогибание и трансгрессия моря произошли в верхнем туроне. Морская седиментация сохраняется в последующем до верхнего сенона включительно. Эффузивный вулканизм, проявившийся в верхнем туроне, достигает высшего напряжения в коньяке, ослабевая в сантоне и прекращаясь, наконец, в кампане и маастрихте. Активизация вулканизма связывается большинством исследователей с интенсивным прогибанием значи-

тельной амплитуды седиментационных зон, заложением поперечного Агстевского прогиба и с последовавшими расколами земной коры.

Строение эффузивно-осадочной формации сложное. Устанавливается уменьшение в ее разрезе (с севера на юг) эффузивных пород и все более широкое развитие вулканогенно-терригенных накоплений. В этом же направлении происходит в целом сокращение мощностей от 800—1000 до 40—250 м. Фациальным анализом выявляется преимущественно подводно-морской, мелководный характер вулканических проявлений. Данные вещественного состава показывают, что линзы и прослои вулканогенно-терригенных накоплений образовались за счет разрушения синхронных продуктов вулканизма. Их минералогия характерна резким преобладанием малоустойчивых разностей и однообразием состава; отмечаются обломки эффузивных и пирокластических пород. Показательно отсутствие сортировки обломочного материала. Наслоение имеет невыдержанный характер. Отмечаются фациальные переходы в пирокластические разности. Обычны следы местных размывов и несогласий и случаи сингенетического оползания и смещения. В основании и кровле формации состав слагающих пород сравнительно разнообразнее: помимо эффузивных и вулканогенно-терригенных отложений, отмечаются биогермные (рудистовые) и органогенно-детритовые известняки, реже мелководные полимиктовые песчаники и алевролиты. В целом эволюция химического состава вулканогенных пород идет в направлении от основного к кислому.

Кампанский век ознаменовался самой обширной на протяжении мелового времени трансгрессией моря. Размер Алавердского поднятия резко сокращается, в обступающем морском бассейне происходит накопление карбонатных осадков.

Известняковая формация отчетливо прослеживается по всей территории. Взаимоотношение с подстилающей эффузивно-осадочной формацией согласное, признаки размыва и несогласного налегания отмечены лишь на северо-востоке (с. Котигех, Достлу).

Наибольшие мощности формаций (до 520 м) отмечаются в южной седиментационной зоне (с. Верхний Агдан, Иджеванский хребет), сокращенные мощности (125—300 м) характер-

ны для зоны Агстевского прогиба (сс. Ачаджур, Котигех), значительные мощности (до 400 м) — для северной седиментационной зоны (сс. Кохб, Калача).

Известняковая формация представлена органогенной группой известняков. Определяющее место в ней занимают крипто- и микрозернистые известняки, в меньшей мере — «сферово»-фораминиферовые известняки. Значительно шире развиты их промежуточные разновидности.

В основании формации прослеживаются маломощные (10 м) красные фораминиферовые известняки, для которых характерна обогащенность алевроитово-песчаной терригенной примесью. На северо-востоке (с. Али-Байрамлы) они фациально сменяются красными доломитистыми известняками. Известняковая формация в районе с. Котигех представлена сложным комплексом: мшанково-водорослевыми детритово-биоморфными известняками и парагенетически связанными с ними органогенно-детритовыми разновидностями сходного состава, а также микрозернистыми и фораминиферовыми известняками. Фациальным анализом микрозернистые известняки и их переходные разновидности относятся к осадкам сравнительно глубоководным. Рифовыми и биогермными следует рассматривать мшанково-водорослевые известняки. Мелководными являются красные фораминиферовые известняки. Доломитистые известняки у с. Али-Байрамлы, по-видимому, являются осадками опресняющейся лагуны.

Таким образом, для зон значительных мощностей формаций (южная и северная) характерен довольно однообразный облик слагающих пород — это микрозернистые и переходные к «сферово»-фораминиферовым разновидности известняков. Отличным петрографическим строением характеризуется формация в зоне сокращенных мощностей.

Микрозернистые и парагенетически связанные с ними разновидности известняков здесь характеризуются сравнительно высоким содержанием терригенной примеси тяжелых минералов, в числе которых постоянно отмечены в большом количестве неустойчивые разновидности: авгит, гиперстен и др. Напротив, среди тяжелых минералов мало биотита, среди легких — кислых плагиоклазов, калишпата. Следует далее отметить низкое содержание в известняках Na и K и заметно высокое Sr, что, несомнен-

но, связано с указанными минералогическими особенностями. В этом своеобразие состава терригенной примеси микрозернистых известняков зоны сокращенных мощностей в сравнении с известняками смежных седиментационно-тектонических зон. Известняковая формация зоны сокращенных мощностей характеризуется, кроме того, сравнительным разнообразием строящих ее пород.

Помимо крипто- и микрозернистых известняков, здесь участками распространены мшанково-водорослевые и органогенно-детритовые известняки, в основании формации — красные фораминиферовые песчанистые известняки и прослеженные к северо-востоку доломитистые известняки.

Обращает на себя внимание тот факт, что в зонах значительных мощностей преимущественно развиты осадки сравнительно больших глубин морского шельфа. Напротив, в зоне сокращенных мощностей значительное место в разрезе верхнего сенона занимают карбонатные накопления морского мелководья и прибрежных участков. Крипто- и микрозернистые известняки зоны сокращенных мощностей могут быть с большой уверенностью отнесены к осадкам сравнительно глубоководным, но занимающим более высокое положение на профиле морского шельфа, чем петрографические их аналоги в смежных седиментационных зонах.

Анализ, таким образом, указывает на тесную генетическую связь фациального облика слагающих формацию пород и их мощностей. Следовательно, план распределения мощностей известняковой формации в общих чертах отражает историю колебательных движений времени ее накопления.

Фациально-палеогеографическое изучение формаций мелового возраста и их мощностей подтверждает еще раз выводы предыдущих исследователей (В. В. Тихомиров, В. П. Ренгартен) о наличии в меловое время на изученной территории трех седиментационно-тектонических зон: центральной—геоантиклинальной и смежных к северу и югу — геосинклинальных (в региональном плане: Сомхето-Карабахской, Прикуринской и Севано-Курдистанской). Уточняется, что в сеноне для наиболее сложно построенной центральной зоны характерно постепенное перемещение с юга на север фокусов положительных движений (сс. Куши-Айрум, Котигех). На это указывают развитие

кислого эффузивного (и экструзивного) вулканизма, появление рифовых фаций и сокращенные в целом мощности эффузивно-осадочной и известняковой формаций.

Изучение третичных отложений, как уже было сказано, вначале было сосредоточено, главным образом, в Приереванском районе, как наиболее благоприятном в отношении перспектив нефтегазоносности.

В геологическом строении Приереванского района принимают участие нормально осадочные и вулканогенные породы третичного возраста. Значительным распространением пользуются озерно-речные отложения и лавовые покровы послесарматского возраста. Последние маскируют геологическое строение района.

В третичном осадочном комплексе Приереванского района выделяются следующие свиты: флишодная (эоцен), шорагбюрская (олигоцен), пестроцветная, гипсоносно-соленосная и разданская (миоцен).

Минералогические исследования этих образований позволили установить, что каждая биостратиграфически выделяемая свита в свою очередь характеризуется своеобразной ассоциацией терригенных и аутигенных минералов.

Как известно, метод применения минералогического анализа наиболее эффективен для расчленения немых осадочных свит. Ярким примером служат данные по исследованию опорной скважины в Октемберяне. Разрез этот лишен более или менее ясно сохранившихся органических остатков. Между тем он хорошо расчленяется на отдельные петрографо-минералогические свиты и пачки и с успехом используется нами в корреляции разрезов этого района.

Составленная нами схема петрографо-минералогического расчленения (И. Г. Гаспарян, 1958, 1959) в настоящее время является практическим руководством для корреляции разрезов при поисково-разведочных работах.

Имеющиеся данные позволяют предположить, что основным источником питания для образования третичных отложений Приереванского района явились севано-памбакские горные сооружения.

Известный объем литологических исследований был проведен и в Айюцдзоре (Даралагезе — сс. Арени, Ринд, Намазлу,

Гандзак, Малышка, Эльпин), где третичные отложения характеризуются большим разнообразием фаций.

Стратиграфическое положение рассматриваемых отложений определяется тремя отделами эоцена и олигоцена. Исследованием охвачены также верхи верхнего мела с целью выявления условий осадконакопления, существовавших от мелового к нижнетретичному времени.

Исследования показали, что среди обломочных образований эоценового возраста широким распространением пользуются различные типы неотсортированных пород. Для олигоцена показательны глинистые образования.

Минералогические исследования позволили внутри отдельных стратиграфических единиц выделить минералого-стратиграфические свиты и пачки.

В итоге отметим следующие особенности третичных отложений Айюцдзора:

1. Большое разнообразие фаций и их невыдержанность.
2. Неравномерная, хотя и сравнительно высокая насыщенность их продуктами вулканической деятельности.
3. Относительная однородность состава терригенных минералов.

Последнее обстоятельство говорит о постоянном источнике питания. Наблюдаемое различие в деталях, вероятно, связано с появлением дополнительных источников, а также с различными условиями транспортировки, осаждения и захоронения обломочных частиц. Наличие отдельных групп аутигенных минералов, приуроченных к различным участкам разрезов, свидетельствует о смене во времени геохимических условий среды осадконакопления.

Литологические исследования, проведенные в Вединском районе и, в частности, Нахичеванской АССР, охватили отложения верхнего олигоцена и нижнего миоцена (данные Ш. А. Азизбекова.) Они представлены в нижней части маломощными красноцветными отложениями и в верхней — мощной пестроцветной толщей.

Исследования показывают, что минералогический состав указанных отложений существенно меняется с запада на восток в сторону обеднения, что позволяет сделать предположение о различных источниках питания бассейна обломочным ма-

териалом. Указанное отличие особенно резко проявляется при сопоставлении их с разрезом третичных отложений Приереванского района. Это обстоятельство, а также структурно-текстурные особенности пород, позволяют сделать предположение о том, что верхнетретичный бассейн в различных районах юго-запада Армянской ССР имел свои местные источники питания и своеобразные условия сноса и захоронения обломочного материала. Приведенные данные увязываются с представлением о расчленении верхнеолигоцен-нижнемиоценового бассейна на ряд мульд в результате роста поперечных поднятий.

С 1958 г. в институте начаты работы по систематическому изучению глинистых пород, в частности, мощных песчано-глинистых толщ третичного возраста, развитых в Приереванском районе.

Исследование глин, составляющих более половины всего осадочного комплекса, до последнего времени ограничивалось лишь их общим петрографическим описанием.

Слабая изученность глин объяснялась, главным образом, отсутствием соответствующей лабораторной базы. В настоящее время институт уже до некоторой степени располагает такой базой. Последнее обстоятельство позволило подойти к изучению глин с точки зрения современной методики, выразившейся в применении термического, электронномикроскопического, рентгеноструктурного и других видов минералогического анализа. В результате впервые определены и описаны пороодообразующие минералы и минералы-примеси третичных глин Приереванского района.

Установлено, что в распределении этих минералов во времени наблюдается отчетливая закономерность.

Как известно, песчано-глинистые толщи Приереванского района выражены в морской (шорахбюрская толща), континентальной или водно-континентальной (пестроцветная толща) и лагунной (соленосно-гипсоносная толща) фациях. Установлено, что глины соленосно-гипсоносной толщи представлены хлорит-гидрослюда-палыгорскитовой ассоциацией; пестроцветные глины — разбухающим хлоритом, диоктаэдрической гидрослюдой и минералом со смешанно-слоистой структурой; наконец, морские шорахбюрские глины — монтмориллонит-гидрослюдистой ассоциацией (рис. 3, 4, 5, 6). При этом переход одних минера-

лов в другие происходит стадийно — с образованием смешанно-слоистых структур. В качестве примера можно указать на наличие в изученных глинах последовательного ряда: хлорит—смешанно-слоистые структуры—разбухающий хлорит-монтмориллонит.

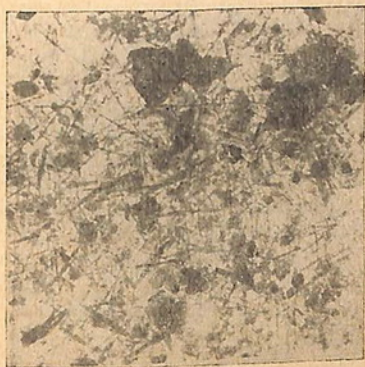


Рис. 3. Электронномикроскопический снимок обр. № 68. Гипсоносная толща. Видны многочисленные игольчатые кристаллы палыгорскита, чешуйки гидрослюды (с резкими контурами) и хлорита. $\times 8000$.

Причины, способствующие этим преобразованиям, заключаются в изменении тех условий, которые имелись при возникновении этих минералов в коре выветривания.

Другим не менее важным и нерешенным вопросом в минералогии глин является вопрос о происхождении основной минеральной массы в глинах. Уже сейчас можно сказать, что в формировании минералогического состава глин третичных толщ Приереванского района подавляющее значение имели терригенные глинистые минералы. Анализ фактического материала позволяет утверждать, что последние образовались, главным образом, на массивах среднего состава в условиях теплого умеренно влажного (шорахбюрская и отчасти пестроцветная толщи) и аридного климата (соленосно-гипсоносная толща).

Указанные факторы (климат и состав пород) явились главными причинами, определившими направление и характер выветривания на континенте, что в свою очередь существенным образом отражалось на осадках Шорахбюрского бассейна.

С этой точки зрения становится понятным, что присутствие



Рис. 4. Электронномикроскопический снимок обр. № 84. Пестроцветная толща. Видны чешуйки хлорита (с интенсивно размытыми краями) и гидрослюда. $\times 8000$.

породообразующего палыгорскита возможно лишь в глинах гипсоносной толщи (в шорахбюрской и пестроцветной он присутствует в виде незначительной примеси). Очевидно, в период накопления гипсоносной толщи в условиях аридного климата и незначительного выноса щелочных земель палыгорскит становится одним из наиболее обычных и распространенных глинистых минералов коры выветривания, которая, по-видимому, и являлась основным поставщиком терригенного материала в верхнетретичный бассейн. Изложенное отнюдь не исключает того обстоятельства, что некоторая часть палыгорскита могла возникнуть и хемогенным путем в самом бассейне в результате перехода Mg из пересыщенных растворов в осадок и образования магнезиальных силикатов (палыгорскит-сепиолитового ти-



Рис. 5. Электронномикроскопический снимок обр. № 34. Шорахбюрская толща. Монтмориллонит (полупрозрачные, главным образом мелкие агрегаты), хлорит (непрозрачные чешуйки с неясными контурами) и гидрослюда.

× 8000

Наименование толщи	Хлорит	Смешанно-слоистые структуры	Разбухающий хлорит	Монтмориллонит	Гидрослюда	Палыгорскит	Зоны
Гипсоносная	■				■	■	Гидрослюдисто-палыгорскит-хлоритовая
Пестроцветная		■	■		■		Смешанно-слоистых структур
Шорахбюрская				■	■		Гидрослюдисто-монтмориллонитовая

Рис. 6. Схема распределения глинистых минералов в песчано-глинистых толщах Приереванского района.

па). Очевидно, хорошо сохранившиеся тонкие игольчатые кристаллики палыгорскита (рис. 3) образовались именно этим путем.

По-видимому, терригенное минералонакопление и образование глинистых толщ в условиях подвижных участков земной коры является наиболее распространенным. Таким образом, считая, что в образовании мощных песчано-глинистых толщ Приереванского района решающее значение имели терригенные глинистые минералы, тем не менее необходимо отметить и немаловажную роль тех образований, которые возникли в результате позднейших процессов в самом бассейне.

Следовательно, на примере третичных глин Приереванского района можно сказать, что при изучении древних осадков чрезвычайно важно отличить терригенные глинистые минералы от стадийных или аутигенных, поскольку первые оказывают существенную помощь при восстановлении палеоклиматических условий и определении состава размываемых пород, а вторые, вместе с другими аутигенными минералами, могут осветить лишь некоторые черты тех позднейших процессов, которые имели место в осадке и, возможно, в породе.

Таким образом, литолого-минералогическое изучение третичных глин Приереванского района показало, что отдельные биостратиграфические единицы отличаются между собой как по составу породообразующих минералов, так и по условиям их образования. Наконец, совокупность благоприятных факторов (структура, литологический состав и гидродинамический режим, а также щелочно-восстановительные условия и обильное содержание рассеянного органического материала) позволяла выделить шорахбюрскую толщу как наиболее благоприятную для преобразования в ней органического вещества в битумы.

В заключение отметим следующее. Литологические исследования в ИГН в настоящее время проводятся в связи с решением основной проблемы сектора — проблемы нефтегазоносности осадочных образований Армении. Представляется вместе с тем, что круг вопросов, который будет охвачен литологическими исследованиями, должен быть в последующем расширен и одним из основных направлений станет исследование эффузивно-осадочных комплексов и, следовательно, эффузивно-оса-

дочного типа седиментогенеза, совершенно особого, присущего внутренним зонам геосинклиналей. Не меньший интерес представляет изучение механизма накопления эффузивно-осадочных руд (марганец и др.). Эффузивно-осадочные формации Армении представляют в этом отношении один из наиболее интересных в Союзе объектов. Основанием тому служит разнообразие форм проявлений вулканизма, его интенсивности, состава и взаимоотношений вулканогенных и осадочных фаций. В методическом отношении надежным подспорьем для проведения таких работ служит прочная стратиграфическая база осадочных комплексов, а также детально разработанные для Малого Кавказа известные схемы структурно-тектонического районирования. Решение указанных задач может быть осуществлено путем продолжения исследований, накопления материала для регионально-литологических обобщений и постановки узкоспециальных литологических исследований. В связи с этим отметим, что с 1958 г. в ИГН АН Армянской ССР начато изучение галогенных образований третичных отложений Приереванского района, а с 1960 г. в план работ включено изучение органического вещества третичных отложений этого района и доломитов верхнеюрской карбонатной толщи северной части Армянской ССР.

К. А. Карамян, Г. О. Пиджян, Э. А. Хачатурян

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОИСКОВ РУД НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Армянская ССР в геоморфологическом отношении представляет собою часть Малого Кавказа и характеризуется геологией и металлогенией, специфичной для средиземноморского мезо-кайнозойского металлогенического пояса.

В результате многолетних металлогенических исследований, проведенных И. Г. Магакьяном на территории Армянской ССР и на Малом Кавказе, установлена связь оруденения с этапами развития структур и магматизма и доказана зависимость между характером тектоники, с одной стороны, и составом интрузий и оруденения — с другой, которая выражается в совпадении контуров тектонических зон и тектоно-магматических комплексов с контурами рудных поясов и районов, отличающихся спецификой оруденения.

Впервые И. Г. Магакьяном и С. С. Мкртчяном была выдвинута идея о поясовом расположении структурно-металлогенических зон на территории Армянской ССР и были выделены на основании большого фактического материала три различные тектоно-магматические зоны: Алаверди-Кафанская, Памбак-Зангезурская и Севано-Амасийская, резко отличающиеся друг от друга по геологическому строению, магматизму и металлогении. Эти зоны прослеживаются на Малом Кавказе на территории Грузии, Азербайджана и за пределами Малого Кавказа в Иране, Турции и далее на Балканах, сохраняя всюду специфику металлогении.

Основные черты металлогении Армянской ССР выражаются в господстве мезо-кайнозойских металлогенических эпох с широким развитием промышленных месторождений меди и молибдена, в довольно крупных концентрациях золота и железа при подчиненном значении свинца, цинка, хрома, марганца, мышьяка, сурьмы и серебра. Из редких элементов в рудах Армянской ССР широко развиты и имеют большие перспективы рений, селен, теллур и галлий.

Во всех трех тектоно-магматических зонах господствует эндогенное оруденение, причем отчетливо выражена приуроченность определенных типов месторождений и металлов к отдельным обособленным в пространстве магматическим комплексам.

В Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоне широко распространены мощные осадочно-вулканогенные толщи юрского, мелового и третичного возраста, слагающие пологие складки общекавказского простирания. Указанные осадочно-вулканогенные и вулканогенные толщи прорваны многочисленными гипабисальными и субвулканическими интрузиями. Гипабисальные интрузии представлены гранитоидами умеренно кислого состава и по возрасту расчленяются на меловые (Кохбский, Чочканский, Цавский и др.) и верхнеэоценовые. Абсолютный возраст интрузивов мелового времени, определенный калий-аргоновым методом, равен 90—130 млн. лет.

И. Г. Магакьян в пределах Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоны выделяет четыре цикла магматизма и минерализации: 1. Верхнеюрский цикл мелких близповерхностных интрузий кварцевых порфиров и альбитофиров с интенсивным промышленным колчеданным оруденением (Алавердская группа месторождений и Кафан). 2. Предсеноманский цикл гранодиоритов и кварцевых диоритов со скарновыми железорудными месторождениями и слабой гидротермальной минерализацией. 3. Верхнемеловой цикл эффузивных и экструзивных порфиров с небольшими эпигенетическими месторождениями кристаллических пиролюзит-псиломелановых руд (Саригюх, Севкар) и 4. Верхнеэоценовый цикл гранодиоритов со скарновыми и гидротермальными месторождениями меди, серного колчедана (Чибухлы, Тандзут) и телетермальными месторождениями полиметаллических руд (Привольное, Мосес).

В Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зо-

не в ядрах крупных антиклиналей обнажаются сильно метаморфизованные породы кембрия—докембрия, прорванные гранитоидными интрузиями. Указанный древний комплекс пород перекрыт отложениями различного возраста (девон, мел и эоцен). Весь комплекс пород, слагающий антиклинорий общекавказского простираения, прорван крупными гранитоидными интрузиями олигоцен-миоценового возраста. Местами вдоль наиболее молодых разломов внедрялись экстррузии андезито-дацитов плиоценового возраста.

На всем протяжении зоны ось антиклинория ундулирует. Она вздымается на юго-востоке, и здесь в результате эрозии вскрываются палеозойские образования и массивы гранитоидов, с которым генетически связаны крупные медно-молибденовые месторождения. В Айондзорском (Даралагезском) рудном районе ось антиклинория погружается, в связи с чем получают широкое развитие породы эоцена, прорванные штокообразными телами гранитоидов. С последними связано полиметаллическое оруденение и местами проявления молибдена. На отдельных участках зона покрыта лавами Гегамского вулканического нагорья, а в Памбакском рудном районе, в результате вздымания оси антиклинория, снова обнажаются древние комплексы пород и массивы гранитоидов.

