

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ, ПЕТРОГРАФИИ,
МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АН СССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК АН АРМ. ССР

На правах рукописи

А. Х. МНАЦАКАНЯН

Меловые вулканические серии
Северной Армении и связанное
с ними минералообразование

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель
доктор геолого-минералогических
наук М. А. ФАВОРСКАЯ

ЕРЕВАН — 1964

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ, ПЕТРОГРАФИИ,
МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АН СССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК АН АРМ. ССР

На правах рукописи

А. Х. МНАЦАКАНЯН

567
Меловые вулканические серии
Северной Армении и связанное
с ними минералообразование

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель
доктор геолого-минералогических
наук М. А. ФАВОРСКАЯ

ЕРЕВАН — 1964



В В Е Д Е Н И Е

Вулканизм мелового времени на территории Северной Армении развивался в своеобразных тектонических условиях и испытал длительную и сложную эволюцию во времени. Работы по систематическому изучению меловых вулканических образований Северной Армении были начаты автором в 1958 году в секторе петрографии и минералогии института геологических наук АН Арм. ССР. Эта тема является составной частью более общей тематики Института по изучению эффузивных комплексов Армянской ССР и закономерностей их размещения. Постановка специальных исследований меловых вулканических серий Северной Армении стала возможной после детальной разработки геологической основы северо-восточного склона Малого Кавказа, связанной с именами К. Н. Паффенгольца, В. П. Ренгартена, В. В. Тихомирова, А. Т. Асланяна, А. А. Габриэляна, В. Н. Когляра, Ш. А. Азизбекова, Р. Н. Абдуллаева, В. Е. Хаина, А. А. Атабекяна, М. А. Сатиана и других исследователей.

Рефермируемая диссертационная работа обобщает полученный автором материал полевых исследований 1958—1963 гг. в Ноемберянском, Иджеванском и Шамшадинском районах Арм. ССР. Приводится также краткая сравнительная характеристика верхнемеловых вулканических образований Вединского и Горисского районов по полевым работам автора, проведенным в 1961—1962 гг.

При полевых исследованиях на основе геологических карт районов составлялись послойные литологические разрезы вулканогенно-обломочных свит. Проводились также маршрутные пересечения и наблюдения над контактами лавовых и субвулканических тел, замеры плоскостей течения в куполах липа-

ритовых порфиров с последующим составлением структурных схем и геологическое картирование небольших участков.

Камеральная обработка материала, проведенная в основном в ИГН АН Арм. ССР и частично в ИГЕМ АН СССР, состояла в петрографическом изучении пород, замерах оптических констант главных породообразующих минералов и минеральных новообразований и исследовании акцессорных минералов. По материалам автора выполнено около 90 химических анализов пород и минералов, а также более 400 полуколичественных спектральных анализов и около 30 количественных определений элементов группы железа, лития, рубидия, урана и тория в породах и минералах-вкрапленниках. Просмотрено более 800 прозрачных шлифов, проведено большое количество замеров на федоровском столике и в иммерсии, а также химико-минералогическое и рентгенометрическое исследование темноцветных минералов-вкрапленников и минералов группы палагонита и цеолитов. Было обработано 56 искусственных протолок с изучением состава и морфологических особенностей акцессориев.

В результате работ детально охарактеризованы опорные разрезы меловых вулканических образований и прослежены фациальные переходы и замещения внутри вулканических комплексов, изучены также лавовые, субвулканические, пирокластические и грубообломочные эпикластические образования. Выявлены особенности морфологии субвулканических тел андезитового состава окрестностей с. с. Котигюх и Куши-Айрум, выявлен ряд пластовых и секущих тел долеритов. На основании изучения петрографического состава вулканических пород, их химизма, распределения элементов-примесей, состава акцессорных минералов установлена комагматичность эффузивных, обломочных и субвулканических членов в пределах соответствующих разновозрастных серий. Изучение комплекса минеральных новообразований, морфологические особенности их проявления и пространственного распределения позволили установить сближенность во времени собственно вулканических и метаморфических процессов.