Памбак-Зангезурская зона в Кафанском районе четко отделена от Алаверди-Кафанской Хуступ-Гиратахским надвигом. К северу граница указанных зон скрыта под покровами постплиоценовых лав, и только на северном склоне Памбакского хребта она снова отмечается по серии разломов вдоль рек Агстев и Гарпи.

Наиболее характерной чертой Памбак-Зангезурской зоны является исключительно широкое развитие медно-молибденовой минерализации. Подчиненное значение имеет полиметаллическое оруденение в тесной связи с медно-молибденовым и, как правило, развитое на периферии рудных полей медно-молибденовых месторождений, часто вдоль более поздних наложенных структур. Совместно с главными металлами — медью, молибденом, свинцом и цинком — с гранитоидами связаны также небольшие концентрации сурьмы и ртути.

Севано-Амасийская структурно-металлогеническая зона характеризуется развитием мощных верхнемеловых и эоцено-

вых отложений, смятых в изоклинальные складки и нарушенных глубинным разломом, вдоль которого внедрялись гипербазиты эоценового возраста. Последние образуют пояс, прослеживающийся за пределами Малого Кавказа. В районе развития гипербазитов, по-видимому, в миоцене по шву разлома внедрялись небольшие штоки и дайкообразные тела кварцевых диоритов, гранодиоритов, гранодиорит-порфиров и дацитов, с которыми связано окварцевание пород района и средне-низкотемпературное оруденение, представленное золотом, теллуrom, сурьмой, ртутью и мышьяком.

На продолжении Севано-Амасийской зоны, в Азербайджане и Турции, с гипербазитами связаны промышленные концентрации хрома, а с гранодиоритами — мышьяка.

Во всех трех зонах намечается определенная зависимость типа и характера минерализации от состава магматических пород. Особенно четко эта зависимость наблюдается на примере хромитовых, железорудных, колчеданных, медно-молибденовых и полиметаллических месторождений.

Колчеданные месторождения Алаверди-Кафанской зоны размещены в основном в двух разновозрастных формациях, весьма сходных по геологическому комплексу слагающих их пород. Главнейшие месторождения колчеданного типа Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Кафан и др. приурочены к юрским вулканогенным образованиям, а относительно небольшие по масштабу месторождения Тандзут, Чибухлы и другие — к эоценовым толщам вулканогенных пород. В районах месторождений широко развиты эффузивно-осадочные толщи, представленные различными порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, туфопесчаниками, туфоконгломератами, альбитофирами, кератофирами и др. Среди вулканогенных пород встречаются разности, относящиеся к субвулканическим малым интрузиям, прорывающим, с одной стороны, юрские, а с другой — эоценовые образования. Весь этот комплекс пород или отдельные разности слагают районы месторождений Тандзут, Чибухлы, Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Кафан и др.

Таким образом, колчеданные месторождения Армении приурочены к эффузивно-осадочным комплексам и пространственно расположены во внутренней зоне альпийской геосинклинальной складчатой области. В этой зоне скарновые и гидротер-

мальные железорудные месторождения генетически тесно связаны с умеренно кислыми гранитоидами.

В Памбак-Зангезурской зоне скарновые руды железа и меди связаны с кварцевыми диоритами и монцонитами, а скарновые медно-молибденовые — с гранодиоритами и граносиенитами. Семейства медно-молибденовых, золото-сульфидных, сурьмяно-ртутных руд и часть полиметаллических связаны с гранитоидами. При этом медно-молибденовые руды тесно локально связаны только с гранитами, гранодиоритами и граносиенитами (Каджаран, Агарах, Дастакерт), в то время как полиметаллические руды большей частью приурочены к габбро-диоритам и монцонитам. Семейство магнетит-апатитовых руд тесно связано с сиенито-диоритами (Капутан, Калакар — западная часть), титано-магнетитовые руды — с габбро-пироксенитами и оливинитами (Сваранц, Калакар).

В Севано-Амасийской зоне семейство хромитовых руд тесно связано именно с дунитами.

Приуроченность отдельных типов минерализации к интрузиям определенного состава и возраста, по-видимому, связана с обособлением внутри магматического очага дифференциатов, обогащенных теми или иными металлами. При этом внедрение этих дифференциатов, как правило, происходило в строго определенной последовательности.

Наряду с другими геологическими факторами в локализации колчеданного оруденения немаловажную роль играет структурный контроль. Колчеданные месторождения приурочены к кулисообразно расположенным брахиантиклинальным складкам, которые подвергнуты интенсивным дизъюнктивным нарушениям (Кафан и др.). Разрывные нарушения преимущественно развиты в пределах рудных полей, где образуют определенные системы, нередко вытянутые вдоль контакта толщ с различным литологическим составом. Например, на Алавердском месторождении оруденение контролируется разломом близмеридионального простирания, на Кафанском месторождении — северо-западного простирания и т. д.

Для некоторых колчеданных месторождений довольно четко устанавливается стадийность минерализации в связи с трещинообразованием, причем для отдельных стадий минерализации характерны определенные парагенетические ассоциации

минералов. Так, например, на основании изучения различных типов руд, развитых на различных участках, а также возрастных соотношений минеральных агрегатов, выделяются в Кафанском рудном поле следующие основные парагенетические ассоциации минералов: 1) кварц-пиритовая; 2) кварц-пирит-борнит-халькопиритовая; 3) кварц-пирит-халькозин-энаргитовая с некоторой ролью редких минералов; 4) карбонат-сфалерит-галенитовая и др. Основную промышленную ценность руд Кафанского месторождения представляет кварц-пирит-борнит-халькопиритовая ассоциация. Для участков Шаумян и Халадж определяющей является карбонат-сфалерит-галенитовая парагенетическая ассоциация минералов.

Весьма большую роль в локализации оруденения в пределах Памбак-Зангезурской зоны имеют крупные структурные элементы: региональные тектонические разломы и сравнительно крупные зоны смятия и дробления.

Крупные рудные поля медно-молибденовых месторождений Каджаран, Агара, Анкаван, Дастакерт контролируются указанными зонами дробления и разломами. Так, в пределах Мегри-Сисианского рудоносного района главенствующую роль в контроле оруденения имеет Дебаклинский разлом. Такие месторождения, как Каджаранское, Джиндаринское, Агара-ское и целая группа рудопроявлений, тяготеют к зоне дробления Дебаклинского разлома. Последний протягивается по всему контакту интрузий порфировидных гранодиоритов.

Целая группа месторождений и рудопроявлений на северном склоне Баргушатского хребта также контролируется отдельными зонами дробления. Так, Дастакертское месторождение контролируется зоной дробления, протягивающейся вдоль провешанной части кровли, зажатой между двумя интрузивными куполами.

К аналогичным зонам дробления северо-западного простирания приурочен целый ряд рудопроявлений Баргушатского хребта, таких, как Сари-дара, Мурхузское, Пюсекское и т. д.

Аналогичная картина наблюдается также и в Памбакском рудном районе. Здесь Анкаванское месторождение контролируется крупным Мисханским разломом. Все участки этого месторождения: 1. Главный, 2. Ближний Дамир-Магара, 3. Дальний Дамир-Магара—приурочены к зоне разлома, который про-

тягивается по контакту кварцевых диоритов с древним комплексом метаморфических пород.

Указанные крупные контролирующие структуры имеют весьма длительную историю развития.

В результате детальных исследований установлено, что зона дробления Дебаклинского разлома характеризуется неоднократно подвижками. При этом отмечается, что в различные этапы тектонической деформации подвижки происходили не по всей зоне дробления Дебаклинского разлома, а на определенных ее участках. Таким образом, в целом вся зона дробления этого разлома формировалась в результате многократных тектонических подвижек. Такая же длительная история формирования отмечается для зоны дробления Дастакертского месторождения. Подвижки в зоне дробления здесь также проявлялись неоднократно.

На основе многочисленных пересечений и смещений отдельных тектонических нарушений устанавливается, что по характеру дробления последние различны. Так, в зоне дробления отмечаются взбросы, сдвиги, взбросо-сдвиги, сбросы и сбросо-сдвиги.

Отмечая первостепенную роль контролирующих структур в локализации оруденения, следует отметить также и различное пространственное размещение оруденения по отношению к отмеченным выше структурам. Вышеуказанное имеет весьма большое значение в деле правильной организации поисково-разведочных работ, а также правильной оценки перспективности отдельных площадей.

Можно выделить два случая пространственного размещения оруденения или, вернее, пространственного сочетания оруденения и контролирующей структуры. В одном случае, как это отчетливо намечается в Каджаране, оруденение локализуется висячем боку крупной контролирующей структуры; локализирующие трещины представляют собой оперение отмеченной выше структуры. Непосредственно в контролирующей структуре оруденение, как правило, не наблюдается.

Многократные подвижки вдоль главного шва этого нарушения приводили к раскрытию рудовмещающих структур в висячем боку этого разлома.

Во втором случае, хорошо выраженном на Дастакертском

месторождении, оруденение расположено в пределах зоны дробления северо-западного простирания. Сама зона дробления представлена отдельными сравнительно небольшими разносистемными тектоническими нарушениями, располагающимися кулисообразно относительно друг друга. Указанные тектонические нарушения являются как контролирующими, так и одновременно локализирующими структурами. Отсюда понятна столь резко выраженная неравномерность оруденения в пределах Дастакертской зоны дробления. Участки с промышленным оруденением здесь образуют изолированные зоны, отделенные друг от друга сравнительно слабо оруденелыми или подчас безрудными интервалами.

Правильному направлению поисково-разведочных работ будет в значительной мере способствовать исторический подход к решению вопроса об условии формирования рудных месторождений, особенно в вопросе взаимосвязи тектоники и минерализации. В результате детальных исследований рудных месторождений, как медно-молибденовых, так и других генетических типов (колчеданных, золоторудных), установлено, что рудообразование является длительным многостадийным процессом.

Особенно эта многостадийность и обусловленная в значительной степени этим растянутость процесса минерализации четко проявляется на медно-молибденовых месторождениях. Так, для Каджаранского и Дастакертского месторождений выделяются до 10 стадий минерализации. На других месторождениях, как Джиндара, Айгедзор, Агарак, Анкаван выделяется сравнительно небольшое количество стадий (пять-семь).

Однако, несмотря на такой многостадийный процесс, промышленную ценность месторождений предопределяет сравнительно небольшое количество стадий (до трех-четырех).

В результате детальных исследований установлено, что отдельные стадии рудного процесса локализуются в различных типах тектонических нарушений, а подчас и в различных по генетическим типам трещинах (трещины скола и трещины разрыва).

Довольно часто отдельные стадии минерализации отчетливо обособляются в пространстве, в другом случае, наоборот, они накладываются друг на друга, а подчас и локализуются

в одних и тех же структурах вследствие унаследования и оживления старых структур более молодыми подвижками. Такое пространственное обособление стадий минерализации намечается на Джиндаринском (рис. 1) и Дастакертском месторождениях (рис. 2).

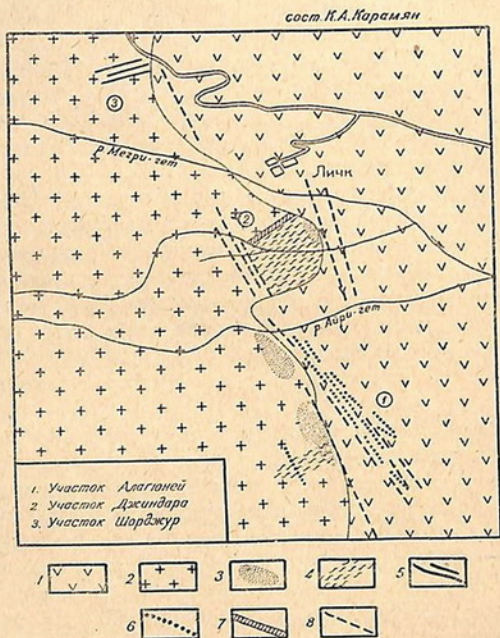


Рис. 1. Схема размещения стадий минерализации в районе Личской группы месторождений. 1. Монциты. 2. Порфировидные гранодиориты. 3. Площади развития магнетит-биотитового оруденения. 4. Площади развития кварц-халькопиритового оруденения. 5. Кварц-халькопирит-молибденитовые жилы. 6. Кварц-пиритовые жилы. 7. Кварц-карбонатные жилы. 8. Тектонические нарушения.

В некоторых рудных полях намечается последовательное раскрытие и такое же последовательное заполнение локализи-

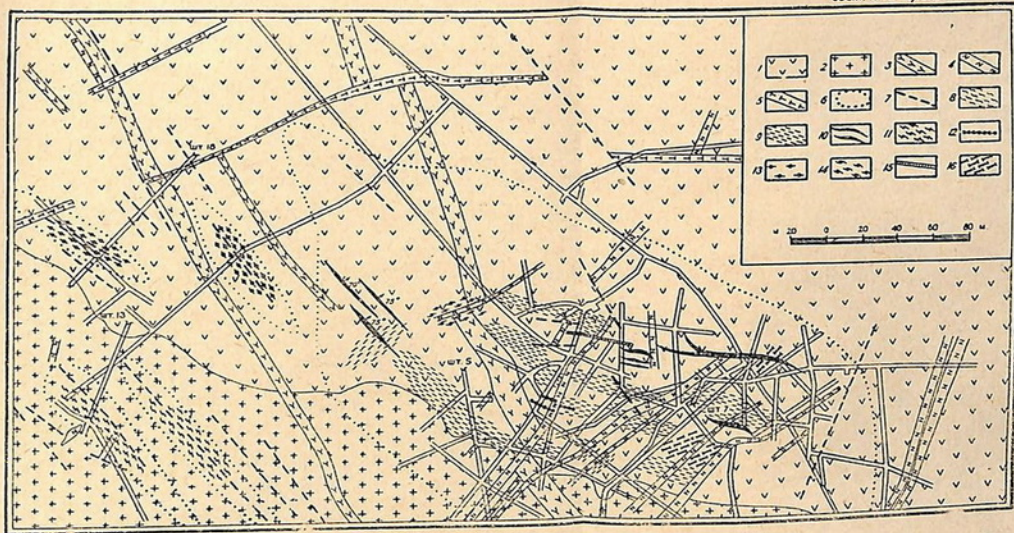


Рис. 2. Схема размещения стадий минерализации на Дастакертском месторождении. 1. Ороговикованные порфиристы. 2. Гранодиориты. 3. Дайки диорит-порфиристов. 4. Дайки диабазовых порфиристов. 5. Дайки роговообманковых диорит-порфиристов. 6. Контуры гидротермально измененных пород. 7. Тектонические нарушения. 8. Рудные зоны диорит-порфиристов. 9. Рудные зоны медной стадии. 10. Рудные зоны I медно-молибденовой стадии. 11. Рудные зоны II медно-молибденовой стадии. 12. Рудные тела медно-карбонатной стадии. 13. Рудные зоны кварц-пиритовой стадии. 14. Рудные тела кварц-пирит-сфалеритовой стадии. 15. Рудные тела полиметаллической стадии. 16. Рудные зоны карбонатной стадии.

рующих структур продуктами различных стадий минерализации. На этих месторождениях обычно бывает четко выражена пульсационная зональность развития оруденения по отношению к контролирующей структуре. Прекрасным примером такой зональности может служить Каджаранское рудное поле (рис. 3).

Здесь, на Давачинском участке, в непосредственной близости от Дебаклинского разлома и в контакте монцонитов с роговиками, размещены наиболее ранние и высокотемпературные кварц-магнетитовая и кварц-полевошпатовая стадии. На центральном участке, вблизи Дебаклинского разлома и в приразломной полосе, преимущественное развитие имеет кварц-молибденитовая стадия. По мере удаления к востоку от контролирующей структуры максимальное развитие приобретает кварц-молибденит-халькопиритовая стадия. Последняя сменяется кварц-халькопиритовой стадией. Далее на восток, на северо-восточном участке и на участке Аткиз, преимущественное развитие приобретают более низкотемпературные стадии: кварц-пиритовая, кварц-сфалерит-галенитовая, карбонатная и хальцедоновая.

Пример такой же пульсационной зональности оруденения намечается и в зоне дробления Дастакертского месторождения. Здесь наиболее ранние и в промышленном отношении ценные медная и медно-молибденовая стадии имеют преимущественное развитие на центральном участке. Как в северо-западном, так и юго-восточном направлении в зоне дробления более значительное развитие приобретает кварц-пиритовая стадия.

В пределах Севано-Амасийской зоны также отмечается приуроченность месторождений и проявлений к крупным структурным элементам и локализация оруденения в оперяющих сопряженных структурах. Здесь, на золоторудном месторождении Зод, отмечается многостадийность процессов минерализации и, так же как на месторождениях других генетических типов, наиболее ценным является небольшое количество стадий (две-три). Здесь также намечаются пространственно обособленные стадии минерализации и приуроченность их к различным системам трещин.

Первостепенную роль в локализации оруденения на рудных месторождениях почти всех генетических типов имеет рудовмещающая среда.

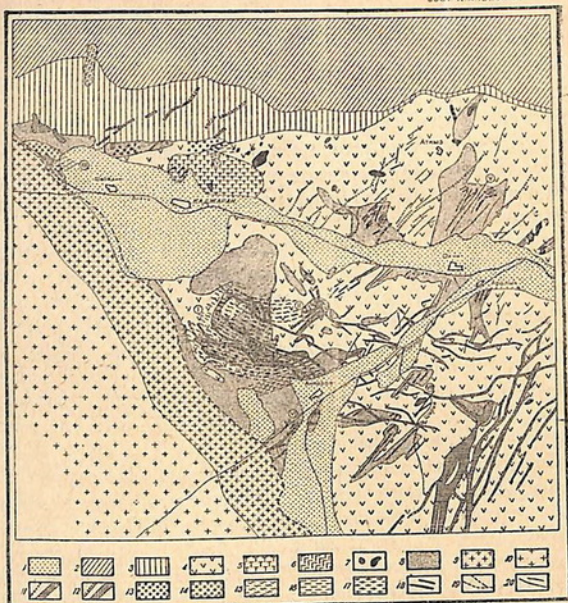


Рис. 3. Схема размещения стадий минерализации на Каджаранском рудном поле. 1. Аллювиальные отложения. 2. Порфиры нижнего эоцена. 3. Контактные роговики. 4. Монциты, кварцевые монциты. 5. Кварцевые диориты. 6. Габбро — габбро-диориты. 7. Микромонциты, микросиениты. 8. Гидротермально измененные монциты. 9. Порфировидные граниты. 10. Порфировидные гранодиориты. 11. Дайки гранодиорит-порфиров I этапа внедрения. 12. Дайки гранодиорит-порфиров II этапа внедрения. 13. Площади преимущественного развития кварц-магнетитовой стадии. 14. Площади преимущественного развития кварц-полевошпатовой стадии. 15. Площади преимущественного развития кварц-молибденитовой стадии. 16. Площади преимущественного развития кварц-молибденит-халькопиритовой стадии. 17. Площади преимущественного развития кварц-халькопиритовой стадии. 18. Кварц-пиритовые жилы. 19. Кварц-сфалерит-галенитовые жилы. 20. Кварц-карбонатные жилы.

Как правило, различные горные породы с различными физико-механическими и химическими свойствами, участвующие в геологическом строении рудных полей, во многом предопределяют как локализацию оруденения в одних породах и отсутствие в других, так и в значительной степени морфологические особенности оруденения.

Колчеданное оруденение на месторождениях Армении, как правило, развивается метасоматически. Руды часто представлены сплошными сульфидными или сульфидно-баритовыми агрегатами или вкрапленностью во вмещающих породах.

Вместе с тем следует подчеркнуть избирательный метасоматоз колчеданных руд, выраженный в брекчиях кератофиров Шамлугского месторождения в виде брекчиеподобных текстур. Руда ряда штоков месторождения представляет собой окварцованный кератофир или брекцию кератофира с рассеянной вкрапленностью и угловатыми участками рудных минералов, преимущественно халькопирита и пирита. Наличие этих угловатых по форме рудных скоплений объясняется избирательным метасоматозом отдельных обломков кератофировой брекчин (обломков известковистых туфов), которые замещались легче, чем кремнистый цемент. Аналогичная текстура руд наблюдается также на Кафанском, Чибухлинском и других месторождениях.

Наряду с этим местами встречаются скопления типа vyplнения пустот в виде мелких жилок, секущих метасоматические образования.

Морфология рудных тел на колчеданных месторождениях самая различная и зависит, главным образом, от рудовмещающей среды и тектонической переработки вмещающих пород. Так, штоковые и линзообразные тела образуются в породах, легко подвергающихся метасоматозу. Это прежде всего кератофиры, кератофировые брекчин, кварцевые порфиры, агломератовые породы и др., в которых залегают штоки и линзы Шамлугского, Ахтальского, Алавердского, Тандзутского колчеданных месторождений. В породах, менее податливых метасоматозу и имеющих способность к дроблению (различные порфириты, туфобрекчин порфиритов, туфопесчаники и др.), образуются жилы, прожилки и иногда прожилково-вкрапленное оруденение (нижние горизонты Шамлугского, Алавердского и ря-

да участков Ахтальского, Чибухлинского, Халаджского месторождений).

Исключением являются типичные трещинные жилы Кафанского месторождения, переходящие на глубину в зоны прожилково-вкрапленного оруденения. Надо полагать, что жильную форму рудных тел на Кафанском месторождении предопределили дорудные трещины скалывания, образовавшиеся в результате интенсивных дизъюнктивных нарушений.

Интересно отметить, что некоторые рудные тела вытянуты по падению, но они обычно встречаются группами, часто кулисообразно сменяя друг друга и в горизонтальном и в вертикальном направлениях. Подобная сгруппированность рудных тел особенно четко наблюдается на Шамлугском, Алавердском, Ахтальском и других колчеданных месторождениях, причем отдельные тела сплошных сульфидных руд нередко окружены зонами вкрапленных руд.

Примеры воздействия физико-механических свойств горных пород на размещение оруденения в рудном поле отчетливо наблюдаются на Дастакертском месторождении. Здесь оруденение распространено, главным образом, в породах кровли интрузии — в ороговикованных порфиритах, значительно слабо распространено в гранодиоритах и отсутствует в дайковых породах: диорит-порфиритах и диабазовых порфиритах. Все это есть результат различных физико-механических свойств пород; отсюда и различная их раздробленность при тектонических деформациях. На Дастакертском месторождении можно выделить по возрастанию упругости следующий ряд пород: роговики, гранодиориты, диорит-порфириты, диабазовые порфириты.

На Каджаранском месторождении оруденение распространено исключительно в монцонитах и отсутствует в гранодиорит-порфировых дайках. Отсутствие оруденения в гранодиорит-порфировых дайках послужило основанием для некоторых исследователей утверждать пострудный возраст даек, хотя впоследствии дорудный возраст даек был доказан неоднократно.