Диссертационная работа состоит из 350 страниц машинописного текста с многочисленными таблицами химических

анализов пород и минералов, оптических констант и количественно-минералогических подсчетов. Работа иллюстрирована литологическими разрезами вулканических серий, геологической картой, графиками, зарисовками, микрофото и состоит из введения и 8 глав. В **I главе** изложены основные черты геологического строения Северной Армении и приводится краткий обзор предыдущих геологических исследований. Во **II главе** рассмотрено геологическое положение и строение вулканических серий мелового возраста. **III глава** посвящена петрографии меловых вулканических образований. В **IV главе** приводятся детальная характеристика состава главных породообразующих минералов, минералов позднемагматической и гидротермальной стадий (группы палагонита, цеолитов и кремнезема) и особенности состава и морфологии акцессорных минералов. **V глава** посвящена петрохимии меловых вулканических образований. В **VI главе** рассмотрены геохимические особенности серий. **VII глава** посвящена разбору условий образования меловых вулканических серий, истории развития вулканических процессов, эволюции состава лав и породообразующих минералов и полезным ископаемым, связанным с верхнемеловым вулканизмом. В **VIII главе** кратко рассмотрены основные черты верхнемелового вулканизма смежных регионов Малого Кавказа.

КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ

Основные геотектонические единицы северо-восточного склона Малого Кавказа оформились уже в меловое время и существовали тогда в качестве зон с различными тенденциями развития. По палеогеографической схеме З. П. Ренгартена (1959) в пределах указанного региона выделяются Прикуринская геосинклинальная и Сомхето-Карабахская геоантиклинальная структуры первого порядка, имеющие общекавказское, северо-западное простирание. Сомхето-Карабахская зона расчленялась поперечными проливами и заливами Прикуринского бассейна на ряд островных поднятий-антиклинорий второго порядка.

Указанные структурные элементы отчетливо проявлены в современном тектоническом строении Северо-восточного склона Малого Кавказа, который входит по А. Т. Асланяну (1958) в Антикавказский оротектонический пояс. В последнем выделяются Прикуринская мегасинклинальная и Сомхето-Карабахская мегаантиклинальная зоны, сложенные в основном мезозойскими формациями, представленными нормально-осадочными и вулканогенно-обломочными комплексами почти всех отделов юры и мела.

Меловые отложения Северной Армении слагают переключенные зоны Кечалсарской и Шамшадинской складок, входящих в состав Алавердского и Шамхорского антиклинорий, и выполняют расположенные между последними Иджеванский и Таузский поперечные прогибы. На северном и северо-восточном крыльях указанных антиклинальных складок, меловые отложения образуют крупную моноклиаль, погружающуюся в сторону Куринской низменности и осложненную второстепенной складчатостью.

Стратиграфическая последовательность меловых отложений представлена по В. П. Ренгартену и А. А. Атабекину следующим образом. Самым нижним членом разреза является вулканогенно-обломочная свита неокома (валанжин-готерив?), залегающая согласно на титонских известняках. Выше следует отложения апта-альба и верхнего мела, отделенные от неокомских региональным перерывом. Апт-альбские отложения представлены разнообразными терригенными породами. Верхнемеловые образования расчленяются на три крупные литологостратиграфические единицы: 1) терригенные и туфо-осадочные отложения сеномана, 2) вулканогенно-обломочные накопления верхнего турона—верхнего сантона и 3) известняковые отложения кампана-маастрихта.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И СТРОЕНИЕ МЕЛОВЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СЕРИЙ

Нижнемеловые вулканические образования (артаминская свита) имеют ограниченное распространение и протягиваются по север—северо-восточному крылу Шамшадинской анти-

клинали, в бассейне среднего течения рр. Ахум и Тауш. В результате изучения ряда параллельных пересечений свиты выявляется ее трехчленное деление. Нижние горизонты свиты, мощностью около 40—50 м сложены туфопесчаниками и порфиристыми туфами. Средняя часть разреза (150—160 м) характеризуется развитием потоков базальтовых и андезитовых порфиритов, разделенных вулканическими брекчиями и туфами. Верхние горизонты свиты, имеющие мощность около 200—230 м, состоят преимущественно из грубообломочных вулканических брекчий с подчиненными пачками туфов, изредка лавобрекчий. Характерной для свиты является относительная фациальная выдержанность ее; изменения по простираанию в ее составе наблюдаются главным образом в средней части разреза и связаны с взаимопереходами брекчий, туфов и потоков лав.