Аналогичная картина наблюдается на Джиндаринском месторождении, где оруденение приурочено исключительно к эндо-контактной гранодиорит-порфировой полосе интрузии порфировидных гранодиоритов и отсутствует в монцонитах. Исключительное развитие оруденения в гранодиорит-порфирах обус-

ловлено также большой способностью порфиров к дроблению и концентрацией в них разрывных структур.

Помимо физико-механических свойств пород, в большой степени на морфологический тип оруденения влияют также и химические свойства пород. Так, в породах, легко поддающихся метасоматическим процессам, особенно широкое развитие приобретает вкрапленная минерализация. Как правило, вкрапленная минерализация на медно-молибденовых месторождениях имеет наибольшее развитие на участках широкого развития метасоматических процессов и приурочена к интенсивно гидротермально измененным породам. Наглядно это наблюдается на Джиндаринском месторождении, где вкрапленная медная минерализация имеет значительное распространение. Здесь вкрапленники и тонкие прожилочки халькопирита развиваются в первую очередь по вкрапленникам К-полевого шпата гранодиорит-порфиров. Описанное выше, очевидно, связано с большой осаждающей способностью полевошпатовых вкрапленников в гранодиорит-порфирах.

Такое же объяснение находит интенсивное обогащение (особенно халькопиритом) аплитовых жил на Каджаранском месторождении, когда кварц-халькопиритовые прожилки пересекают аплитовые жилы. Обычно при пересечении аплитов прожилками последние, как правило, интенсивно разветвляются и наряду с прожилками образуется также и богатая вкрапленность, рассеянная по всей массе аплитовой жилы.

На Каджаранском месторождении вкрапленники халькопирита приурочены большей частью к чешуйкам биотита. При замещении биотита халькопиритом, очевидно, железо (для образования халькопирита) заимствуется из биотита. Так же образуются широко распространенные вкрапленники пирита, отмеченные на многих месторождениях.

Брекчиевидный тип оруденения, отмечающийся на Дастакертском месторождении, обусловлен сочетанием структурных особенностей контролирующей структуры и литологическими особенностями вмещающих пород. Обычно такие руды, где обломки вмещающих пород сцементированы сплошной рудной массой (халькопирит—молибденит) без жильных минералов, образуются в хрупких породах кровли (роговики) в условиях раскрытия больших полостей при движении блоков вдоль

искривленной поверхности контролирующей сколовой структуры.

Для поисков оруденения колчеданного типа наряду с другими признаками большое значение имеют прямые признаки оруденения. Однако таких признаков становится все меньше и меньше. Поэтому при производстве поисковых работ особое внимание должно быть уделено околорудным измененным породам, которые часто развиваются закономерно вдоль определенных структур.

Отмечая первостепенную роль ряда факторов в локализации и размещении оруденения в пределах Памбак-Зангезурской металлогенической зоны, следует уделить особое внимание ряду признаков, в значительной степени облегчающих поисковые работы и целеустремленно направляющих их. Гидротермально измененные породы являются наиболее благоприятными и перспективными участками для организации поисковых работ.

Исследованиями установлено, что почти на всех медно-молибденовых месторождениях процесс оруденения сопровождается интенсивным гидротермальным изменением вмещающих пород. На ряде месторождений процесс изменения пород имеет такой же многостадийный и прерывистый характер, как и процесс оруденения. При этом установлено, что каждой стадии минерализации присущ свой характерный тип изменения. Для высокотемпературных стадий характерны полевошпатизация и окварцевание, для среднетемпературных стадий в период формирования промышленного медно-молибденового оруденения — в основном серицитизация, отчасти хлоритизация, а для низкотемпературных стадий — хлоритизация и карбонатизация.

Таким образом, по характеру гидротермально измененных пород можно судить о типе ожидаемой минерализации. Гидротермально измененные породы образуют как сравнительно маломощные оторочки вокруг отдельных прожилков и рудных тел, которые в условиях значительного густого прожилкования сливаются в довольно мощные зоны измененных пород, так и значительные площади интенсивно измененных пород вне зависимости от отдельных рудных тел, но тяготеющих к крупным структурным элементам, к определенным интервалам контактовых зон гранитоидов с вмещающими породами.

Очень часто на характер гидротермально измененных пород большое влияние оказывает состав вмещающих пород. Так, вдоль отдельных контролирующих и локализирующих структур в пределах гранодиоритов широко развит процесс серицитизации. При переходе в основные порфириты наряду с серицитизацией широко проявляется и хлоритизация или же совместно с серицитом образуется и карбонат.

Важным поисковым критерием для медно-молибденовых месторождений является исследование минералов зоны окисления.

Применение вместе с изучением первичных и вторичных ореолов рассеяния гидрохимических и почвенно-гидрохимических съемок, а также комплекса поисковых геофизических методов, в значительной мере будет способствовать обнаружению перспективных рудоносных участков.

На основании изложенного выше дальнейшие поисковые работы по выявлению перспективных участков и отдельных типов оруденения должны быть направлены в районы развития определенных тектоно-магматических комплексов. Применяя различные поисковые методы в пределах известных крупных рудных полей, можно ожидать выявление слепых рудных тел.

Перспективными площадями в отношении обнаружения колчеданного оруденения в первую очередь надо считать районы Кафанской и Алавердской групп месторождений. Здесь имеются соответствующие геологические факторы, позволяющие правильно прогнозировать и направлять дальнейшие поисковые работы. В частности, для поисков полиметаллических и медно-колчеданных руд благоприятные предпосылки имеются на площади, расположенной к западу от Ахтальского рудника по направлению к Шамлугскому месторождению. Для последнего приобрели большой интерес прилегающие к нему участки, где имеются определенные структурные элементы, контролирующие распределение оруденения. Перспективы Алавердского месторождения связываются с его северным и восточным флангами, находящимися на простирании рудоконтролирующих структур. Особый интерес представляет северный фланг месторождения, где развиты те же агломератовые породы, благоприятные для образования рудных штоков.

В пределах Памбак-Зангезурской зоны наиболее перспек-

тивными для организации работ являются участки между крупными рудными полями, в первую очередь Каджаран—Джиндара, Агарак—Джиндара, Дастакерт—Шенатаг, Аджебадж—Кефашен.

Для Дастакертского месторождения поисково-разведочные работы следует направлять на юго-восточный фланг месторождения, куда протягивается зона дробления и гидротермально измененных пород.

Для Каджаранского месторождения наиболее перспективными являются участки, прилегающие к висячему боку зоны дробления Дебаклинского разлома южнее центрального участка. В районе между Каджаранским и Джиндаринским месторождениями особое внимание следует уделить также полосе гидротермально измененных пород в монцонитах и гранодиорит-порфирах, прилегающих к зоне раздробленных пород.

В пределах Севано-Амасийской зоны наиболее интересным районом для поисков золоторудного оруденения является северо-восточное побережье озера Севан и особенно участок между Зодским месторождением и с. Шишкая.

Во всех трех металлогенических зонах поисковые работы должны сопровождаться составлением детальных геолого-металлогенических карт отдельных рудных районов и полей в крупных масштабах с применением комплекса геохимических и геофизических поисковых методов.

Н. И. Хитаров

МАГМА И ЕЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С ВОДОЙ

Вода, главная газовая составляющая магматического субстрата, определяет многие существенные стороны природных процессов, ведущих к образованию различных пород и руд.

Общая оценка отношений, возникающих между расплавом и водой, опирается, в основном, на результаты экспериментальных исследований.

Последние экспериментальные данные по характеристике растворимости воды в расплавах различного состава позволяют рассмотреть в общем виде ряд возможных случаев соотношений между водой и расплавом в ходе эволюции магматического процесса.

На рис. 1 и 2 показаны кривые растворимости воды в расплавах кислого (гранитного) и основного (базальтового) составов в зависимости от давления в условиях температур 900 и 1000°C. Из этих кривых следует, что в пределах парциального давления воды до 3000 атм (что соответствует примерно 11 км нагрузки за счет пород разреза) при 900°C, в условиях равновесия, содержание воды в расплаве основного состава значительно меньше, чем в расплавах кислого состава.

Это различие в растворимости воды в зависимости от химического состава расплава в условиях более высокой температуры (1000°C) теряется.

Кривые растворимости воды в расплавах кислого и основного составов позволяют оценить возможные условия отделения и вхождения воды в расплав в условиях, освещенных экспериментом.

Рассматривая изменения в ходе кривых растворимости воды в расплаве базальтового состава в условиях 900°C , можно видеть, что основная магма в своем продвижении с нижних структурных этажей (например, 300 атм) в верхние горизонты (например, 2000 и 1000 атм) с меньшим давлением должна

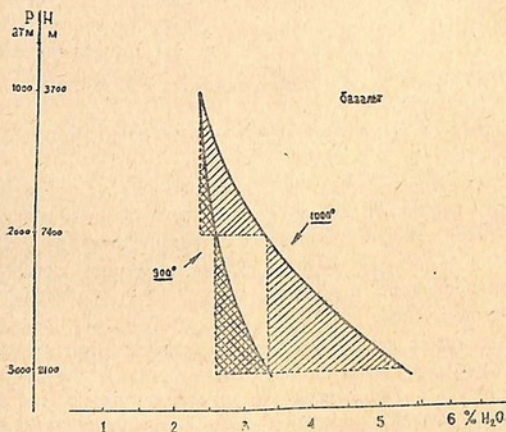


Рис. 1. Характеристика сброса растворенной воды базальтовым расплавом и возможного поступления воды в расплав в зависимости от давления и температуры. Жирные линии — кривые растворимости воды в расплаве в координатах вода — давление (глубина); косая штриховка — площади, характеризующие сброс воды при переходе расплава с одного уровня на другой при 1000°C ; штриховка в клетку — то же для 900°C .

стремиться сбросить преобладающую часть растворенной воды в нижних частях разреза. Это же явление должно быть ей свойственно и в условиях температуры в 1000°C .

Кислая магма, наоборот, главную отдачу воды должна вести в верхних структурных этажах.

Экспериментально устанавливаемые значения растворимости воды в расплавах того или иного состава являются лишь максимально допустимыми. Истинные значения нам неизвест-

ны и применяются обычно по косвенным указаниям и признакам.

При отсутствии насыщения водой основная магма способна к преимущественному усвоению воды на нижних горизонтах, а кислая, наоборот, — на верхних.

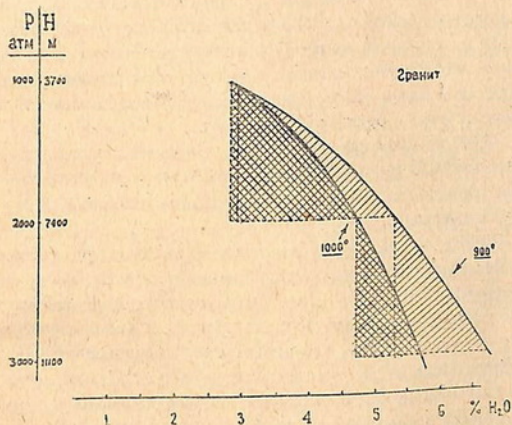


Рис. 2. Характеристика сброса воды гранитным расплавом и возможного поступления воды в расплав в зависимости от давления и температуры. Жирные линии — кривые растворимости воды; косая штриховка — площади, характеризующие сброс воды при переходе расплава с одного уровня на другой при 900°C, штриховка в клетку — то же для 1000°C.

Рассмотрим ряд возможных случаев.

Основная магма в эффузивном ходе развития процесса, при создавшейся возможности продвигаться к поверхности по каналу, прежде всего выходит из условий нагрузки, определяемой лежащей выше толщей пород разреза.

При своем продвижении вверх с достижением уровня давления в 1000 атм она может уже испытывать влияние окружающей гидростатической системы. Если давление последней будет выше интрузивной силы продвигающейся магмы, то возможно вхождение сторонней воды.

Если это явление будет иметь место, оно преимущественно может проявляться в близповерхностной части канала (трещины). Ввиду относительно высокой вязкости основного субстрата на этом отрезке, вхождение воды будет реализоваться скорее всего в виде соприкосновения с магматическим субстратом, парообразования и дистилляции, что будет вести к значительно ускоренному процессу охлаждения поступающего расплава.

На нижних горизонтах более вероятно поступление воды за счет захороненных поровых вод, так как с глубин порядка 10—12 км в связи с вхождением в зону пластичности водонапорные системы практически исчезают.

Развитие процесса подъема магмы вверх в условиях изотермы в 1000°C мало чем должно отличаться от разобранных выше взаимоотношений в системе вода—расплав в условиях 900°C изотермы.

В обоих случаях с глубин в 10—12 км возможно поступление воды из окружающей водонапорной системы, но вряд ли усвоение пройдет в значительном количестве. Если рассматривать излившийся на поверхность типичный базальтовый расплав, можно полагать, что он вступает на уровень 10—12 км глубины с давлением, превышающем 1000—1200 атм и, сохраняя превышение над окружающей гидростатической системой, выходит на поверхность. Только в этом случае базальтовый расплав сохранит свою химическую природу; в противном случае в результате усвоения посторонней воды вещественный состав расплава претерпит изменения, как это было освещено экспериментально.

Для кислого расплава в эффузивном процессе должны сохраниться те же особенности, что и для основного, но вхождение воды в магму с глубин в 10—12 км, при наличии водонапорных систем, в верхних горизонтах будет проходить в более заметных количествах.

В ходе развития магматического процесса в интрузивных условиях важно рассмотреть возможное влияние охлаждения системы на соотношения вода—кислый расплав.

Ход изотерм показывает, что с охлаждением расплава растворимость воды может расти.

Если в природе действительные количества значительно меньше экспериментальных, то в этом случае магма будет да-

леко не насыщена на всем участке продвижения вверх, начиная с уровня, охарактеризованного экспериментом, в 3000 атм. При наличии в окружающей среде возможных источников воды будет иметь место усвоение ее расплавом. Кислый расплав будет преимущественно стремиться ассимилировать воду в верхних горизонтах, а основной — в нижних.

На участках глубже 10—12 км поступление воды должно протекать за счет процессов прямой ассимиляции отдельных масс окружающих пород.

В связи с изложенным можно поднять много генетических вопросов. Например, в какой мере соотношения между водой и расплавом, исключая для упрощения рассмотрения другие факторы, могут осветить проблему серпентинизации? Не обязан ли этот процесс становлению ультраосновных образований в зонах таких глубин, где происходит появление воды и максимальный сброс, приводящий в ходе остывания к преобразованию оливина в серпентин. Или, наоборот, серпентинизация скорее связана с процессом поглощения воды в почти твердые массы ультраосновных пород из вмещающей среды.

Судя по данным для основного расплава, наибольший эффект в этом случае должен иметь место на нижних горизонтах, где возможно максимальное поступление воды. Это в первом приближении как будто находится в согласии с примерными геологическими оценками глубин формирования ряда крупных ультраосновных интрузий в 6—8 км.

В свете данных по соотношениям вода — расплав следует рассмотреть вариант происхождения щелочных пород, связываемый с образованием щелочных отщеплений за счет магмы базальтового состава. Не обуславливается ли накопление щелочных дериватов в период максимального сброса воды? В этом случае зарождение щелочных масс должно, по-видимому, тяготеть к нижним структурным этажам.

Все подобного рода вопросы при специальном детальном анализе геолого-петрологических данных на фоне материала общего рассмотрения взаимоотношений вода—расплав в какой-то мере могут получить новое освещение. Часть явлений при этом может оказаться в согласии с изложенным, в другой части вскрыются противоречия. Последние особо интересны, так как они подскажут пути дальнейших исследований.

Н. И. Долуханова, Г. М. Ванцян, Э. А. Кюрегян, Э. А. Арутюнян,
П. М. Капланян, А. Р. Галстян

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

В 1950 г. в Армянской ССР были начаты систематические геохимические и геофизические исследования, направленные на поиски руд цветных, редких и черных металлов. В связи с отсутствием опыта работ в этом отношении первостепенное внимание было уделено разработке методики этих исследований в конкретных физико-географических и геологических условиях Армянской ССР.

Разработка гидрогеохимических методов поисков была начата в районах медно-молибденовых месторождений республики. Исследованию были подвергнуты воды, циркулирующие в пределах Каджаранского, Дастакертского, Анкаванского и Агаракского месторождений. Общая физико-географическая и геологическая обстановка, существующая в районах изученных месторождений, не благоприятствует накоплению окисленного материала, а, напротив, способствует растворению, выносу и рассеиванию металлов. Таким образом, быстротекающие процессы эрозии опережают процессы окисления. Зона окисления развита сравнительно хорошо на Агаракском месторождении, район которого характеризуется сухим континентальным климатом. На этом месторождении вынос металлов количественно увеличивается и в связи с этим поднимается эффективность проведения гидрогеохимических исследований.

В процессе проводимых работ была предложена и опробована почвенно-гидрохимическая съемка, сущность которой за-

ключается в создании воображаемых выходов воды в районах, не перспективных с гидрогеохимической точки зрения. Отбираются пробы почвы весом в 200—250 г с глубин 5—10 см и просеиваются через 3-мм сито. Из 100 г почвы изготавливается водная вытяжка путем 3-минутного взбалтывания с дистиллированной водой (по пропорции 1 : 5), и фильтрат колориметрируется как обычная проба воды. Для того чтобы убедиться в правильности принятой методики, на Анкаванском медно-молибденовом месторождении были поставлены специальные исследования путем отбора массовых проб и дальнейшей их статистической обработки. Как показано на рис. 1, среднехимический состав рудничных, родниковых и поверхностных вод этого месторождения в процентах идентичен с химическим составом водных вытяжек из почвы. Увеличение же хлора в последних объясняется накоплением его в почвах горных областей, на что в свое время указывал Б. Б. Полюнов.

В результате изучения гидрогеологии и гидрогеохимии медно-молибденовых месторождений, а также вопросов миграции и

*Средний химический состав
различных типов вод и водных вытяжек
из почв района Анкаванского м-ния.*

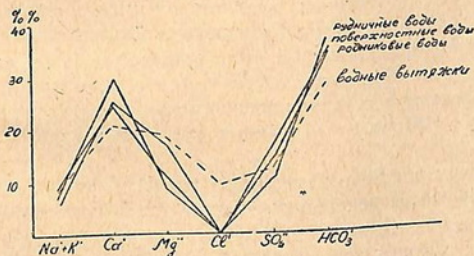


Рис. 1.

выноса рудных элементов за пределы этих месторождений, были установлены следующие закономерности: в водах указанных месторождений наблюдается прямая зависимость содержания сульфат-иона и молибдена, что в свою очередь может явиться дополнительным поисковым признаком; намечается обратная

зависимость между содержанием молибдена и кальция, молибдена и железа, но не такая четкая, как предыдущая.

Результатирующим и общим для всех указанных месторождений является то, что по степени распространенности и количественному содержанию отдельных металлов в водах и воднорастворимых частях почв в пределах ореолов рассеяния определяются следующие соотношения: в водах на первом месте стоит молибден, на втором—медь, в воднорастворимой части почв, наоборот, на первом месте медь, а на втором — молибден. Вероятно, ввиду своей большей подвижности, молибден быстрее меди мигрирует из почв. Таким образом, наилучшим поисковым признаком медно-молибденовых месторождений является повышенное содержание молибдена в водах и меди в воднорастворимой части почв.

В дальнейшем комплекс гидрохимических и почвенно-гидрохимических исследований проводился на ряде полиметаллических, свинцово-сурьмяных, медноколчеданных, серноколчеданных и хромитовых месторождениях республики.

Наилучшим поисковым признаком полиметаллических месторождений, расположенных в различных физико-географических и геолого-гидрогеологических условиях, является повышенное содержание цинка в водах и меди в воднорастворимой части почв. Косвенным индикатором может служить сульфатнон. Так, в пределах Газминского, Гюмушханского, Ахтальского полиметаллических месторождений наблюдается четкий ореол рассеяния цинка и связанного с ним сульфатнона с постепенным затуханием концентрации вниз по ручьям, берущим свое начало на указанных месторождениях (рис. 2 и 2а).

Наилучшим поисковым признаком медноколчеданных активно окисляющихся месторождений является повышенное содержание в водах меди при значительных содержаниях сульфатов. Воды районов месторождений сульфатно-гидрокарбонатные и сульфатные. Общая минерализация вод заметно отличается от фоновой и находится в прямой зависимости от содержания сульфатов. Хорошим поисковым признаком является повышенное содержание меди в воднорастворимой части почв.

На медноколчеданных месторождениях, не подвергающих-

Схема распределения водных ореолов рассеяния на Газминском свинцово-цинковом месторождении

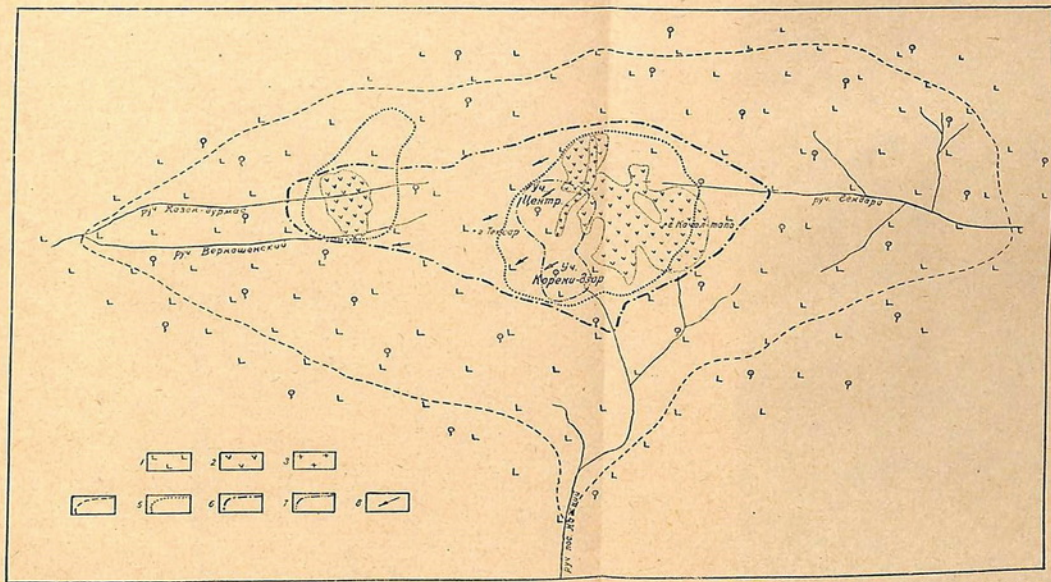


Рис. 2. 1. Туфогенные породы. 2. Интрузивные породы. 3. Дайковый комплекс. 4. Границы вторичного ореола рассеяния цинка. 5. Границы вторичного ореола рассеяния свинца. 6. Границы вторичного ореола рассеяния меди. 7. Границы поля с известной рудной минерализацией. 8. Направление движения подземных вод.