Анализ строения артаминской свиты выявляет почти полное отсутствие в ее составе нормально-осадочных терригенных пород и преимущественное развитие лав и продуктов вулканических выбросов. Вулканические брекчии имеют грубо-среднеобломочный облик, чередуются с пластами мелкообломочных туфов и не обнаруживают признаков перемыва и переотложения. Эти особенности позволяют отнести брекчии к типу пирокластических. Основные черты внутреннего строения свиты наряду с особенностями строения лавовых потоков и ее общим красноцветным обликом рассматриваются как указания на субэвральные условия формирования ее. Значительная эродированность свиты не дает, к сожалению, возможности судить о расположении вулканических центров с помощью метода анализа мощностей. Надо полагать, что локальное развитие свиты и грубообломочный характер пирокластических образований свидетельствуют о существовании вулканического аппарата или ряда их на участке развития свиты, а не на значительном удалении от него, как предполагалось ранее другими исследователями.

Верхнемеловые вулканические образования в противоположность нижнемеловым развиты на территории Северной Армении исключительно широко и протягиваются непрерывной полосой от Кохба—Ноемберяна на севере до Берда на

юго-востоке. Наиболее интенсивные проявления вулканизма, с которыми связаны мощные вулканические накопления, относятся по А. А. Атабекяну к коньяк-сантонскому времени. Следы вулканических выбросов отмечаются уже в сеномане; полностью затухает вулканизм только в нижнем кампане.

Изложение материала, иллюстрирующего строение верхнемеловой вулканической серии ведется в работе по структурным элементам, выделенным В. П. Ренгартеном в качестве основных зон осадконакопления в пределах области в верхнемеловое время—Прикуринской зоне, Иджеванскому и Таузскому прогибам. Изучение разрезов и внутреннего строения вулканической серии указанных структур позволило выделить в ее составе три крупные единицы, комплексы, подчеркивающие последовательное развитие вулканического процесса во времени.

Первый комплекс туффовых песчаников, туффов и туфов андезито-дацитового и дацитового состава (верхний турон—нижний коньяк) обособляется в пределах Иджеванского и Таузского прогибов. Наибольшей мощности указанный комплекс достигает в разрезах с. Ачаджур (160 м) и по р. Ахум (276 м). В первом пункте преобладают туффовые песчаники, включающие поток долеритов и пласт туфов андезито-дацитового состава. В левобережье р. Ахум облик этих образований изменяется: существенное значение приобретают вулканомиктовые брекчии, песчаники и конгломераты, содержащие прослы туфов дацитового состава.

Второй комплекс пород (верхний коньяк—нижний сантон), широко развитый во всех структурных зонах, представляет сложное фаціальное сочетание вулканических брекчий и конгломератов, туффовых песчаников, туфов и лав базальтового, реже андезитового состава. Мощность пород этого комплекса резко изменчива (880—150 м). При сопоставлении данных по разрезам обнаруживаются значительные фаціальные изменения комплекса, которые выражаются в сокращении количества лавого материала с убыванием мощностей и в постепенном замещении брекчий накоплениями смешанного осадочно-вулканогенного характера (туффовые песчаники и конгломераты). Двучленное строение комплекса,

обусловленное преобладающим развитием вулканических брекчий и конгломератов в нижних и средних горизонтах разрезов и лав—в верхних позволяет восстановить смену эксплозивных извержений излияниями лав без сколько-нибудь значительной паузы между этими явлениями.