Содержание сульфат-иона и цинка в ручье Гендара (ГАЗМА)

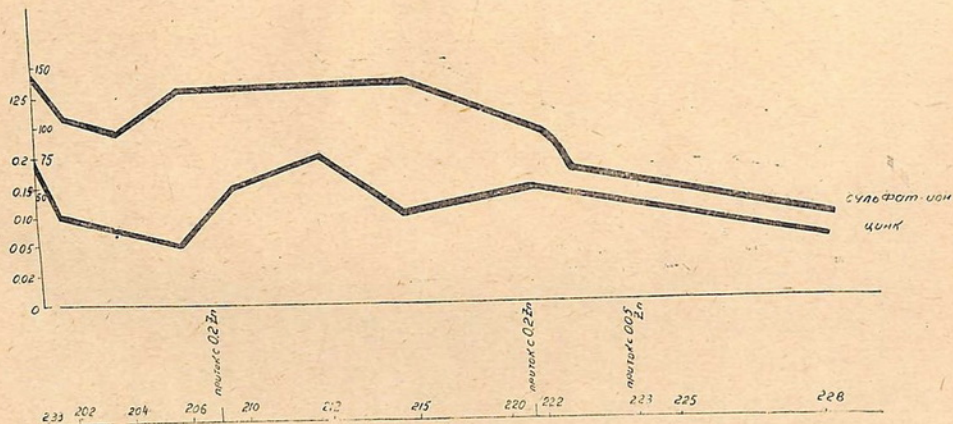


Рис. 2а.

Схема распределения водных ореолов рассеяния металлов на Тандзутском серноколчеданном месторождении

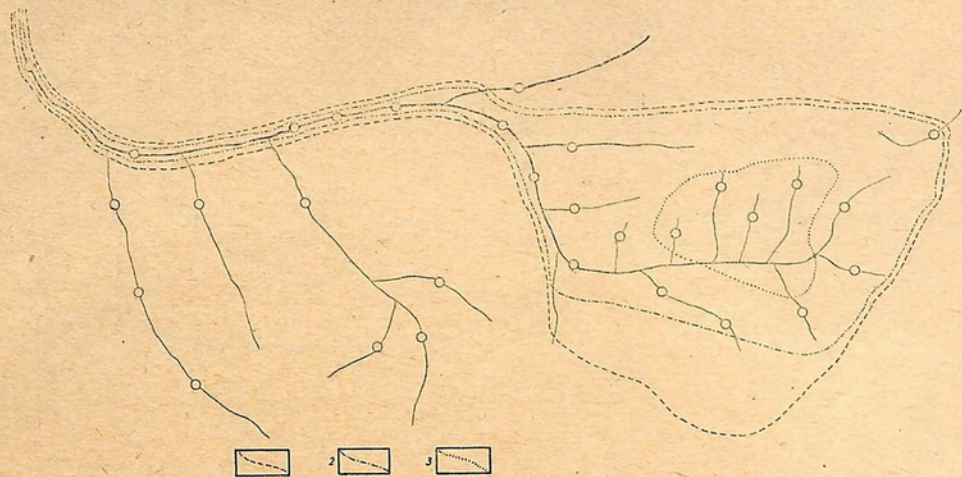
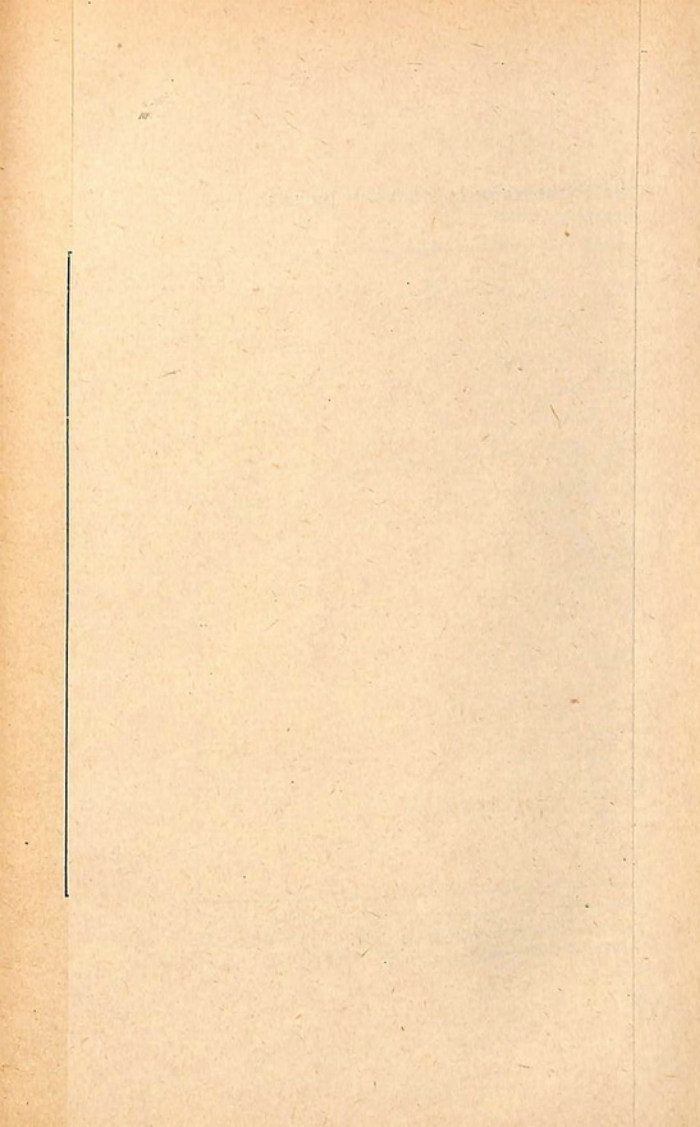


Рис. 3. 1. Границы вторичного ореола рассеяния сульфат-иона. 2. Границы вторичного ореола рассеяния железа, 3. Границы вторичного ореола рассеяния меди,



воднорастворимой части почв хром также является надежным индикатором оруденения.

С разработкой указанных и ряда других теоретических вопросов, связанных с условиями миграции рудных компонентов в почвах, выявилась возможность применения почвенно-гидрохимической съемки на перспективных участках.

В результате таких работ на Каджаранском медно-молибденовом месторождении, на площади, оконтуренной нами чисто гидрогеохимической съемкой, была поставлена почвенно-гидрохимическая съемка, показавшая более четкие контуры рудного тела, нашедшего в дальнейшем подтверждение своей перспективности при постановке разведочных работ.

В дальнейшем почвенно-гидрохимические работы были поставлены на участке Бендик Шамлугского месторождения. В результате также был выявлен контур повышенного содержания рудных компонентов в почвах. Проведенное же на этой площади спектрометаллометрическое опробование показало отрицательные результаты.

Большой интерес представляют исследования, направленные на выяснение возможности применения почвенно-гидрохимических работ в характерных для Армянской ССР районах, покрытых сплошными лавовыми потоками. Опытные работы были поставлены в Ехегнадзорском районе республики на базальтовых покрышках, в районе Варденисского медно-молибденового месторождения. Мощность лавового потока здесь колеблется от 5—8 до 10—12 м. Участок составляет самостоятельную орографическую единицу, ограниченную каньоном больших ручьев и изолированную от действия вод соседних участков. В этих каньонах можно наблюдать мощность лав и залегающие под ними оруденелые порфириды. Нужно отметить, что спектрометаллометрический анализ самих базальтов не показал присутствия в них молибдена. На этом участке почвенно-гидрохимическая съемка на рыхлых образованиях базальтовой покрышки установила содержание молибдена в воднорастворимой части почв от нескольких гамм и до 0,1 мг на 100 г почвы в пределах замкнутого контура, являющегося, вероятно, каким-то отображением рудного тела (рис. 4).

Тут, вероятно, сыграла роль сильная трещиноватость ба-

Карта полей равного содержания молибдена в водно-растворимой части почв Варденисского месторождения

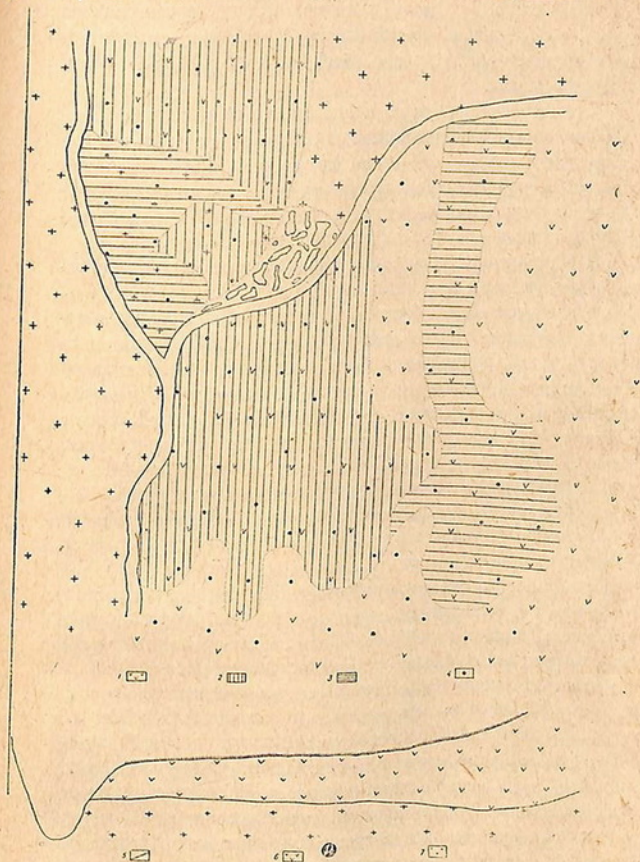


Рис. 4. 1. Андезито-базальтовые лавы. 2. Содержание молибдена в водно-растворимой части почв выше 40 γ. 3. Содержание молибдена в водно-растворимой части почв ниже 40 γ. 4. Место отбора почвенной пробы. 5. Почвенно-растительный покров (15—20 см). 6. Андезито-базальтовые лавы (мощность 8—12 м). 7. Молибденсодержащие порфиры.

зальтов, по которой атмосферные осадки достигали оруденелых порфиритов, а капиллярный подъем влаги, содержащей уже следы молибдена, а также влияние почвенно-растительного покрова, с глубокой корневой системой растений, способствовали миграции молибдена и концентрации его в верхнем гумусовом слое почвы.

Значительный интерес представляет вопрос гидрогеохимических поисков глубокозалегающих слепых рудных тел. Были подвергнуты опробованию минеральные воды и травертиновые образования района курорта Джермук, в которых содержание рудных компонентов достигало: меди — 0,01 мг/л, цинка — 0,4 мг/л, свинца — 0,06 мг/л, молибдена — 0,1 мг/л.

Гидрогеохимические исследования поверхностных, грунтово-трещинных вод и почв этой территории показали отрицательные результаты. Нами было высказано предположение о наличии оруденения, не вскрытого эрозией. Глубина залегания предполагаемой рудной зоны была определена следующим образом: циркулирующие минеральные воды района имеют рН, близкий к нейтральному, т. е. равный 6,5—7. Таким образом, наличие значительных содержаний меди, имеющей способность выпадать из раствора при рН 5,5, давало основание считать залегание источника выноса от поверхности на расстоянии 200—250 м. Впоследствии скважины, заданные ГРП АрмГУ, подсекли зону с полиметаллическим оруденением на глубине 190 м. Определенный интерес представляют воды источника Сарцали, расположенного в этом же районе и являющегося по составу сульфатным с выделением сероводорода. Содержания рудных компонентов в этом источнике во много раз превосходят таковые в джермукских термах. рН вод источника равен 4—4,2.

Итак, почвенно-гидрохимическая съемка в изученных нами районах оказалась весьма надежным поисковым методом и в сочетании со съемкой гидрогеохимической может эффективно применяться при поисковых работах. Однако надо учитывать тот факт, что, ввиду меньшей протяженности ореолов рассеяния металлов в воднорастворимой части почв, почвенно-гидрохимические наблюдения должны вестись с более частым отбором проб. Они наиболее эффективны при крупномасштабной съемке, где возможности чисто гидрогеохимического метода значительно ограничены.

Опыт изучения гидрогеохимии рудных месторождений и связанная с ним разработка методики гидрогеохимических и почвенно-гидрохимических поисков позволили нам приступить к составлению прогнозных гидрогеохимических карт рудных районов Армении. Составление этих карт ведется с учетом климатических, почвенно-растительных, геологических и гидрогеологических условий и металлогенических особенностей районов, что находит свое отражение в выделении отдельных геохимических ландшафтов. Работы ведутся летом в наиболее сухой период. Ввиду преобладания поверхностного стока над подземным, основные определения производятся по поверхностному стоку. На необводненных участках ведутся почвенно-гидрохимические исследования. Основные прогнозные карты составляются с учетом различной подвижности отдельных элементов. Составляются карты по молибдену, меди, железу, цинку, свинцу, сульфатам, хрому и общей минерализации. В настоящее время начаты определения никеля, кобальта, марганца, ртути. На прогнозных картах обозначаются аномалии с указанием степени вероятности их перспектив и очередности постановки поисковых работ.

Одновременно с гидрохимическими работами на рудных месторождениях Армянской ССР проводились исследования с помощью спектрометаллометрии и геофизических методов разведки.

Спектрометаллометрическая съемка проводилась, главным образом, по вторичным ореолам рассеяния. Методика ее заключалась в отборе проб из поверхностных отложений и в их последующем полуколичественном спектральном анализе. Из геофизических методов применялись, в основном, магниторазведка и электроразведка, причем наряду с прямыми поисками этими методами решались также вопросы геологического картирования.

Широкое применение в рудных районах республики получила спектрометаллометрическая съемка (главным образом на Cu , Mo , Pb , Zn). Благоприятными объектами для этой съемки оказались медно-молибденовые и полиметаллические месторождения, над которыми почти во всех случаях были отмечены четкие ореолы рассеяния индикаторов. Кроме того, по данным этой съемки были намечены новые участки, перспективность

которых подтвердилась последующими геологоразведочными работами.

Спектроталлометрические карты, составленные для районов медно-молибденовых месторождений, позволили вывести заключение о выдержанности ореолов рассеяния меди и молибдена как по содержанию металлов, так и по их площадному развитию. Содержание молибдена в ореолах повышенное и в отдельных точках достигает значительных величин.

Содержания меди заключены в интервале 0,01—0,3%. Относительно хорошее пространственное совпадение ореолов Си и Мо объясняется одновременным наличием в рудах двух основных металлов Си и Мо. Спектроталлометрические исследования привели к обнаружению нового медно-молибденового оруденения в районе с. Личквас (Мегринский район) и ориентировали последующие геологоразведочные работы на открытие Айгедзорского медно-молибденового месторождения.

Данный метод дает хорошие результаты при поисках рудных тел, скрытых под наносами, при мощности поверхностных отложений порядка единиц метров.

При большой мощности наносов фиксация ореолов рассеяния становится затрудненной. Метод оказался неэффективным также при проведении съемки для поисков слепых рудных тел (Ахтала, Шамлуг). Здесь уместно заметить, что в последних случаях гидрохимическим методом, как было показано выше, получены положительные результаты.

Специальные исследования позволили выявить степень различия в физических свойствах руд и вмещающих пород, с одной стороны, и отдельных пород между собой — с другой. Эти данные в совокупности с результатами экспериментальных геофизических работ позволили определить эффективность отдельных геофизических методов при изучении рудных месторождений в конкретных физико-геологических условиях.

Рассмотрение физических свойств горных пород с точки зрения применимости геофизических методов для прямых поисков приводит к выводу, что относительно благоприятными объектами для этого являются железорудные месторождения и месторождения колчеданных руд, когда последние представлены массивной текстурой.

Применение магниторазведки на железорудных месторож-

дениях почти всегда приводило к положительным результатам, и с помощью этого метода был обнаружен ряд новых перспективных участков (Судагян, Маманская надвиговая зона, Цакери-дош, Сварани).

Следует отметить, что при проведении магниторазведочных работ имеют место следующие искажающие факторы, затрудняющие истолкование магниторазведочных данных:

а) наличие мелких изолированных, близко расположенных друг от друга, рудных тел;

б) непостоянство магнитных свойств рудного материала;

в) высокая магнитность вмещающих пород;

г) сильно пересеченный горный рельеф.

Несмотря на отмеченные осложняющие факторы, оказалось возможным производство не только качественной интерпретации магниторазведочных данных, но в некоторых случаях и количественных расчетов в отношении глубины залегания и размеров рудных тел (Судагян, Цакери-дош). Так, по месторождению Цакери-дош с помощью соответствующей обработки графика магнитного поля намечены границы рудных тел и определены их мощности; для Судагянского месторождения по характерным графикам дана ориентировочная глубина залегания рудного тела.

Накопившийся опыт позволяет рекомендовать широкое применение магниторазведочного метода для исследования железорудных месторождений Армянской ССР.

Медноколчеданные и полиметаллические месторождения характеризуются повышенной электропроводностью руд, что создает предпосылку для применения электроразведки. Затруднения в этом случае связаны с большой глубиной залегания рудных тел. Поэтому применение различных модификаций наземной электроразведки на этих месторождениях отмечено относительно невысокой эффективностью. В то же время скважинные методы электроразведки (кароттаж), при которых исследованию подвергались ближайшие к рудным телам области, оказались вполне применимыми для решения разведочных задач (фиксация незарегистрированных в ходе бурения рудных тел, уточнение мощности и положения известных тел).

Обнадеживающие результаты были получены с помощью весьма перспективного метода подземной геофизики — метода

радиоволнового просвечивания. В этом методе используется то обстоятельство, что если на пути распространения радиоволны в горных породах находится рудное тело, то последнее, поглощая волны, создает позади себя «радиотень».

Наконец изучение плотности показывает, что колчеданные руды обладают заметной избыточной плотностью, позволяющей в ряде случаев, при соответствующем соотношении глубины залегания и размеров рудных тел, применение гравиразведки повышенной точности для прямых поисков. Геофизические методы обладают большими возможностями при геологическом картировании, и с их помощью могут изучаться факторы, контролирующие оруденение.

Примерами из практики работ, показывающими возможности геофизических методов при решении отмеченного круга вопросов, являются:

а) выделение *рудовмещающих карбонатных пород* на полиметаллическом месторождении Мосес и туфопесчаников на полиметаллическом месторождении Привольное;

б) прослеживание рудоконтролирующих даек на полиметаллическом месторождении Бабаджанской группы и на Чибухлинском медном месторождении;

в) картирование *гидротермально-измененных пород* на Агвинском медном месторождении.

Таких примеров, иллюстрирующих возможности геофизических методов при проведении «косвенных» поисков, можно привести очень много. Это позволяет выделять в пределах обследованных участков локальные площади, на которых нахождение оруденения наиболее вероятно.

Известно, что литохимический и особенно гидрохимический ореолы занимают значительно большую площадь, чем проекция рудного тела на дневную поверхность. Кроме того, в условиях расчлененного рельефа ореол всегда смещен от своего источника.

В связи с этим комплексирование геохимических и геофизических методов будет способствовать более уверенному выявлению оруденения и, следовательно, повышению геологической эффективности этих исследований.

В. Н. Котляр

О ЖЕРЛОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ

В настоящее время известно большое число самых различных рудных месторождений, пространственно тесно связанных с вулканическими жерлами или трубками взрыва. К ним принадлежат по существу месторождения большого ряда металлических и неметаллических ископаемых, карбонатитовые месторождения пирохлора, некоторые месторождения магнетита, олова, вольфрама, молибдена, урана, меди, свинца и цинка, ртути, мышьяка, флюорита, германия, серы, бора и др. Во многих случаях выясняется, что эта связь далеко не исчерпывается только структурно-геологическими особенностями месторождений, но выражается также в особенностях состава и текстур руд, в минеральных ассоциациях и первичной зональности, характеризующих близповерхностное их формирование. Не касаясь этой стороны вопроса, что отчасти нами было сделано раньше, мы остановимся на вопросе о связи рассматриваемых месторождений с проявлениями магматизма и на закономерностях их пространственного размещения.

Из обзора многочисленных рудных месторождений, тесно связанных с сохранившимися вулканическими жерлами, с эффузивными, туфовыми и подчиненными им интрузивными образованиями, можно сделать целый ряд важных выводов. Прежде всего эти месторождения формировались в столь тесной связи с проявлениями экструзивного и эффузивного магма-

тизма, что они могут служить в известной мере характерным типом оруденения. Особенности этого типа месторождений выражаются в источнике рудоносных растворов, в своеобразных существенно отличных физико-химических условиях приповерхностного рудообразования, затем в характерных структурных условиях (жерловые и конические структуры), которые, до последнего времени, не получали соответствующего отражения в литературе и, наконец, в условиях литологических (присутствие вулканических брекчий, туфов и т. п.).

Отчетливая пространственная связь месторождений с вулканическими центрами, соотношение во времени проявлений вулканизма и минерализации, наличие концентрической зональности оруденения вокруг таких центров, распределение поствулканических продуктов минерализации, сложный характер руд, характер изменения вмещающих пород и наблюдающаяся при этом зональность — все это с несомненностью указывает на магматогенное происхождение этих продуктов и оруденения. Ни о каких иных источниках оруденения здесь не может быть и речи. Следовательно, в данном случае устанавливается новая форма связи гидротермального оруденения с магматизмом, а именно с экстрезивными, а также с излившимися и вообще вулканогенными породами, часто сопровождающимися малыми субвулканическими интрузивами. Поэтому дискуссию о роли эффузивов для некоторых вполне определившихся типов оруденения надо считать законченной.

Важной особенностью рассматриваемых месторождений является низкое внешнее давление и отсюда интенсивное испарение, быстрое охлаждение рудоносных растворов, большая скорость течения химических реакций, обуславливавших отложение руд и отсюда сравнительно узкие пределы времени формирования месторождений. Вследствие этого развивались и явления телескопирования. Другой важной особенностью большинства месторождений данного типа является высокий окислительный потенциал растворов при рудообразовании, что выражается в развитии таких минералов, как гематит, различные сульфаты, энаргит, самородная сера и т. п.

Быстрая потеря растворителя приводит и к пересыщению растворов, что влечет за собой образование золей и выражается в интенсивном развитии колломорфных текстур руд.