Последовательная смена продуктов вулканической деятельности внутри комплекса выражена в отдельных структурах по-разному. В Прикуринской зоне базальтовые лавы сменяются андезитовыми и последние вновь базальтовыми. В пределах Иджеванского прогиба в течение всего времени формирования комплекса изливались лавы базальтового состава. В Таузском прогибе отмечается смена базальтов андезитами.

Очень важно подчеркнуть, что облик образований верхний коньяк—нижнесантонского возраста определяется грубо-обломочными вулканическими брекчиями и конгломератами, пересланяющимися с туффовыми песчаниками. Переотложенный характер вулканических брекчий, имеющих песчанистый цемент, тесные взаимопереходы их с конгломератами и развитие переходных типов (конгломерато-брекчий) позволяют отнести эти образования к эпикластическим, переходным от отложенных водой к лахаровым (по классификации Р. Фишера, 1958, 1960). Накопление этого материала связано с быстрой эрозией вулканических центров и происходит в прибрежно-морских мелководных условиях. Об этом же свидетельствует нахождение в цементе вулканических конгломератов и в туффовых песчаниках фауны, живущей в активной волноприбойной среде.

Третий комплекс вулканических образований региона (верхний сантон—нижний компан) отличается наибольшей пестротой фаций и отделяется от описанного выше комплекса местными несогласиями. В Прикуринской зоне и Таузском прогибе этот комплекс объединяет кислые вулканические продукты, в составе которых преобладают пирокластические образования и подчиненную роль играют липаритовые лавы. Последовательность извержений кислых продуктов такова, что выбросы рыхлого обломочного материала и образование разнообразных туфов предшествуют излияниям лав. На от-

дельных участках вслед за лавами или одновременно с ростом экструзивов выбрасываются массы пеплового материала. Особенности строения этого комплекса и характер слагающих его вулканических продуктов свидетельствуют о наземных условиях извержений.

В пределах Иджеванского прогиба третий комплекс вулканических образований представлен в основном андезитовыми и андезито-базальтовыми лавами, а также долеритами, слагающими пластовую залежь. Этот комплекс выделяется только на локальном Саригюхском участке и образовался в результате спокойных излияний в подводных условиях и послойного внедрения долеритов на более поздних этапах.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Эволюция и ход вулканической деятельности в различные периоды мелового этапа отчетливо связаны с историей тектонического развития территории северо-восточного склона современного Малого Кавказа.

Вулканическая активность в неокоме совпадает с периодом положительно направленных движений в ходе развития Антикавказской геосинклинали, существовавшей в течение юрского времени. Вулканизм, однако, проявлялся в неокоме на локальных участках возникшего Алавердско-Мургузского поднятия, и, в частности, на Бердском участке. Протекавшие в наземной обстановке вулканические процессы привели к образованию сложно построенного комплекса пород, в составе которого ведущую роль играют вулканические брекчии пирокластического характера и лавы базальтового и андезитового состава. Изучение характерных разрезов артаминской свиты выявило двухфазное развитие вулканических явлений. В начальную фазу шло преимущественно излияние базальтовых, затем андезитовых лав. В конечную фазу резко возрастает роль эксплозий вулканического материала андезитового состава. Формирование комплекса нижнемеловых пород завершилось внедрением пластовых тел долеритов.

В верхнемеловое время существенно перестраивается режим тектонического развития всей территории Малого Кавка-