Вместе с тем попадание растворов в сферу сколько-нибудь значительной циркуляции подземных вод должно приводить к смешению растворов, изменению физико-химической обстановки, нарушению условий равновесия и возникновению реакций и к рудообразованию.

Несомненно, большое значение имеют состав магм и степень их дифференцированности. Установлено, что в очагах, где изливались однородные недифференцированные базальтовые или андезитовые лавы, сколько-нибудь существенной минерализации не наблюдается. Нет существенных и эксгаляционных выделений в современных вулканах этого типа. Наоборот, там, где формировались резко дифференцированные лавы с образованием пород кислого и щелочного ряда, наблюдаются и проявления интенсивной минерализации. М. А. Фаворская отмечает эту закономерность и в современных вулканических областях.

Характерны и структурно-литологические условия. Здесь встречаются не только собственно жерловые структуры месторождений, обусловленные проникновением рудоносных растворов по путям вулканических выбросов и излияний, но также и трещинные структуры в связи с оседанием вулканических продуктов в жерлах, затем структуры разрывных нарушений, формирующиеся или обновляющиеся при тектонических движениях во время периодов вулканической активности, распространяющейся за пределы очагов, структуры, экранирования в связи с закупоркой жерл, структуры контактов и отслаивания различных вулканических продуктов и, наконец, структуры конических нарушений вокруг жерл. Благоприятные литологические условия создаются в связи с резко различной проницаемостью вулканических брекчий, туфов, лав и иных участвующих пород.

Касаясь источников оруденения, можно прийти к выводу, что оно едва ли может быть объяснено происхождением рудоносных растворов за счет магматических пород, в том числе и интрузивных, возле которых оруденение локализовано. Надо думать, что источником растворов были более значительные магматические массы, располагавшиеся на той или иной глубине, т. е. здесь в большинстве случаев имела место лишь пространственная или парагенетическая связь с породами экструзии, эффузивами и сопровождающими их породами. Вместе с

тем следует отметить, что ту или иную часть своих рудных веществ в ряде случаев отдавали и сами магмы, входившие в состав излившихся эффузивов и выброшенных туфовых продуктов. Таковыми, в частности, были медьсодержащие амигдалоидные лавы Верхнего озера, порфириты Ванадзора в Армении, свинецсодержащие кератофиры Згиды и др. К подобному заключению пришел Н. М. Страхов в отношении источников металлов на выделяемых им эффузивно-осадочных месторождениях, а также некоторые американские геологи, изучавшие источники урана на месторождениях Ю. Дакоты и др.

Другой причиной определенной приуроченности оруденения являются структуры, развивавшиеся в магматических породах, от определенных центров эксплозий или газовых прорывов, кратко охарактеризованных ранее. И наконец третьей причиной такой приуроченности являются литологические особенности эффузивов, туфов, а также пород экструзий. Среди них следует отметить благоприятное значение кислых пород и их контактов с основными, перемежаемость эффузивов с туффитами и осадочными породами, а также дайки, силлы и их контакты, осложненные тектоническими нарушениями. Следует подчеркнуть, что локализация оруденения рассматриваемого типа часто обусловлена не одним из указанных факторов, а их сочетанием.

Нами было отмечено, что многие месторождения связаны с экструзиями, а также с эффузивными образованиями и субвулканическими интрузиями. Присутствие последних часто являлось причиной изучения связей оруденения только с ними и недооценки роли эффузивов. Между тем в ряде случаев эффузивы, экструзивные образования и субвулканические интрузии настолько тесно связаны между собой, что при изолированном изучении этих образований вне связи друг с другом вовсе теряются важные особенности их петрогенезиса и, тем более, некоторые специфические черты связанного с ними оруденения.

Далеко не всегда экструзии выражены типичными вулканическими жерлами. В ряде случаев экструзии представлены продолговатыми, нередко наклонными, иногда даже разветвляющимися, трубообразными и даже плоскими телами, выполненными эруптивными брекчиями. Некоторые из таких тел, являющиеся результатом газовых прорывов, не достигали поверхности, т. е. являются слепыми. Примером подобных образо-

ваний, в частности, могут служить оловоносные трубки Хингана, описанные Н. Н. Соловьевым, Г. В. Ициксоном, Д. Рундквистом и др. Несколько иным типом выражены месторождения, связанные с экструзиями или трубками взрыва в интрузивных и вообще кристаллических породах, представленных малыми дайкообразными интрузиями, часто паукообразной формы с эруптивными брекчиями или без них. Подобные месторождения, формировавшиеся вокруг одного эруптивного центра, были описаны Д. Тимофеевским на примере Дарасунского месторождения, К. И. Казариновым на примере куранахских месторождений на Алдане, Н. Д. Тихоновым на примере молибденового месторождения Бугдан и др.

Широкое развитие трубок взрыва в области распространения гранитоидов установлено М. Б. Бородаевской и Н. В. Петровской в районе Ключевского месторождения. Многочисленные трубообразные тела в юго-западной части крупной металлогенической провинции Колорадо, являющиеся вмещающими структурами и центрами обширных минерализованных площадей с урановым оруденением, недавно описаны Д. Габелменом и У. Бойером. Количество разнообразных месторождений, связанных с вулканическими жерлами и трубками взрыва, увеличивается изо дня в день. Характеризуясь развитием различных структур центрального типа — конических, кольцевых, радиальных и т. п., — они в то же время отличаются проявлением разнообразных магматических и пирокластических образований, в которых локализуется оруденение. Такие образования изучены совершенно недостаточно, и поэтому часто не учитываются связанные с ними важные закономерности концентрически зонального распределения оруденения, парагенетических особенностей и т. п. Эти рудоносные образования выражены комплексами своеобразных пород, которые можно охарактеризовать следующим образом:

1. Экструзивные (жерловые) комплексы, выполненные экструзивами и туфовыми породами основного, среднего, кислого и субщелочного состава и лавовыми брекчиями.
2. Экструзивно-интрузивные комплексы, представленные, кроме пород экструзий, также несколько более поздними малыми штокообразными интрузиями, выполняющими полностью

или частично вулканические жерла. Часто экструзии непосредственно связаны с силами пород разного состава.

3. Экструзивно-дайковые комплексы, характеризующиеся экструзивными (а также экструзивно-интрузивными или интрузивными) образованиями, выполняющими жерла с отходящими от них по разломам и трещинам дайками, образующими вместе с ними единые паукообразные тела или серии последовательных даек, сконцентрированных вокруг одного центра.

4. Экструзивно-интрузивные комплексы центрально-конического типа с центральными и коническими интрузивами.

5. Трубки взрыва, выполненные эруптивными брекчиями, встречающиеся в гранитных массивах среди других кристаллических пород.

6. Трубки взрыва, выполненные карбонатами.

Со всеми выделенными экструзивными комплексами часто связаны те или иные месторождения, общая характеристика которых, а также контролирующих и вмещающих их структур, нами была дана в отдельной статье.

При характеристике отдельных типов рассмотренных месторождений отмечалось, что рудоносные жерла во многих случаях связаны с эффузивными толщами, сопровождающимися теми или иными интрузивными образованиями. Последние представлены, как мы видели, по-разному: в одних случаях малыми штокообразными интрузиями, в других лакколитообразными силловыми или трещинного типа телами, в третьих — дайками. В настоящее время наибольший интерес представляет изучение магматических тел в их естественных сочетаниях или комплексах. К сожалению, эффузивно-интрузивные комплексы пока не находят полного признания и детально не изучаются, хотя уже общепризнанным являются приповерхностные субвулканические интрузии и связь с ними многих близповерхностных месторождений. На связь интрузивного магматизма с эффузивами для доскладчатых и послескладчатых этапов формирования складчатых зон недавно совершенно правильно указали Ю. А. Кузнецов, Е. А. Радкевич и др.

Многие исследователи принимают для самых различных природных условий лишь одну схему, согласно которой вслед за извержением лав и туфов среднего и кислого состава всегда следует некоторая деформация или складчатость вулканоген-

ной толщи, с внедрением в нее интрузивных тел преимущественно в виде малых интрузий. Это положение, отражающее закономерные отношения в определенных условиях эффузивов и интрузивов, было сформировано Д. С. Коржинским и часто вполне подтверждается. Однако нередко случаи, когда эти отношения сложнее и однообразнее. При наличии родства между эффузивами и интрузивами, обусловленного связью тех и других с одним магматическим очагом (что и является признаком эффузивно-интрузивных комплексов вместе с принадлежностью эффузивов и интрузий к одному или близкому геологическому возрасту), относительное время формирования их существенно различно. Это в свою очередь обуславливает и различия в сопровождающих магматизм напряжениях и деформациях, от чего зависят уровень подъема магмы по направлению к поверхности, формы и характер интрузивных тел, связь их с эффузивами и экструзивами, отделение летучих и т. д.

По соотношению во времени входящих в состав эффузивно-интрузивных комплексов эффузивов и интрузивов можно различать их следующие типы:

1. Комплексы, где интрузии были синхронны с формированием эффузивных толщ и нередко представляли собой консолидированные очаги излившихся лав; состав эффузивов и интрузивов идентичен или близкий (например, эльпинский комплекс в Айюцдзоре, микояновский комплекс в М. Хингане и др.). Такие комплексы формировались в узких интервалах времени и по геологическому возрасту друг от друга не отличаются. Контакты экструзивов и интрузивов с эффузивными породами часто нерезкие, постепенные.

2. Комплексы, где отдельные малые интрузии были сформированы вскоре после позднейших излияний эффузивов или в промежутках между излияниями по трещинам, межпокровным поверхностям или вулканическим жерлам после их закупорки. Состав таких интрузивов также обычно близок к составу эффузивов, причем те и другие также формировались на узких интервалах времени (памбакский щелочной комплекс, кафанский кварц-порфировый комплекс и др.).

3. Комплексы, где входящие в их состав интрузивы в виде небольших тел более значительно оторваны по времени от излияния эффузивов, но породы их еще имеют порфировый облик;

и хотя несколько отличны по составу от эффузивов, но сохраняют характерные петрохимические особенности. Такие комплексы также по существу формировались в узких интервалах геологического времени (шамшадинский, човдарский и др.).

4. Комплексы, где связанные с вулканогенными толщами интрузивы произошли в результате внедрения более значительных магматических масс, после того как были накоплены мощные вулканогенные образования. Такие интрузивы имеют резко выраженный гипабиссальный характер, а комплексы формировались в более значительных интервалах геологического времени (газминский, гюмушханский и т. п.).

При наличии благоприятных условий каждый из этих комплексов может сопровождаться той или иной рудоносностью. Но наиболее сложная картина рудоносности имеет место для четвертого типа комплексов. Подобно тому, как в сложных интрузивных комплексах оруденение нередко связано с различными последовательными интрузиями, чем и объясняются сложные сочетания интрузивов, даек и оруденения, так и в данном случае с различными по времени внедрениями субвулканических и гипабиссальных интрузий иногда связаны разные проявления оруденения, имеющие свои черты сходства и различия в пределах не только одной и той же металлогенической зоны, но и в пределах одного и того же рудного узла или рудного поля (Айонцзор). Генезис оруденения отдельных районов может еще более усложниться в случаях унаследования интрузивами металлогенических особенностей, вовсе оторванных от эффузивного магматизма целыми геологическими эпохами. Такие сочетания эффузивов и интрузивов, очевидно, не должны рассматриваться в качестве единых комплексов.

О геологическом положении жерловых месторождений и их пространственном размещении в настоящее время можно высказать лишь предварительные суждения, так как эти месторождения изучены еще недостаточно.

Одним из важных типов структурно-фациальных зон, в пределах которых широко распространены жерловые месторождения, являются ранние геосинклинальные прогибы. Как известно, к таким прогибам приурочиваются мощные толщи спилито-кератофировой формации, накопление которых связано с извержением подводных вулканов. С такими древними вулкана-

ми и вулканическими продуктами их извержения и связаны некоторые важные медно-колчеданные месторождения, например Шаста-Каунти в США, Гайское на Урале, возможно Уруп и др.

В некоторых геосинклинальных зонах, например на Малом Кавказе, вместо спилито-кератофировой формации имеет широкое распространение порфирировая формация, лишенная рифовых известняков и карбонатных прослоев: место кератофиров здесь занимают кварцевые порфириты.

В настоящее время приведено много веских доводов в пользу связи колчеданных месторождений Урала с эффузивными формациями. Это сейчас дополняется новым весьма убедительным доводом о связи некоторых из них непосредственно с вулканическими жерлами. Что же касается важной роли дорудных разрывов, то эти данные отнюдь нельзя противопоставить сделанному выводу, так как при формировании жерловых месторождений разрывные нарушения почти всегда имеют место и играют в их локализации ту или иную роль. Кроме того, часто ранние прогибы комбинируются и с крупными разломами. Неудивительно поэтому, что и самые жерловые месторождения располагаются как в куполообразных поднятиях, так и по разломам или вблизи них.

В некоторых более молодых геосинклинальных зонах, например на Малом Кавказе, роль спилито-кератофировых формаций выполняют мощные порфировидные толщи, в которых принимают участие и кислые эффузивы в виде кварцевых порфиров или кварцевых порфиритов. В таких породах и в подобных же структурных условиях (куполообразные поднятия, осложненные разломами) встречаются и жерловые месторождения близкого колчеданного или полиметаллического состава. К ним в свете новейших данных должно быть отнесено Кафанское месторождение, наиболее интенсивное и значительное оруденение которого локализовано в непосредственной близости от саядашских центров вулканической активности. Последние выражаются в наиболее мощном накоплении лавовых и туфовых брекчий кварцево-порфирирового состава, имевшем место в верхней юре. Подобное геологическое положение занимают и другие медно-колчеданные месторождения Сомхето-Кировабадской пологоскладчатой зоны Малого Кавказа, в частности Алавердское, Шамлугское, Кедабекское, Чирагидзорское. На про-

должении этой же зоны находятся месторождения Кварцхана и Дзенсул в Турции. Однако связь этих месторождений с экструзивами или эффузивами, поддерживаемую М. А. Кашкаем, С. Ш. Саркисяном и др., надо доказать более основательно. В. И. Смирнов не исключает возможности и того, что наряду с месторождениями, связанными с эффузивами, могут формироваться подобные месторождения и в связи с интрузивами (конвергентность оруденения).

К подобному типу структурно-фациальных зон типа ранних прогибов или остаточных геосинклиналей относится также и Салаир, месторождения которого М. А. Усов связывал с древними жерлами. Возможность такого генезиса допускает и В. С. Домарев.

Весьма важным с точки зрения распространенности жерловых и связанных с эффузивами месторождений типом структурно-фациальных зон является субвулканическая зона, являющаяся продолжением Карпат к югу от Дуная через восточную Сербию и Болгарию. В этой зоне, продолжавшей свое формирование в третичное время, в связи с крупными разломами, развивавшимися на стыке геосинклинальных и геантиклинальных зон, происходили интенсивные проявления вулканизма с образованием экструзивов и эффузивно-интрузивных комплексов (с участием кислых и щелочных пород). Формирование этих комплексов имело место при образовании прогибов «путем наложения на более древние геантиклинали при их раскалывании». В таких зонах широко распространены жерловые месторождения меди, свинца и цинка, такие, как Бор, Дудица, района Канаоник, молибденовые месторождения района Злотова Стари Глог и др., связанные с эффузивно-интрузивными комплексами I типа и др.

Следующим типом структурно-фациальных зон, где имеют распространение месторождения типа трубок взрыва, оруденелых жерл и околожерловых разрывных нарушений, являются консолидированные складчатые области, пересекающиеся поздними зонами региональных разломов. К последним часто приурочены серии малых интрузивов в виде штокообразных или дайковых тел гранит-порфиров, в других случаях — кварцевых порфиров, фельзит-порфиров и т. п. Примером таких зон может служить зона малых интрузивов восточного Забайкалья, с ко-

торой связано золотое и молибденовое оруденение. В пределах этой зоны располагаются Дарасунское, Ключевское, а также Бугдаинское месторождения, где рудные жилы и штокверки частично или полностью развиваются вокруг древних вулканических центров или трубок взрыва, нередко почти не сопровождающихся вулканическими продуктами. С подобным типом зон иногда связаны щелочные комплексы центрального типа с коническими интрузивами, с которыми связано редкометальное оруденение (Памбак и др.).

Особым типом структурно-фациальных зон, где весьма широко развиты жерловые и связанные с эффузивами золото-серебряные месторождения с теллуридами, является огромная полоса дифференцированных эффузивов, входящая в состав внутренней зоны, тихоокеанского металлогенического пояса. Она представлена андезитами, риолитами, липаритами, трахитами, иногда даже фоолитами и их туфовыми продуктами. Эта зона имеет огромное распространение в западных штатах США, где известно большое число месторождений в жерлах и эффузивах (Криплль-Крик, Топопа и др.), а также в Японии, на Филиппинах и в Новой Зеландии.

Этот тип структурно-металлогенических зон Ю. А. Билибин отнес к ранним этапам геосинклинального развития, но Ирдли рассматривает его как внутренний прогиб, располагавшийся к востоку от третичного складчатого пояса и оформившийся в верхнетретичное время.

Элементы подобной структурно-фациальной зоны в виде поздней нижнемеловой депрессии, осложненной разломами, которую можно рассматривать как поздний прогиб, усматриваются в Балейско-Тасеевском районе и его продолжении — Шилкинско-Арбагарской депрессии, где известно оруденение близкого типа. Эта зона имеет гораздо меньший масштаб.

Очень важным типом структурно-фациальных зон земной коры, где жерловые месторождения нередко представляют собой характерный тип оруденения, являются поздние наложенные прогибы, следующие крупным разломам первого порядка, отражающим расколы фундамента. Такие зоны с интенсивным развитием дифференцированных вулканических пород нередко изобилуют месторождениями жерлового типа и связанными с эффузивами. Сюда относятся очень крупные по протяжению

зоны оловянного оруденения Боливии с многочисленными жерловыми месторождениями олова (Потози, Оруро-Льяльгуа, Чорольке и многие другие), зона серебряных месторождений Мексики и зона оловянного оруденения в советском приморье с представленной здесь так называемой риолитовой формацией месторождений с деревянистым оловом, а также месторождений сульфидно-касситеритового типа. По-видимому, к этому же типу металлогенических зон относится и Малохинганский район с его многочисленными месторождениями типа жерл и трубок взрыва. Охарактеризованный тип структурно-фациальных зон Е. А. Радкевич рассматривает как омоложенные древние платформы. В них осадки длительно развившихся прогибов были затронуты складчатостью много времени спустя после их образования.

С данным типом структурно-фациальных зон сходны зоны крупных омоложенных расколов, секущих ранние складчатые системы, к которым приурочивались экструзивные и эффузивно-интрузивные образования. Примером таких зон, по-видимому, может служить Центрально-Камчатская зона с ее ртутным оруденением. По всей вероятности, к такой же зоне приурочено и крупное месторождение ртути Монте-Амиата в Италии, явно приуроченное к вулкану.

Наконец жерловые и связанные с эффузивно-интрузивными комплексами месторождения встречаются и в краевых частях платформы, например ангаро-илимские, связанные с траппами. Жерловые месторождения золота установлены А. И. Казариновым на Алдане (Куранахские месторождения), где они локализованы в пределах платформенного чехла и связаны, вероятно, с меловым вулканизмом.

Размещение жерловых и связанных с вулканитами месторождений не исчерпывается приведенным перечнем структурно-фациальных зон. Подобные месторождения встречаются также в разбитых сбросами окраинных частях выступов жестких массивов среди складчатых зон, например, по периферии Агинского жесткого массива в Забайкалье (Шерлова Гора, Белогорское), по периферии плато Колорадо в США и др., а также и в геосинклинальных длительно развивавшихся прогибах, например в Нахичеванской зоне, где с экструзиями связаны реальгаровые и свинцово-цинковые проявления.

Следует отметить, что почти во всех выделенных выше структурно-фациальных зонах жерловые месторождения нередко встречаются вместе или в близком соседстве с месторождениями, пространственно связанными с IV типом выделенных комплексов, а также с обособленными гипабиссальными интрузивами.

Таким образом, пространственное размещение жерловых и связанных с эффузивами месторождений во многих зонах земной коры показывает, что проявления экструзивной, эффузивной и интрузивной форм магматизма имеют закономерный характер на определенных стадиях их геологического развития. Другой закономерностью является формирование указанных месторождений в самых верхних приповерхностных частях земной коры. Это положение заставляет задуматься над вопросами о том, на какой глубине находились магматические очаги и как происходило отделение летучих при образовании разбираемого нами типа месторождений, в какой форме переносились рудные вещества, каковы были скорость подъема растворов и их эволюция, какой, наконец, была скорость рудообразования и формирования месторождений в целом.

В настоящее время мы еще не имеем достаточных данных для решения всех этих вопросов. Лишь предположительно можно считать, что глубина магматических очагов в ряде случаев была небольшой, как это и предполагал Т. Нолан.

Однако жерловые месторождения могли формироваться и из глубоких магматических очагов при быстром подъеме магм в верхние горизонты, как допускал Л. Грейтон, где, по-видимому, и происходило наиболее интенсивное отделение растворов. Наконец возможен и третий случай образования рассматриваемых месторождений — в результате отделения растворов из глубоко располагавшихся магматических источников при быстром их продвижении к поверхности.

Во многих случаях жерловые и связанные с трубками взрыва и эффузивами месторождения в одних и тех же структурно-фациальных зонах ассоциируют и с месторождениями более глубинного типа, связанными с гипабиссальными интрузивами.

Ц. Г. Акопян, Ш. С. Оганисян, Л. К. Татевосян, А. Г. Мартиросян

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Начало геофизических работ на территории Армении относится к 1926 г. Однако до 1945 г. эти исследования, проводимые специализированными центральными организациями, носили несистематический характер. Недостатком работ этого периода было отсутствие заранее разработанной системы исследований, отсутствие комплексности и недостаточный учет предыдущего опыта.

Систематические геофизические исследования на территории Армянской ССР связаны с организацией в 1945 г. геофизической группы при Институте геологических наук АН Армянской ССР.

Начиная с этого времени, геофизические исследования проводились в следующих направлениях:

- 1) изучение глубинного геологического строения территории Армянской ССР с помощью гравиразведки и магниторазведки;
- 2) определение возможностей и особенностей применения геофизических методов разведки при поисках полезных ископаемых в условиях Армянской ССР;
- 3) изучение физических свойств горных пород в зависимости от различных геологических факторов.

Накопленный материал позволил создать ряд обобщающих работ. К их числу относятся: «Опыт применения магниторазвед-

ки к геологическому картированию Араратской котловины Армянской ССР» (Ц. Г. Акопян), «Магнитное поле и магнитные свойства областей развития эффузивов третичного и четвертичного возраста Армянской ССР» (Ц. Г. Акопян), «Результаты магнитометрических исследований на железорудных месторождениях Армении» (Э. А. Арутюнян), «Возможности геофизических и геохимических методов при исследовании месторождений цветных и редких металлов Армении» (Г. М. Ванцян), «Глубинное строение земной коры Закавказья по данным гравиметрии» (Л. К. Татевосян) и другие.

Наряду с этими исследованиями, начиная с 1950 г., на территории Армянской ССР комплексные геофизические исследования проводились Армянской геофизической экспедицией Центрального геофизического треста (в настоящее время — геофизическая экспедиция Управления геологии и охраны недр при Совете Министров Армянской ССР) и Конторой морской геофизической разведки Министерства нефтяной промышленности Азербайджанской ССР.

Геофизические исследования в Армянской ССР направлялись и консультировались специалистами-геофизиками; среди них необходимо отметить А. Т. Донабедова, А. А. Логачева, А. Г. Тархова.

Представления о региональном строении территории Армянской ССР по данным геофизических исследований базируются на материалах гравиметрических и магнитометрических съемок.

В результате гравимагнитных работ к настоящему времени составлены мелкомасштабные гравиметровые и магнитометрические карты для всей территории республики и дано их геологическое истолкование.

Обобщая результаты региональной гравиметрической съемки по всей территории междуречья Аракса и Куры, Э. Б. Аджимамудов на общем фоне отрицательного гравитационного поля выделяет три следующие крупные аномальные зоны, имеющие в общем северо-запад — юго-восточное простирание: 1. Юго-западный максимум; 2. Центральный минимум; 3. Северо-восточный максимум.

1. Зона юго-западного максимума силы тяжести неоднородна. В ней можно выделить ряд относительных максимумов и минимумов второго порядка. Этот максимум силы тяжести соответствует области относительно высокого залегания палеозойского и кембрий-докембрийского фундамента.

2. В пределах зоны центрального минимума также выделяется ряд аномалий второго порядка. Эта зона совпадает с центральной частью Армении, представляющей собой обширный синклиниорий. Минимум силы тяжести здесь обусловлен крупным опусканием, происходившим в течение юры, мела, палеогена, с одной стороны, и более глубокими факторами — с другой.

3. К зоне центрального минимума непосредственно примыкает северо-восточный максимум силы тяжести. Определяющим фактором для картины гравитационного поля в зоне северо-восточного максимума являются юрские породы, залегающие непосредственно на кембрии — докембрии.

При сопоставлении отмеченных выше гравитационных зон с тектонической зональностью Малого Кавказа (по К. Н. Паффенгольцу) можно принять, что зона юго-западного максимума силы тяжести соответствует, в основном, Нахичеванской складчатой зоне; зона центрального минимума силы тяжести — складчатой зоне Армении, а зона северо-восточного максимума силы тяжести — Сомхето-Ганджинской пологоскладчатой зоне. Однако имеются и существенные различия в конфигурации и пространственном расположении гравиметрических и тектонических зон.

Так, граница между Нахичеванской складчатой зоной и складчатой зоной Армении, начиная с долготы г. Ереван, поворачивает на запад, а затем на юго-запад, тогда как граница гравиметрических зон продолжается в северо-западном направлении.

Граница между складчатой зоной Армении и Сомхето-Ганджинской пологоскладчатой зоной к востоку от озера Севан, по схеме Паффенгольца, приблизительно имеет восток—юго-восточное направление, граница гравиметрических зон резко сворачивает на юг и проходит западнее г. Кафан. Следует отметить, что И. Г. Магакян при металлогеническом райониро-

вании Армянской ССР рассматривает район г. Кафан как «чуждый островок» в складчатой зоне Армении.

Указанные различия не являются случайными. Описывая современную структуру Малого Кавказа, К. Н. Паффенгольц отмечает, что «анализ этой структуры проводится на основании морфологических особенностей, характеризующих тот или иной структурный элемент горного сооружения, вне зависимости от исторической стороны процесса». Что же касается гравитационных аномалий, то они по своей природе отражают глубинную структуру, сложившуюся на протяжении всей истории геологического развития данной области. Поэтому в тех случаях, когда современные структуры не являются повторением более древних, гравитационные зоны могут не совпадать (или совпадать лишь частично) с современными структурными комплексами. Другая часть расхождений может объясняться неточностью тектонического районирования вследствие отсутствия геологических данных для районов, покрытых новейшими отложениями и лавами.

Несомненно, что при проведении тектонического районирования должны учитываться гравиметрические данные, которые могут послужить целям как установления современных структурных границ, так и построения палеотектонических схем.

Магнитное поле Армянской ССР и прилегающих частей Малого Кавказа имеет весьма сложный характер, что обусловлено сложным геологическим строением региона; однако представляется возможным расчленить магнитное поле в зависимости от интенсивности и характера изменения на три крупные зоны: северную, центральную и южную, имеющие в общем общекавказское (северо-запад—юго-восток) простираение:

а) северная зона характеризуется пологим (с небольшим горизонтальным) градиентом аномалий в основном положительного знака;

б) центральная зона характеризуется резко переменным магнитным полем с наличием значительных по интенсивности и размерам положительных и отрицательных аномалий;

в) южная зона характеризуется однородным, близким к нормальному, магнитным полем.

Из сопоставления магнитных зон с гравитационными явствует, что южная зона аномального магнитного поля в регио-

нальном плане соответствует юго-западному максимуму силы тяжести, центральная зона — центральному минимуму силы тяжести, а северная зона — северо-восточному максимуму силы тяжести.

С целью выявления качественной и количественной связи между гравитационным полем, глубинным строением земной коры и тектоническим районированием Кавказской геосинклинали, построены схемы регионального гравитационного поля и эффективных мощностей земной коры для всей области Кавказа (Л. К. Татевосян).

Гравитационные аномалии Кавказа в редукции Буге отображают суммарный эффект аномальных масс, распределенных по всей толще земной коры. Для получения карты, свободной от локальных аномалий, гравитационное поле Кавказа было осреднено и построена схема регионального гравитационного поля, относительно условно выбранного нуля.

В целях изучения связи крупных структурных элементов с поведением подстилающего земную кору субстрата, а также для прослеживания закономерностей между современными структурами и движениями земной коры, построена схема поверхности Мохоровичича, или, точнее, схема эффективных мощностей земной коры Кавказа.

Под эффективной мощностью подразумевается мощность земной коры, определенная по гравиметрическим данным при предположении о ее однородной плотности. Используя данные детальной гравиметрической съемки и сейсмических исследований, можно перейти от эффективной к истинной мощности земной коры.

На схеме поверхность Мохоровичича плавно погружается от параллели Астрахани (44 км) до северного склона Главного Кавказского хребта (52 км). Изогипса 46 км на севере и 52 км на юге оконтуривает предкавказский передовой прогиб. В пределах этого прогиба изогипсами 50 км оконтуривается глубокая Терская депрессия на востоке и участок, соответствующий Ставропольскому поднятию в центральной части. На западе изогипса 52 км окаймляет менее глубокую Кубанскую депрессию.

Севернее Кубанской депрессии, Ставропольского поднятия и Терской депрессии наблюдается очень спокойное поднятие суб-

страта, что, очевидно, соответствует зоне перехода от геосинклинальной области к платформенной.

На построенной схеме эффективных мощностей мегаантиклинорий Большого Кавказа оконтуривается изогипсой 52 км и характеризуется большими градиентами погружения.

При этом выделяется пережим мегаантиклинория, совпадающий с главным синклинальным перегибом. На гравиметрической карте в редукции Буге этот перегиб за пределами Большого Кавказа не прослеживается. На схеме эффективных мощностей земной коры он четко прослеживается на юг до пределов Турции.

На общем фоне погружения поверхности Мохоровичича под Большим Кавказом отмечаются два участка значительного увеличения эффективной мощности земной коры. В районе Апшеронского полуострова эта мощность достигает 60 км. Данное резкое увеличение эффективной мощности объясняется суммарным действием мощной толщи рыхлых осадочных отложений и погружением поверхности Мохоровичича вообще. Количественными расчетами можно показать, что при учете действия осадочной толщи на гравитационном поле поверхность Мохоровичича под Апшероном должна залегать на глубине 54—56 км.

Второе резкое увеличение эффективной мощности наблюдается в районе г. Эльбрус. Здесь в результате вулканизма и магматической деятельности происходило накопление кислых гранитных интрузий и за счет этого утолщение земной коры.

На гравиметрической карте аномалии силы тяжести в редукции Буге, Сомхето-Карабахский антиклинорий, более молодой и заполненный сравнительно легкими породами, отличается более положительным гравитационным полем, чем Мисхано-Зангезурский (герцинское образование, заполненное плотными породами нижнего и среднего палеозоя). При объяснении этого явления следует принять во внимание, что Сомхето-Карабахский антиклинорий частично входит в зону влияния упомянутых выше базальтовых внедрений, которые создают интенсивные положительные аномалии. Поверхность же Мохоровичича под Мисхано-Зангезурским антиклинорием, по-видимому, залегает глубже, чем под Сомхето-Карабахским.

На юге советского Закавказья, под палеозойским масси-

вом Айюцдзора, отмечается уменьшение земной коры (48 км). Это явление может быть связано с вертикальными движениями соседних северо-западных и юго-восточных участков, в то время как Айюцдорский массив уже вступил в платформенную стадию своего существования и не участвует в общем движении. При поднятии последних, возможно, происходит перетекание масс из-под Айюцдзора в соседние участки. Отсюда — уменьшение мощности коры под древним палеозойским массивом Айюцдзора и ее утолщение под соседними участками (до 55—56 км).

Сопоставление построенной схемы эффективных мощностей земной коры с тектоническим районированием Кавказской геосинклинали позволяет установить полное соответствие между деформацией изучаемой области по крупным тектоническим зонам и строением земной коры на всю ее глубину. Следовательно, в формировании крупных элементов тектонического строения Кавказа принимали участие все слои земной коры, вплоть до поверхности Мохоровичича.

Региональные геофизические работы послужили основой для дальнейших детальных геофизических исследований. Последние, в основном, сосредоточены в районах, перспективных в отношении нефтегазоносности. Так, в частности, в результате этих работ были получены некоторые новые данные по глубинной структуре Араратской котловины.

В качестве наиболее перспективных участков с точки зрения возможной нефтегазоносности здесь Ш. С. Оганесяном выделяются следующие районы:

1. Егвардско-Дзорагбюрское плато и район с. Фонтан, где имеется мощный комплекс осадочных отложений, содержащих большое количество хороших коллекторов. Вся мощность комплекса оценивается величиной в 5—6 км.

2. В осевой зоне Араратской котловины выделяются массивы докембрийских и палеозойских отложений, окаймленных отложениями эоцена, олигоцена и миоцена, закрытые части которых благоприятны для образования нефтяных залежей типа запечатанных пластов.

3. В западной части Октемберянского района имеется мощный комплекс осадочных отложений, которые содержат коллекторы с глинистыми экранами и образуют антиклинальные

структуры, благоприятные для скопления залежей нефти и газа. Наличие локального поднятия пород над залежью соли является фактором, благоприятствующим аккумуляции нефти и газа.

В результате детальных магниторазведочных работ, проведенных в Араратской котловине и в районах распространения вулканогенных образований, Ц. Г. Акопяном установлено, что магниторазведка: 1) применима для картирования вулканогенных и осадочных пород в сложных геолого-геофизических условиях Армянской ССР, 2) дает положительные результаты по выявлению и оконтуриванию участков распространения лавовых потоков, а также интрузивных массивов основного состава в осадочных отложениях, когда последние не покрыты магнитными эффузивными породами, 3) применима для выявления и прослеживания линий тектонических нарушений под наносами, 4) на участках, заполненных андезито-базальтовыми лавами, позволяет воссоздать основные черты древнего рельефа к моменту излияния базальтов.

Наряду с решением указанных задач были разработаны также методические вопросы.

В результате специальных работ методического характера было доказано, что рельеф местности сильно влияет на данные магниторазведки и существенно затрудняет геологическое истолкование полученных данных. При этом был разработан метод исключения влияния рельефа на данные магниторазведки.

В число специальных работ методического характера входит также разделение гравитационного поля на региональное и локальное и количественный учет влияния окружающего рельефа местности на данные гравиразведки.

Весьма интересные результаты были получены по изучению намагниченности изверженных пород Армении. Оказалось, что в условиях Армении и Закавказья остаточная намагниченность горных пород является важным фактором, определяющим формирование аномального геомагнитного поля. Именно влиянием остаточной намагниченности становится возможным объяснить полосовой характер магнитных аномалий, приуроченных к областям распространения эффузивов. Было доказано, что направление вектора естественной остаточной на-

магнитности, как правило, не совпадает с направлением индуцированной намагнитности.

В результате статистической обработки данных по магнитным свойствам горных пород Армении, в зависимости от их стратиграфического положения, литолого-петрографического состава и других факторов, установлено, что в общем магнитность пород возрастает от более древних геологических образований к более молодым, изменяясь при этом в довольно широких пределах внутри однотипных по возрасту и литологическому составу горизонтов.

В процессе изучения намагнитности изверженных горных пород Армении Ц. Г. Акопяном были сделаны важные выводы, относящиеся к новой области геофизики — палеомагнетизму.

В результате этих исследований выявлены следующие закономерности:

1. Наблюдается определенная связь между возрастом эффузивных пород и характером их намагнитности, а именно, отношение остаточной намагнитности к индуцированной увеличивается по мере уменьшения возраста породы.

2. По намагнитности все эффузивные породы Армянской ССР (начиная от среднего эоцена и кончая верхнечетвертичным возрастом) подразделяются на две группы:

- а) нормально намагнитенные породы и
- б) обратно намагнитенные породы.

Установлено, что породы верхне-среднечетвертичного возраста намагнитены нормально, нижнечетвертичные-верхнеплиоценовые — обратно, породы среднего плиоцена намагнитены нормально, нижнего плиоцена-верхнего миоцена — обратно, верхне-среднего эоцена — нормально и т. д.

Такое чередование нормально и обратно намагнитенных пород в пределах указанных возрастных подразделений Ц. Г. Акопяном связывается с ритмическим изменением полярности магнитного поля земли и местоположением геомагнитного полюса в данных эпохах.

Кроме того, использование данных по намагнитности горных пород привело к некоторым выводам о магнитном поле земли в прошлые геологические эпохи.

Изучение намагнитности изверженных пород Армении дало возможность произвести возрастное расчленение и стра-

тиграфическую корреляцию некоторых территориально разобщенных вулканогенных образований.

Систематическое изучение плотности горных пород, слагающих территорию Армянской ССР, началось с 1948 г. в связи с региональными гравиметрическими исследованиями (Ш. С. Оганесян, А. Г. Мартиросян).

Отобранные для определения плотностей образцы характеризуют геологический разрез от докембрия до четвертичных отложений.

Изучение физических свойств горных пород свидетельствует о значительных колебаниях их плотности как в пределах отдельных стратиграфических горизонтов, так и в пределах отдельных свит. Не все границы раздела плотности совпадают со стратиграфическими горизонтами. В результате анализа и обобщения данных о плотностях пород, залегающих на территории Армении, удалось установить наличие следующих основных плотностных границ раздела:

1. Основные плотностные границы раздела с учетом удельной мощности отдельных стратиграфических горизонтов находятся между третичными и палеозойскими отложениями (с разностью плотностей 0,3), с одной стороны, и между третичными и нижнепалеозойскими — докембрием — с другой (с разностью плотностей 0,4).

2. Следующая граница раздела плотностей совпадает с границей раздела третичной толщи кайнозоя и толщи мезозоя (с разностью плотностей 0,25—0,30).

3. Намечается граница раздела плотностей между палеозойскими и докембрийскими отложениями (с разностью плотностей 0,1).

4. Весьма резко выражена плотностная граница (порядка 0,5) между породами третичных и четвертичных возрастов.

Помимо выявления основных плотностных границ раздела, удалось установить следующие закономерности:

- а) достаточно отчетливо наблюдается увеличение плотности с глубиной в пределах отложений одного и того же возраста;

- б) изменение плотности имеет место не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлениях в пределах одной и той же толщи, где оно обусловлено геологическими ус-

ловиями осадконакопления и последующими тектоническими процессами.

В ближайшие годы геофизические исследования будут развиваться в следующих основных направлениях:

1) По геолого-структурному картированию районов, закрытых лавовыми потоками, с применением комплекса гравиразведки, магниторазведки, сейсморазведки и электроразведки. Уже в этом году начаты экспериментальные сейсморазведочные работы и работы по электрическому зондированию. В последнем случае используются электроразведочные станции, с помощью которых возможно исследование в конкретных условиях глубин порядка 3—4 и более километров. Эти исследования будут способствовать решению проблемы нефтегазоносности территории Армянской ССР.

2) В области рудной геофизики будут проводиться широкие исследования с применением методов высокочастотной электроразведки, метода вызванной поляризации, подземной гравиразведки, микромагнитной съемки, радиоактивного каротажа и др.

Важнейшими задачами являются увеличение глубинности исследований (прежде всего для месторождения медно-колчеданных руд) и решение вопроса об эффективности поисков вкрапленного оруденения.

Значительное внимание будет уделено также вопросу поисков железных руд в условиях высокой магнитности вмещающих пород и расчлененного рельефа местности.

3) Намечается значительное расширение исследований физических свойств горных пород: плотности, магнитных свойств, электропроводности, радиоактивности и определение связи между физическими свойствами и различными геологическими факторами.

Большое внимание будет уделено вопросу изучения остаточной намагниченности магнитостабильных горных пород, что имеет важное значение для дальнейшего развития работ в области палеомагнетизма.

Г. И. Тер-Степанян, Г. П. Завриян, К. А. Гулакян, З. П. Едигарян,
Г. Д. Саакян, В. Э. Степанян

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ В АРМЯНСКОЙ ССР

За годы Советской власти инженерно-геологические исследования на территории Армянской ССР проводились в различных направлениях, обслуживая бурно развивающееся промышленное, гидротехническое, горнорудное и гражданское строительство.

На р. Раздан построен ряд крупных гидростанций, начата разработка схемы использования рек Дебет и Арпа, приступают к строительству гидростанций Воротанского каскада. Изыскания под эти сооружения были проведены коллективом геологов Армянского отделения Института гидроэнергoproекта. В результате изысканий были хорошо изучены инженерно-геологические условия хозяйственно важных районов республики.

Армянским геологическим управлением при Совете Министров Армянской ССР, геологическим факультетом Ереванского государственного университета, Республиканским проектным институтом, Армгипроцветметом, Водпроектom и другими организациями проводились исследования инженерно-геологических условий промышленных площадок; были также изучены инженерно-геологические условия городов Еревана, Ленинакана, Кировакана, Дилижана, Степанавана и др. В этих работах активное участие принимал канд. геол.-мин. наук А. П. Демехин.

Большие работы в области инженерной геологии проводились сектором механики грунтов и инженерной геологии Ин-

ститута геологических наук АН Армянской ССР, возглавляемым проф. Г. И. Тер-Степаняном. Эта работа велась в следующих трех направлениях: инженерно-геологическое изучение территории Армянской ССР, исследование оползневых явлений и работы в области геологии тоннелей. В последующем для исследований по инженерной геологии тоннелей был создан специальный сектор.

Инженерно-геологические условия территории Армянской ССР изучены неравномерно. Наряду с детальным исследованием ряда районов отдельные части территории республики остаются еще плохо освещенными. В настоящее время назрела необходимость сводки и обобщения данных об инженерно-геологических условиях Армянской ССР. Такие обобщения необходимы для работы планирующих и проектных организаций в связи со строительством дорог, гидростанций, трубопроводов, промышленным и коммунальным строительством.

Проф. И. В. Поповым была детально разработана методика составления инженерно-геологических карт, оказавшаяся весьма ценной для платформенных условий равнинных территорий. Однако сложное геологическое строение и многообразие инженерно-геологических условий территории республики потребовало дальнейшего развития принципов, предложенных проф. И. В. Поповым, применительно к горным странам. В секторе механики грунтов и инженерной геологии ИГН ст. инженером Г. Д. Саакяном под руководством Г. И. Тер-Степаняна была разработана методика инженерно-геологического районирования и картирования горных областей.

В 1960 г. была составлена инженерно-геологическая карта всей территории Армянской ССР в масштабе 1 : 1 000 000 (авторы Г. И. Тер-Степанян, Г. Д. Саакян и З. П. Едигарян), включенная в географический атлас Армянской ССР.

Региональные инженерно-геологические карты являются одновременно и картами общего инженерно-геологического районирования территории.

При общем инженерно-геологическом районировании горной страны были выделены четыре таксонометрические ступени: 1) регион, 2) область, 3) подобласть и 4) район.

Основным классификационным признаком для выделения

наиболее крупного инженерно-геологического подразделения региона является геотектоническая характеристика территории, определяющая особенности строения и историю развития земной коры на данном участке. Территория региона обычно относится к одной геологической структуре.

В пределах Армянской ССР выделяются пять инженерно-геологических регионов (см. таблицу), которые совпадают с

Инженерно-геологические регионы	Структуры единицы	Геоморфологические области
1. Северный	1. Сомхето-Карабахский тектонический комплекс	1. Северные хребты Малого Кавказа
2. Центральный . . .	2. Севано-Ширакский синклиний	2. Центральные хребты и впадины
3. Вулканический .	3. Приподнятые новейшими движениями вулканические хребты и массивы	3. Вулканические нагорья
4. Южный	4. Зоны антиклинорных поднятий	4. Южные хребты Малого Кавказа
5. Араксинский . . .	5. Среднеараксинский и Ленинанский межгорные прогибы	5. Среднеараксинская и Ленинанская депрессии

крупными структурными комплексами и главнейшими геоморфологическими элементами; поэтому выделенные нами инженерно-геологические регионы совпадают также и с геоморфологическими областями.

Регионы в свою очередь делятся на инженерно-геологические области. Для областей основным классификационным признаком является геоморфологическая характеристика территории — рельеф и его особенности. Выделяются: склоны хребтов, собственно долины рек, нагорья, зоны предгорий, равнин и т. д. Грунты на склонах под действием гравитационных сил находятся в сложно напряженном состоянии, на них развиваются оползни, осыпи, обвалы, сели и т. д. Учет этих явлений необходим для правильной оценки инженерно-геологических условий территории и разработки соответствующих мероприятий. Поэтому выявление и изучение физико-геологических

явлений представляет не только научный, но и большой практический интерес.

Подразделение областей на инженерно-геологические под-области производится на основании выделения характерных физико-геологических процессов.

На склонах выделяются оползневые, карстовые, обвально-осыпные, селевые и т. п. участки, а также участки, охваченные вечной мерзлотой, участки интенсивного оврагообразования и др. В долинах отмечаются боковая эрозия рек и заболоченные участки.

Подобласти делятся на инженерно-геологические районы, основным классификационным признаком которых является инженерно-геологическая характеристика горных пород и грунтов. В пределах подобластей выделяются районы, где развиты скальные интрузивные и эффузивные породы, полускальные эффузивные и карбонатные породы и т. д.

Инженерно-геологические карты составляются на основе геологической, геоморфологической, тектонической и гидрогеологической карт и инженерно-геологической съемки, в результате которой выявляются особенности территории: физико-механические свойства грунтов, трещиноватость, выветренность пород, устойчивость склонов и процессы их разрушения, наличие и характер грунтовых вод и т. д.

На карте соответствующими цветами выделяются литологические и генетические типы пород (интрузивные, эффузивные, метаморфические, осадочные и др.), а оттенками цветов выделяются комплексы горных пород различной прочности — скальные, полускальные и рыхлые.

Физико-геологические процессы: оползни, сели, обвалы, карст и т. п. — наносятся условными знаками. Особо выделяются сейсмически активные зоны.

В ближайшие годы предусматривается проведение инженерно-геологической съемки на всей территории Армянской ССР. На хозяйственно важных территориях (долины рек) будет проведена инженерно-геологическая съемка крупного масштаба. Инженерно-геологические карты городов также будут составлены в крупном масштабе.

Широкое развитие оползневых процессов на территории Армянской ССР и колоссальный ущерб, причиняемый ими народному хозяйству, определили широкий комплекс исследований этих явлений.

Одним из первых объектов исследований был оползень в районе головных сооружений Дзорагетской гидроэлектростанции, где имели место медленные деформации склона и плотины. Инженерно-геологические изыскания, проведенные под руководством проф. Г. М. Ломизе в 1945 г., позволили осуществить ряд инженерных мероприятий, предотвративших деформации сооружений.

В течение ряда лет в секторе механики грунтов и инженерной геологии ИГН исследуются оползневые процессы, как часть общей проблемы устойчивости склонов.

Проф. Г. И. Тер-Степаняном разработана методика микро-районирования оползневых территорий по данным обследования и анализа деформаций зданий и инженерных сооружений с целью выявления динамики оползневого склона. Им же дана классификация оползневых трещин. Указанная методика с успехом применялась при работах на оползне Волжского косогора в районе г. Ульяновска, на оползневом склоне территории г. Дилижана и на Черноморском побережье — в районе г. Сочи.

Для ведения инструментальных наблюдений за движением поверхностных реперов на склонах проф. Г. И. Тер-Степаняном разработан многолучевой дифференциальный метод прямых засечек. В этом методе наблюдений нашли широкое применение различные номограммы, значительно упрощающие обработку полученных данных. На ряде склонов были проведены систематические многолетние наблюдения за движением оползней.

Точность определения горизонтального положения реперов на разных оползневых участках была доведена до 2—5 мм. Построенные в результате этих наблюдений карты векторов смещения дают количественное представление о динамике склонов, необходимое для предсказания направления и масштаба развивающегося процесса оползания, для выбора типа, расположения и направления противооползневых сооружений. Эта методика успешно применялась на ряде крупных оползней Кавказа и Поволжья. На основании многолетних инструменталь-

ных наблюдений на склоне в районе г. Ульяновска был составлен ряд карт, отражающих динамические условия оползневого склона за период до заполнения водохранилища Волжской ГЭС, в течение заполнения и после установления максимального уровня. На основании этих исследований была предсказана активизация оползневых процессов на склоне; подтверждением этого прогноза явился крупный оползень, происшедший через 6 месяцев. Большие исследования были проведены также на Черноморском побережье — в районе г. Сочи. Ряд циклов наблюдений по поверхностным и глубинным реперам позволили сделать вывод о медленных движениях на юго-западном склоне г. Бытха, протекающих со скоростью 25—30 мм в год.

В настоящее время ведутся работы по изучению оползней Армении, в том числе в ущелье р. Раздан (А. П. Аракелян) и на территории г. Дилижана (К. А. Гулакян). Рис. 1—3 изображают некоторые из изученных оползней Армении.

Детальное изучение обширного геологического материала участка головных сооружений Ереванской ГЭС позволило детализировать строение и условия образования весьма сложной толщи, возникшей в результате эрозийных процессов, вулканических излияний и соляной тектоники. Была организована обширная наблюдательная сеть и проведены три цикла наблюдений за движением реперов, в результате чего выделены активные оползневые участки. Эти работы были дополнены инженерно-геофизическими исследованиями, проведенными на прилегающей территории (Э. Б. Аджимамудов).

Наблюдения за устойчивостью склона в районе Атарбекинской ГЭС (З. П. Едигарян) выявили смещения элювия вниз по склону со скоростью около 20 мм в год. Эти явления представляют собой одну из форм поверхностной ползучести склонов.

Интересные данные дали наблюдения за движением на оползневом участке, на первом километре шоссе Дилижан—Ереван, с целью выявления степени устойчивости склона после оползня, происшедшего при подрезке склона в связи с проведением нового участка шоссейной дороги. Эти наблюдения показали, что на склоне происходят медленные движения, зарождающиеся у крутой стенки отрыва правого борта. Грунтовые массы двигались вначале почти поперек оползневого тела и на-

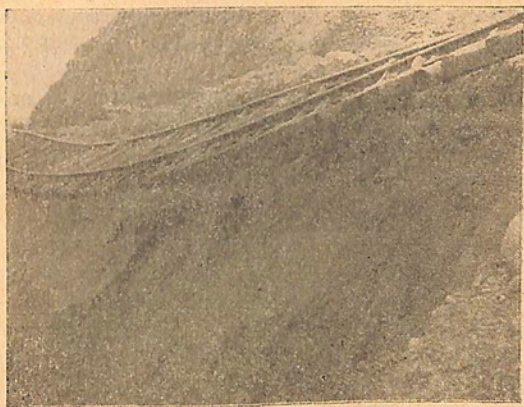


Рис. 1. Оползень у железнодорожной ветки в районе станции Алаверди.



Рис. 2. Оползень у с. Кети (Ахурянский район).

правлялись к левому борту, но, встречая здесь сопротивление, оказываемое устойчивым бортам оползня, постепенно отклонялись от своего первоначального направления и двигались вниз



Рис. 3. Пьяный лес в районе г. Дилижана.

по склону. Полные векторы смещения за 3 года (1955—1957) составляют в верхней части оползня 12—15 см и в нижней его части 20 см.

В секторе механики грунтов разработана специальная методика изучения глубинных смещений на оползневых склонах. Сконструированы два типа экспериментальных установок, позволяющих вести инструментальные наблюдения за распреде-

лением скоростей оползневых смещений по глубине и выделить зону, охваченную подвижками.

В лаборатории механики грунтов ведется изучение напряженного состояния склонов на моделях, изготовленных из вальцмассы. Тензометрическим методом определяются напряжения, возникающие под воздействием гравитационных сил (плоская задача). Экспериментальное решение задачи имеет большое значение для определения степени устойчивости склонов и искусственных откосов.

Подобные исследования были проведены при изучении напряженного состояния земляной плотины Егорлыкской ГЭС (Северный Кавказ), результаты которых были использованы при строительстве плотины (Г. С. Вартанян).

В лаборатории механики грунтов производится всестороннее изучение физико-механических свойств грунтов новейшими методами. Лаборатория оснащена уникальным отечественным и зарубежным оборудованием, позволяющим вести всестороннее изучение физико-механических свойств грунтов, в частности сопротивляемости грунтов сдвигу. Следует отметить, что многие приборы в лаборатории механики грунтов сконструированы сотрудниками сектора и изготовлены в его экспериментальной мастерской (А. Г. Экимян, К. О. Матевосян).

Для определения сопротивляемости глинистых грунтов сдвигу проф. Г. И. Тер-Степаняном сконструирован кольцевой прибор, позволяющий производить испытание грунтов при контроле деформаций и напряжений, изучать влияние температуры и т. д. Большим преимуществом испытаний на кольцевых приборах является равномерное распределение напряжений на поверхности среза. В лаборатории также производятся определения сопротивляемости грунтов сдвигу на приборе трехосного сжатия с измерением порового давления.

Исследование свойств грунтов проводилось рядом научных работников сектора (Г. А. Оганджян, П. О. Тертерян, Г. И. Айрапетян, П. М. Месропян, Д. Б. Саркисян).

Работы по изучению давления в поровой воде, — одного из основных факторов, влияющих на прочность грунтов, — ведутся как в лабораторных, так и в натурных условиях.

В секторе сконструирован и изготовлен переносный прибор для натурных измерений давления в поровой воде грунта, с успехом примененный аспирантом З. Г. Тер-Мартirosян на оползневом склоне Черноморского побережья Кавказа. Следует отметить, что прибор для измерения давления в поровой воде грунта в практике изучения оползневых явлений применен в Союзе нами впервые.

В результате многолетних исследований оползневых явлений и устойчивости склона проф. Г. И. Тер-Степаняном была разработана теория оползневого процесса и выделена подготовительная стадия процесса — глубинная ползучесть склона. Медленные перемещения земляных масс, называемые глубинной ползучестью склона, представляют собой особую форму гравитационных движений на склонах. Указанный вид движения обязан своим происхождением способности грунта медленно деформироваться без образования поверхностей скольжения при напряжениях значительно меньших, чем временное сопротивление сдвигу, но действующих в течение продолжительного времени. Глубинная ползучесть проявляется на некоторой глубине в основании склонов, где наблюдается концентрация касательных напряжений. Различие между явлением глубинной ползучести и оползнем заключается, в основном, только в скорости движения, и потому эти два вида гравитационных движений следует рассматривать как две стадии оползневого процесса.

Теория оползневого процесса включена в курс инженерной геологии, читаемый в МГУ и ряде других вузов. Об исследованиях, проведенных в секторе механики грунтов и инженерной геологии, докладывалось проф. Г. И. Тер-Степаняном на ряде совещаний в СССР и на конгрессах в Лондоне, Брюсселе и Нью-Дели.

Сектором механики грунтов в ближайшие годы предусматривается по данной тематике проведение следующих работ:

1. Выявление, картирование и детальное изучение оползневых территорий Армянской ССР.

2. Организация стационарных наблюдений на оползневых участках с целью своевременного прогнозирования времени и масштабов активизации, для направления и выбора типа противооползневых мероприятий.

3. Составление классификации оползней Армении.

Для проведения горных выработок, сооружения тоннелей, зданий подземных гидроэлектростанций и т. п. решающее значение имеют инженерно-геологические характеристики горных пород. К наиболее важным факторам в этой связи следует отнести горное давление и деформативные характеристики горных пород (модуль деформации пород). Последний фактор получает особенно большое значение для напорных тоннелей и высоконапорных турбинных водоводов подземных гидроэлектростанций. Ниже рассматриваются некоторые методы и результаты исследования указанных двух факторов на основе опыта работ в гидротехнических тоннелях Армянской ССР. Здесь соответствующие исследования были начаты под руководством акад. Н. Н. Давиденкова еще в 20-х годах при строительстве тоннеля Дзорагетской гидроэлектростанции. Наиболее широко такие исследования проводились на строительстве гидроэлектростанций Разданского каскада.

Отличительной особенностью исследований, проведенных в секторе геологии тоннелей, является разработка новых методов экспериментирования приборов и установок для испытаний тоннелей. Значительная работа в этом направлении была проделана под руководством Г. П. Завриян. Некоторые из упомянутых методов и приборов получили в последующем широкое распространение в Советском Союзе, а также за рубежом.

При исследованиях, проведенных Тбилиским институтом сооружений и гидроэнергетики (ТНИСГЭИ) на Севанской гидроэлектростанции в 1941 г., Г. П. Заврияном был разработан новый метод испытания деформативных характеристик горных пород, при котором обделка опытной выработки разрезается деформационными швами, а нагрузка создается при помощи гидравлического давления в резиновых камерах. Эта методика позволяет избежать влияния жесткости бетонной обделки на результаты опыта, а измерение деформаций производить мессурами, без передачи показаний приборов на расстояние. Благодаря своей простоте этот метод использовался на многих гидротехнических тоннелях. Он применялся почти на всех тоннелях ГЭС Разданского каскада в Армении, Храмской и Сионской ГЭС в Грузии, Белореченской ГЭС на Северном Кавказе, в Ка-

рабахском тоннеле в Азербайджане, а также в ряде тоннелей и на гидроэлектростанциях Китая — Людзяся на р. Хуанхэ, Санься на р. Янцзы (Чанцзян), на каскаде ГЭС р. Илхэ в Южном Китае и на строительстве Ассуанской плотины в ОАР.

Интересно отметить, что методы испытания, разработанные проф. Оберти в Италии и Тирольской компании электростанций в Австрии, имеют ряд характерных особенностей, повторяющих основные положения указанного метода.

В методическом отношении и по своим практическим результатам заслуживают внимания опыты, поставленные ИГН АН Армянской ССР совместно с ТНИСГЭИ на строительстве мощной Ингурской ГЭС в 1960 г. Опытный участок тоннеля в крепких известняках, имеющий диаметр 2 м и длину 8 м, был загружен давлением изнутри с применением специальных металлических камер (рис. 4 и 5). Определение деформативных

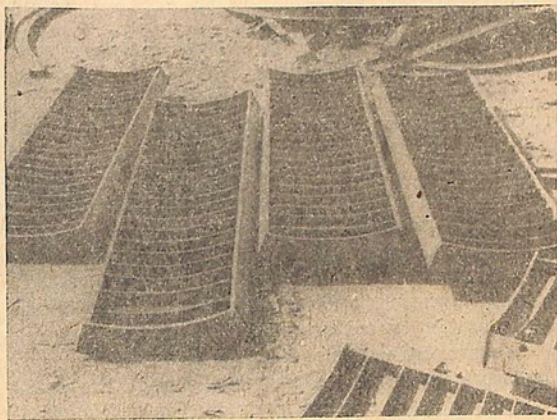


Рис. 4. Металлические камеры для испытания упругих свойств горной породы. Опытный участок тоннеля собирается из восьми камер.

характеристик горных пород проводилось на основе измерения радиальных деформаций опытной выработки под давлением (рис. 6). Измерения показали величину коэффициента удельного отпора горной породы около 800 кг/см^3 .

Исследования горного давления, проведенные на ряде тоннелей Разданского каскада гидроэлектростанций, также отличались новизной методических установок и конструкций измерительных приборов. Для скальных пород в Гюмушском тоннеле

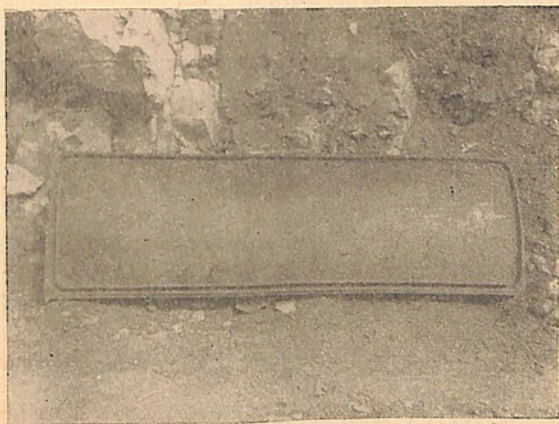


Рис. 5. Наружный лист металлической камеры, окаймленный деформационным швом.

ле были применены индикаторные динамометры, поддерживающие деревянный шатер, оставленный за бетонным сводом тоннеля. В глинистых породах тоннеля Ереванской гидроэлектростанции использованы секции, в которых диафрагма опирается на три струнных динамометра. Индикаторный динамометр, сконструированный в 1949 г. Г. П. Заврияном и Г. И. Тер-Степаняном, послужил прототипом для приборов, примененных для измерения горного давления в тоннелях Ереванской и Ладжамурской ГЭС, тоннелях Самгорской и Карабахской оросительных систем, на Ахалцихских угольных разработках и других объектах Советского Союза, а также гидроэлектростанциях Людзеса, Санься и Санмалин в Китае.

Иным методом изучалось горное давление в тоннельной выработке Атарбемянской ГЭС, пройденной в кристаллических

сланцах. Там была использована металлическая арочная крепь, имеющая очертание выработки. Определение деформаций крепи осуществлялось с помощью наклеенных на нее электрических проволоочных датчиков сопротивления.

Зная относительные деформации крепи в нескольких точках, можно получить полную картину распределения нагрузки

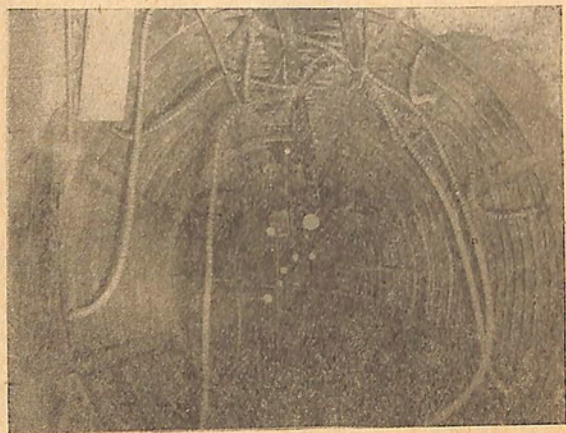


Рис. 6. *Опытный участок тоннеля.* Обделка собрана из металлических камер; швы между ними заполнены цементным раствором. Видны створы приборов для измерения деформаций диаметра тоннеля и шланги для подачи воды.

на крепь, т. е. выявить закономерность распределения горного давления.

Акад. А. Н. Динником было получено решение для случая незакрепленной горной выработки кругового очертания в условиях плоской задачи; согласно этому решению, компоненты напряжения однообразно зависят от полярного угла. В случае закрепленной выработки крепь и порода деформируются совместно и, исходя из этого, можно, не допуская большой погрешности, заменить материал крепи эквивалентным условным слоем грунта. Таким образом, можно прийти к заключению, что

общий вид функции горного давления и для случая закрепленной выработки будет выражаться аналогичной зависимостью. Эта зависимость может быть представлена следующим образом.

$$q(\varphi) = \gamma R (a_1 + a_2 \sin \varphi + a_3 \cos \varphi + a_4 \sin^2 \varphi),$$

где $q(\varphi)$ — радиальное давление в породе, окружающей выработку,

γ — объемный вес породы,

R — радиус выработки,

φ — полярный угол,

$a_1 a_2$ — безразмерные коэффициенты.

Очевидно, что величина этих коэффициентов зависит как от геологического строения участка и петрографического состава пород, так и от конструкции опор крепи и ее жесткости. Зная относительные деформации крепи в произвольных точках, можно составить систему совместно разрешимых уравнений, решив которую, мы определим неизвестные коэффициенты горного давления a_1 , a_2 , a_3 и a_4 . Определив эти коэффициенты, мы тем самым определяем закономерность распределения горного давления. Следует отметить, что данная методика может быть использована для определения горного давления в горных выработках любого очертания. Необходимо лишь, чтобы форма экспериментальной металлической крепи повторяла очертания выработки.

Особое место в работах ИГН АН Армянской ССР занимает исследование фильтрационных потерь воды из гидротехнических тоннелей. В этом отношении значительный интерес представляют совместные исследования ИГН АН Армянской ССР и ТНИСГЭИ, проведенные в тоннеле Гюмушской ГЭС в 1953 г. Исследования показали необходимость специального уплотнения швов обратного свода тоннеля во избежание весьма значительных потерь воды на фильтрацию при эксплуатации гидротехнического тоннеля. Это положение в последующем было одобрено специалистами и принято в качестве требования в тексте § 79 новых норм проектирования тоннелей.

В исследованиях Г. П. Заврияна, В. Э. Степаняна, С. Н. Шатрияна, З. Г. Тер-Мартirosяна фильтрации на опытных участках напорного тоннеля Ереванской ГЭС использована специальная металлическая конструкция в виде кольца диамет-

ром 4, 5 м. Это дало возможность беспрепятственного движения транспорта вдоль тоннеля.

В процессе экспериментальных исследований в тоннелях сотрудниками ИГН АН Армянской ССР проводились параллельно и теоретические проработки. Наиболее интересными в этом отношении являются две работы: Установление теоретической зависимости между деформациями арочного металлического крепления и функцией горного давления (Т. Т. Аракелян, Э. Г. Газиев, В. Э. Степанян) и работы Г. П. Заврияна, Г. Г. Хачикяна по теоретическому определению деформативных характеристик массива горной породы вокруг напорного тоннеля с учетом упруго-пластических свойств материала и бокового давления. Получены хорошие совпадения теоретических зависимостей с экспериментальными данными.

Успешное проведение сложных исследований в тоннелях оказалось возможным благодаря активному участию в этих работах и помощи Главного управления по энергетике Арм. ССР Армгидроэнергостроя, Управления строительства Ереванской ГЭС и АрмГИДЭПа.

В связи с широким развитием в Армянской ССР горных разработок, проводимых на больших глубинах, необходимо использовать имеющийся опыт исследования для разрешения сложных вопросов проведения и крепления горных выработок.

Сектор геологии тоннелей ИГН АН Армянской ССР намерен проводить исследования деформативных характеристик скальных горных пород в связи со строительством в Армении высоких арочных и гравитационных плотин. Необходимо систематизировать и обобщить большой опыт проведения тоннельных выработок, накопленный в Армянской ССР и, в частности, при сооружении Разданского каскада гидроэлектростанций.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ АРМЯНСКОЙ ССР

Территория Армянской ССР, в силу разнообразия геолого-структурных, литологических условий, проявления молодого вулканизма, наличия многочисленных типов рудного и нерудного оруденения, характеризуется исключительным развитием минеральных источников всевозможного состава.

Планомерное изучение минеральных источников на территории Армянской ССР принимает широкий размах лишь после 1920 г. и особенно за два последних десятилетия.

Яркий след в изучении минеральных вод Армянской ССР оставил видный гидрогеолог Александр Петрович Демехин, труды и работы которого явились прекрасной школой для последующих исследователей.

Работами многих гидрогеологов и особенно А. П. Демехина на территории Армянской ССР выявлено до 500 групп минеральных источников. Скважинами, которые пробуривались различными экспедициями Управления геологии и охраны недр (УГ и ОН) Армянской ССР, были вскрыты новые месторождения минеральных вод и поставлены на прочную гидроминеральную базу курорты всесоюзного значения: Арзни и Джермук, а также несколько заводов по розливу минеральной воды: Джермук, Арзни, Анкаван, Дилижан, Камо.

Разнообразие условий формирования, т. е. разнообразие геологических условий, путей циркуляции и разгрузки минеральных вод ведет к такой же пестроте их химического состава. Вследствие этого, рассматривать многочисленные виды мине-

ральных вод Армянской ССР не представляется возможным, тем более, что лишь некоторые из них являются наиболее распространенными и в силу своих лечебных свойств широко используются в бальнеологии. Поэтому нами здесь рассматривается лишь несколько главных типов минеральных вод и делаются краткие общие выводы о путях образования минеральных вод на территории Армянской ССР.

1. *Углекислые гидрокарбонатно-хлоридные магниевые-кальциевые-натриевые воды**. Типичным представителем минеральных вод этой группы являются воды курорта Арзни, некоторые источники долины р. Раздан, а также довольно близкая к ним по составу вода минерального источника с. Ехегнис, Ехегнадзорского района Армянской ССР.

Воды этого типа генетически связаны с третичными осадочными и частично с вулканогенными породами. Преобладающими являются песчано-глинистые и глинисто-соленосные породы. При описании геологии курортного участка Арзни А. П. Демехиным называются также небольшие пачки известковистых пород различного возраста (в пределах третичной свиты пород).

Поскольку указанные выше породы (кроме известняков) являются не очень хорошими коллекторами воды, то справедливо, уже со времен исследований А. П. Демехина, признается, что области питания месторождения минеральных вод Арзни значительно удалены от курортного участка и представлены не только породами, в которых непосредственно происходит циркуляция минеральной воды и образование солевого состава, но и обширными плато излившихся третичных и четвертичных лав. Как образно выразился один из исследователей участка Арзни А. А. Турцев, «прекрасная трещиноватость андезито-базальтового покрова позволяет нам рассматривать его как громадный фильтр, свободно опускающий воду в глубокие горизонты».

Только отмеченные специфические условия питания позволяют надеяться на получение большого дебита арзнинских вод.

* Химический тип вод определяется по формуле Курлова при чтении ее справа налево в порядке увеличения содержания отдельных ионов.

Правда, здесь большую роль играет один немаловажный фактор. Дело в том, что палеорельеф участка Арзни характеризовался развитием обширной долины Палеораздана, которая сейчас заполнена речным рыхлообломочным материалом и сильно трещиноватыми лавами. И те и другие являются прекрасными коллекторами и содержат в себе большое количество минеральной воды, насыщенной углекислым газом.

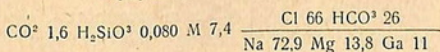
Нам представляется, что роль такого коллектора очень важна. Имея значительную распространенность и мощность, рыхлообломочная толща принимает в себя большое количество мелких струй минеральных вод, идущих снизу по тектониче-

Таблица 1

**Химический состав минеральной воды источника № 15
курорта Арзни**

И о н ы	Мг/л	Мг/экв	Экв %
Литий	4,9	0,70	0,6
Калий	72,1	1,85	1,6
Натрий	1904,9	82,82	72,9
Кальций	250,0	12,50	11,00
Магний	189,7	15,60	13,8
Стронций	4,6	0,10	0,1
Железо	0,2	0,02	—
Марганец	следы	—	—
Медь	"	—	—
Сумма	—	113,68	100
Хлор	2662,5	75,09	66,0
Бром	0,95	—	—
Иод	0,10	—	—
Сульфат	411,4	8,59	7,6
Гидрокарбонат	1830,0	30,00	26,4
Сумма	—	113,68	100
Сухой остаток	6566,6	pH = 6,5	
Углекислота свободная	1660,0	Т — 18°C	
Кремневая кислота	80,0		
Борная кислота	2,0		

Формула химического состава:



ским трещинам, и в конечном счете играет роль своеобразного регулятора.

Химический состав вод Арзни исключительно хорошо отображает условия их формирования и циркуляции (табл. 1).

Большое количество хлора и натрия, соответственно 66 и 73% — является результатом взаимодействия воды с поглощенным комплексом осадочных пород морского происхождения, о чем еще писалось А. П. Демехиным. Труднее согласиться, что наличие иона гидрокарбоната, а также кальция и магния, является результатом смешивания с пресными подлазовыми водами. Смешивание, безусловно, существует, но значительное количество отмеченных ионов, которые, плюс ко всему, осаждались в виде мощных покровов травертинов, должно указывать на то, что пути циркуляции арзинской воды не минули и толщ карбонатных пород (последние в силу насыщенности вод углекислым газом явились прекрасным объектом для растворения).

Наличие таких биологически активных компонентов, как бром, иод, стронций, также является следствием циркуляции вод в третичных осадочных породах морского генезиса.

11. Углекислые воды гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевые. Представители этого типа воды: Анкаван, Камо, Булахляр (Азизбековский район) — формируются в исключительно сложных геологических условиях. Это особенно относится к месторождению анкаванских терм.

В геологическом строении участка выхода минеральных вод Анкаван, а также в более обширном районе, наиболее развитыми породами являются метаморфические сланцы допалеозоя, прорванные молодыми интрузиями гранитоидного ряда. На Мисхано-Мармарикском участке более молодые породы представлены маломощной пачкой верхнемеловых известняков, несогласно перекрывающих метаморфические сланцы. Эти породы, а также осадочно-вулканогенные породы третичного времени, не могут иметь никакой генетической связи с формированием термальных минеральных вод Анкавана.

Таким образом, при рассмотрении геологических и гидрогеологических особенностей условий района бросаются в глаза такие, казалось бы, противоречивые факторы:

а) приуроченность почти всех выходов минеральных источников к трещинам метаморфических сланцев и гранитоидов;

б) многодебитность источников и вновь пробуренных скважин, большая минерализованность вод, а также довольно высокая их температура.

Первое положение должно было приводить к малому дебиту и малой минерализации минеральных вод. Второе положение отрицает это и указывает на приуроченность вод к более застойной зоне, где получают развитие довольно выдержанные водоносные горизонты, и т. д.

Вряд ли последние условия осуществимы в зоне разломов. Считать мисхано-мармарикские термы ювенильными также нет никаких оснований.

Скорее всего водоносными горизонтами минеральных вод этого района являются верхнемеловые известняково-мергельные породы, которые залегают в сильно прогнутом Памбакском синклинии (к северу от Мисхано-Мармарикского участка), под мощным плащом третичных водонепроницаемых пород. Большая площадь синклинии, значительная мощность водоносных горизонтов могут обеспечить циркуляцию и захоронение больших масс воды. Сильная прогнутость бассейна обеспечивает его достаточную изолированность и повышенную температуру минеральных вод.

Маманская группа разломов дала удобные пути для выхода минеральных вод на поверхность, а длительная циркуляция в трещинах метаморфических сланцев окончательно оформила их химический состав.

Исключительно развитая трещинная тектоника обусловила значительное развитие минеральных источников по всему району. Естественно, что самые мощные родники оказались приуроченными к руслу реки Мармарик, т. е. к участку наиболее гипсометрически низкому и наиболее ослабленному разломом и эрозией реки.

Химический состав анкаванских терм также всецело определяется литологическим фактором. Вполне возможно, что первоначально, на глубине, вода имела гидрокарбонатно-кальциево-магниевый состав. Затем, циркулируя в метаморфических сланцах, она приобретает хлоридно-натриевый характер, однако количество гидрокарбонатов кальция и магния остается значительным и обеспечивает выпадание больших количеств тра-

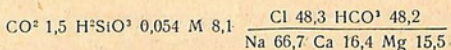
вертинов и кальцито-арагонитовых отложений, широко развитых в районе выхода минеральных вод (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав минеральной воды Анкаван, скважина № 17

И о н ы	Мг/л	Мг/экв	Экв ‰
Литий	3,5	0,50	0,4
Калий	19,5	0,50	0,4
Натрий	1782,5	77,50	66,7
Кальций	380,0	19,0	16,4
Магний	218,9	18,0	15,5
Стронций	9,2	0,21	0,2
Железо	12,3	0,44	0,4
Марганец	1,2	0,01	—
Сумма	—	116,16	100
Хлор	1914,0	56,16	48,3
Бром	0,13	—	—
Иод	0,06	—	—
Сульфат	192,0	4,0	3,5
Гидрокарбонат	3416,0	56,0	48,2
Сумма	—	116,16	100
Сухой остаток	6444,1	pH = 6,8	
Кремневая кислота	54,0	T = 32°C	
Углекислота свободная	1560,0		

Формула химического состава:



III. Углекислые хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые-натриевые воды. Типичными представителями являются термы Джермука и воды некоторых источников Сисианского и Азизбековского районов.

Зарождение джермукских терм нами также связывается с инфильтрацией вадозовой влаги в глубокие горизонты, в область развития верхнемеловых пород, выполняющих Айодзорский синклиниорий. Поскольку налегающая на верхнесенонские известняки вулканогенно-осадочная толща третичного времени представлена, в основном, водоупорными породами,

то синклинальное залегание осадочных пород известняково-мергельной фации превращает данный прогиб в горный артезианский бассейн.

Несомненно, прогиб испытал множество тектонических нарушений; в него внедрились многочисленные массивы интрузивных пород, а значительная северо-восточная часть артезианского бассейна была ареной проявления довольно интенсивного молодого, четвертичного, вулканизма.

Указанные условия явились отрицательными факторами в вопросе накопления и движения в бассейне крупных масс воды.

Однако большая площадь питания, интенсивный водозабор поверхностной влаги на обширных лавовых плато в областях непосредственного питания, даже в случае такого деформированного прогиба, обеспечивают существование значительных масс минеральной термальной воды.

С другой стороны, многочисленные разломы и ослабленные зоны контактов интрузива являются наиболее удобными путями для выхода минеральной воды на поверхность. В районе Джермука, вероятно, существуют два главных направления тектонических трещин. Первая зона нарушений общекавказского простираения протягивается по своду антиклинали, сложенной третичными вулканогенными породами. Вторая зона нарушений антикавказского простираения идет по линии, соединяющей Джермук с Истису (Азербайджанская ССР), т. е. с районом развития терм, аналогичных джермукским минеральным водам.

Такие условия образования минеральных вод в Джермуке определили исключительно сложную картину их химизма (табл. 3).

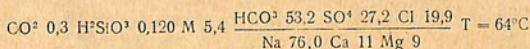
Уже циркуляция вод в известняково-мергелистом комплексе пород обусловила гидрокарбонатно-магниево-кальциевый характер терм. После этого в составе анионов изменения выражались в потере части гидрокарбонатов и накоплении сульфатов и малого количества хлоридов. Последние, очевидно, являются продуктом выщелачивания осадочных пород, тогда как сульфаты, занимающие второе место в ряду анионов, появились в результате влияния гранитоидных и порфиритовых пород, в которых вода циркулирует на последнем интервале своего пути к поверхности. Как гранитоиды, так и, в еще большей степени,

Таблица 3

Химический состав минеральной воды Джермук, скважины № 9

И о н ы	Мг/л	Мг/экв	Экв ‰
Литий	3,7	0,53	0,8
Калий	89,0	2,28	3,2
Натрий	1205,7	52,57	76,0
Кальций	148,0	7,4	10,6
Магний	74,4	6,2	9,0
Стронций	3,8	0,09	0,2
Железо	0,3	—	—
Марганец	0,09	—	—
Медь	0,025	—	—
Титан	0,09	—	—
Алюминий	0,03	—	—
С у м м а	—	69,18	100
Хлор	475,5	13,4	19,2
Бром	0,05	—	—
Иод	0,10	—	—
Сульфат	900,0	18,7	27,2
Гидрокарбонат	2243,0	36,77	53,2
С у м м а	—	69,18	100,0
Кремневая кислота	120,0	pH = 7,2 T — 64,5°C	
Борная кислота	10,0		
Углекислота свободная	300,0		
Сухой остаток	4200,0		

Формула химического состава:



порфириты притизированы и могут прекрасно выщелачиваться минеральной водой, насыщенной углекислотой. Это обстоятельство, а также термальность воды, делают ее прекрасным растворителем, действующим не только на такие минералы, как пирит, но и на силикаты магматических пород. В результате этих взаимодействий вода сильно обогащается натрием и постепенно освобождается от избытка кальция и магния, которые в виде карбонатов садятся на путях движения воды.

Вследствие хорошей растворяющей способности термаль-

ная вода несет в себе и значительное количество кремнекислоты (до 140 мг/л в воде скважины № 9), причем более нагретые воды содержат H_2SiO_3 больше, чем воды теплые. В воде присутствуют также стронций, литий, железо, медь, цинк, марганец, алюминий и др.

Исключительно интересные данные получены при обследовании ряда травертиновых щитов на Джермукском участке. Известно, что во многих районах (г. Арарат, Сисианский район и др.) в травертинах захоронена обильная флора, находки которой позволяют делать палеогеографические и стратиграфические обобщения. В Джермукском районе нам не удалось собрать такую макрофлору, но образцы были подвергнуты палинологическому анализу. Не вдаваясь в подробности этих исследований, следует указать, что в древних травертинах источника Дара-юрт, который находится на высоте около 2100 м над уровнем моря, были найдены споры таких тепло- и влаголюбивых растений (кипарисовые), которые ни в коей мере не совместимы с современной как климатической, так и географической обстановкой. Более молодые и современные травертины при том же анализе показывают споры только тех растений, которые произрастают в районе сейчас.

Ясно, что со времени отложения травертинов (предположительно низы четвертичного периода) область претерпела значительные поднятия. Изменения коснулись и химического состава травертинов. В последних очень часто и в весьма больших количествах содержится кремний, алюминий, железо, стронций и другие элементы.

Выше говорилось относительно содержания кремнекислоты и связи ее с температурой вод. Такая же зависимость наблюдается и в травертинах. При прочих равных условиях травертины горячих вод содержат больше кремнекислоты, чем травертины теплых источников. Кроме того, даже при анализе нескольких образцов травертина, взятых из одного и того же щита, нижние, более древние, травертины содержат H_2SiO_3 в повышенных количествах. Выше по разрезу содержание кремнекислоты уменьшается. Соответственно уменьшаются также количества алюминия, калия и натрия. Совсем иначе ведут себя кальций и магний.

Плавные переходы наблюдаются, если можно так выра-

зиться, в нормально слоистых травертиновых щитах. Однако иногда встречаются травертиновые образования, разрез которых уже на глаз несет в себе некоторые аномальности. Так, в травертиновом щите источника Дара-юрт снизу вверх наблюдается следующий разрез: 1. Пачка толстослоистых травертинов желтоватого цвета — 2 м. 2. Небольшой слой рыхлого материала, состоящего из кусочков травертинов и минералов гидроокиси железа. Цвет этой пачки буроватый — 0,3 м. 3. Пачка тонкослоистых раздробленных травертинов желтоватого цвета.

Был проанализирован материал средней пачки, резко выделявшийся на светлом фоне щита. Оказалось, что здесь содержится (по спектрохимическим данным) больше 3% мышьяка. Повторный химический анализ уже отобранных минералов гидроокиси железа подтвердил высокое содержание мышьяка в осадках (количество его в минерале составило 9,7%).

Несомненно, что во время отложения мышьяковистых осадков минеральная вода была тесно связана с богатыми зонами мышьяковистого оруденения.

IV. К углекислым гидрокарбонатно-кальциевым (кальцево-магниевым) водам — нарзанам относятся многочисленные минеральные источники Армянской ССР. Это, как правило, маломинерализованные воды эффузивных образований, источники которых имеют небольшой дебит, и родники, связанные с осадочными отложениями (преимущественно известняково-мергельные толщи). Вторая группа родников обычно многодебитна.

Араратские и татевские воды, относящиеся к последней группе, имеют повышенные температуры, что служит свидетельством образования их на значительной глубине. (в отличие от родников первой группы). Эти источники характеризуются развитием мощных травертиновых покровов и куполов. В газовом составе гидрокарбонатно-кальцево-магниевых вод, помимо преобладающего углекислого газа, заметное место занимают азот и кислород.

Мощный дебит и малая минерализация араратских вод обуславливаются тем, что для слагающих северные окраины Араратской котловины палеозойских пород (в которых формируются воды Арарата) областями питания служат отроги Аг-

маганского хребта. Последние поставляют в недра огромные массы метеорной воды, что обуславливает активную циркуляцию минеральных вод.

V. *Углекислые хлоридно-натриевые воды с повышенной минерализацией (до десятков грамм на литр) и с наличием брома, иода, бора и др.* Специфичность химического состава этих вод еще 25 лет тому назад послужила А. П. Демехину поводом сделать заключение о связи хлоридно-натриевых вод с соленосными отложениями. Замечательная догадка была подтверждена разведочными работами последних лет, когда в Прн-ереванском районе на значительных глубинах (200 и более м) было открыто уникальное месторождение каменной соли.

VI. Вне связи с химическим составом выделяются многочисленные проявления *термальных вод* Армянской ССР, среди которых известны источники курорта Джермук, Анкавана, Бугура, Татева, Арарата и др.

Термальность этих вод — результат совокупности ряда геологических признаков, главными из которых являются соответствующие структуры и широкое развитие четвертичного вулканизма.

Большинство отмеченных источников приурочено к центральной тектонической зоне Армянской ССР.

Геотермические измерения последних лет, проводимые в большом объеме каротажной партией УГ и ОН Армянской ССР, выявили интересную картину геотермического режима. В частности, в Джермуке, были получены данные, позволяющие говорить о сильной аномальности термического режима этого участка. В интервале 0—200 м, в разных скважинах, геотермическая ступень колебалась от 3,5 до 6 м/°С. С глубиной интенсивность нарастания температур понижается. Так, если в интервале 0—200 м температура возрастает от 10—12 до 45—50°С, то дальнейшее повышение температур происходит довольно медленно и к 600 м доходит только до 60°С.

Говоря о геотермике, нельзя не упомянуть об одном вопросе — возможности проводить режимные наблюдения температуры недр (желательно на аномальном участке и на большой глубине). Нам представляется, что наряду с измерением вековых колебаний земной коры, что намечено проводить точной

нивелировкой, промер температур глубинных горизонтов в ходе времени также даст весьма интересный материал.

VII. Буровыми работами последних лет на западе Армянской ССР, в Ленинканской котловине, были получены мощные источники *сульфатных минеральных вод*, в которых газовая компонента, в основном, представлена метановой группой. Кроме того, в незначительных количествах присутствует сероводород.

Очевидно, описываемая область представляет собой один из районов с благоприятными факторами для образования сероводородных минеральных вод. К этим фактам можно отнести наличие в воде сульфатов и процесса, обеспечивающего их восстановление до сероводорода (биохимическая сульфатредукция и др.). Собственно говоря, сероводородная вода есть, и надо искать участки, в которых воды обладают повышенной концентрацией H_2S . В случае обнаружения таких источников группа ценных лечебных минеральных вод Армянской ССР будет пополнена новым членом.

Резюмируя, следует отметить некоторые общие положения об образовании минеральных вод в Армянской ССР:

1. Все минеральные воды Армянской ССР — инфильтрационного происхождения. Ювенильную компоненту можно ожидать лишь в наиболее термальных источниках.

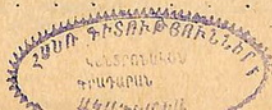
2. Закономерности территориального распределения минеральных вод, их дебита и температуры неплохо согласуются с трехчленным тектоническим разделением территории Армянской ССР.

3. Химический состав минеральных вод, в основном, определяется литологическим контролем. Особую роль в интерпретации генезиса вод могут сыграть развитые в них микроэлементы.

4. Насыщенность почти всех минеральных вод Армянской ССР углекислотой говорит о том, что в недрах существуют благоприятные условия для образования последней. Это или остывающие магматические тела, или, что почти то же самое, — развитие термометаморфизма, т. е. отделение углекислоты из пород в условиях высоких давлений и температур.

СОДЕРЖАНИЕ

С. С. Мкртчян. Научная деятельность Института геологических наук за 25 лет	5
К. Н. Паффенгольц. Структурно-тектоническое районирование территории Армянской ССР	20
А. А. Gabrielyan, М. С. Абрамян, Н. Р. Азарян, В. Т. Акопян, Р. А. Аракелян, С. А. Бублиян, Ю. А. Мартиросян, Н. А. Саакян, О. А. Саркисян, П. М. Асланян, С. М. Григорян. Основные вопросы стратиграфии Армянской ССР	36
Г. П. Багдасарян, С. Б. Абовян, Г. А. Казарян, Э. Г. Малхасян, Б. М. Меликсетян. Основные черты интрузивного магматизма Армении	48
К. Г. Ширинян, Р. А. Аракелян, О. П. Елисеева, Э. Г. Малхасян, А. Х. Мнацаканян. Основные закономерности эффузивного магматизма Армении	69
И. Г. Гаспарян, Г. Б. Нисанян, И. Х. Петросов, М. А. Сатян. Некоторые результаты литологических исследований на территории Армянской ССР	84
К. А. Карамян, Г. О. Пиджян, Э. А. Хачатурян. Научные основы поисков руд на территории Армянской ССР	104
Н. И. Хитаров. Магма и ее взаимоотношения с водой	121
Н. И. Долуханова, Г. М. Ванцян, Э. А. Кюрегян, Э. А. Арутюнян, П. М. Капелян, А. Р. Галстян. Опыт разработки геохимических и геофизических методов поисков рудных месторождений на территории Армянской ССР	126
В. Н. Котляр. О жерловых месторождениях и закономерностях их пространственного размещения	138
Ц. Г. Акопян, Ш. С. Оганисян, Л. К. Татевосян, А. Г. Мартиросян. Основные итоги геофизических исследований на территории Армянской ССР	151
Г. И. Тер-Степанян, Г. П. Завриян, К. А. Гулакян, З. П. Едигарян, Г. Д. Саакян, В. Э. Степанян. Инженерно-геологические исследования и их перспективы в Армянской ССР	162
А. Л. Ананян, О. А. Бозоян, А. Р. Галстян. Минеральные воды Армянской ССР	178
	191



Редактор издательства А. Г. Сякуни
Переплет художника Р. Саакяна
Технический редактор Г. Л. Гороян
Корректор М. Т. Дальвадянц

Сдано в производство 28/XII 1962 г. Подписано
к печати 25/V 1963 г. ВФ 07099. Формат бум. 60×92^{1/16}.
Печ. л. 12 + 2 вкл. Уч.-изд. 9,78 л. Тираж 800.
Заказ. 555. РИСО 737. Изд. № 2064.
Цена с переплетом 80 коп.

Типография Издательства Академии наук Армянской ССР,
Ереван, ул. Барекамутян, 24

ԳԱՍ Հիմնարար Գիտ. Գրադ.



FL0227749

Цена 80 к.