за. На северо-восточном склоне его развивается на юрском складчатом основании в виде наложенной структуры Прикуринской геосинклинальный прогиб. Заложение его сопровождалось образованием разломов, смещенных к северо-востоку относительно юрских складчатых структур, но наследующих северо-западное простирание последних. Кроме того, по системе новых, поперечных разломов закладываются Иджеванская, Таузская и другие впадины, вдающиеся в пределы Сомхето-Карабахского поднятия. В связи с развитием Прикуринской геосинклинали формируется верхнемеловая вулканическая серия. С верхним туроном-коньяком—временем заложения поперечных впадин—совпадает начало вулканической деятельности. На этом отрезке времени происходили выбросы обломочного материала дацитового, андезито-дацитового состава. Максимальные проявления вулканизма (верхний коньяк-сантон) относятся ко времени окончательного формирования указанных поперечных впадин и отделения Алавердского поднятия от Мургузского (М. А. Сатнан, 1960). Свойственный образованиям верхнего коньяка—нижнего сантона парагенезис пород, эпикластический, переотложенный характер грубообломочных вулканических брекчий, развитие конгломератов и резкая фациальная изменчивость по простиранию указывают на их принадлежность к переходной вулканогенно-осадочной формации вулканических островов. Эта формация занимает определенное место в истории развития геосинклинальных структур и отмечает по Г. М. Власову (1958), В. Н. Шилову (1957, 1958), В. К. Ротману и Ю. В. Жегалову (1960) переход от подводного вулканизма к субаэральному в условиях воздымания над уровнем моря цепи вулканических островов, «реперными» фациями которых являются вулканические конгломераты.

Центры извержений в коньяке—нижнем сантоне имели линейное расположение и протягивались в северо-западном направлении вдоль границы Алавердского и Мургузского поднятий с Прикуринской зоной, Иджеванским и Таузским прогибами. Это обусловило распределение вулканических накоплений по периферии и у подножья сложенных юрскими формациями антиклинорий Сомхето-Карабахского поднятия.

Эффузивная деятельность на конечных этапах коньяк—нижнесантонского периода тесно сопряжена с внедрением пластовых и крутосекущих тел базальтового и андезитового состава, причем последние приурочены к участкам, для которых уже в нижнем сантоне намечаются антиклинальные тенденции развития (Котигюх, Куши-Айрум—участки сочленения Прикуринской зоны с Иджеванским прогибом). Внедрение пластовых тел базальтового состава шло путем «вползания» магмы в еще неуплотнившиеся породы комплекса и реже—по крупным трещинам. Внедрение субвулканических тел андезитовых порфиритов на указанных участках происходило в более напряженной тектонической обстановке, когда при подъеме возникали трещины растяжения. Указанные условия наряду с большей вязкостью андезитового расплава обусловили более сложную морфологию этих образований—дайкообразные тела, приуроченные к разломам и сочетания двух морфологических элементов: секущего штокообразного тела и пластовой залежи.

В верхнесантонское время вулканизм носил сложный характер, поскольку резче обособлялись участки с различными знаками вертикальных движений. Это обстоятельство обусловило с одной стороны сокращение площадей, на которых проявляется вулканическая деятельность, с другой—одновременные излияния лав различного состава на близко расположенных участках. На локальном участке Иджеванского прогиба—Саригюхском погружении—продолжались излияния андезито-базальтовых и андезитовых лав; на позднем этапе происходило внедрение пластовых тел долеритов. В Прикуринской зоне и Таузском прогибе происходили выбросы пирокластики и пеплового материала, излияния и, в заключительные этапы—экструзии липаритов. Среди экструзивов липаритов по морфологическим особенностям выделяются веерообразные и «луковичные», возникающие в центрах вулканической деятельности при поступлении магмы из вертикальных каналов и массивные («экструзивные хребты») или сочетания даек с потоками, образующиеся вдоль трещин. Центры вулканической активности кислой магмы смещаются относительно центров коньяк-нижнесантонского времени в север—северо-

ро-восточном направлении и сосеродотачиваются в единой полосе поднятия, имеющей северо-западное простирание. Расположенные по указанной линии экструзивы и купола маркируют зону поднятия.

Резюмируя все вышесказанное, подчеркнем следующие характерные особенности размещения очагов вулканизма в верхнемеловое время. 1) Приуроченность центров вулканической деятельности к крупным геосинклинальным структурам и расположение их вдоль границ с антиклинорными поднятиями. 2) Линейное размещение вулканических очагов в пределах основных структур фиксирует протяженность разломов, служащих путями для поднятия магмы. 3) Резкая дифференциация тектонических движений в верхнем сантоне способствовала отчетливой приуроченности вулканических очагов кислой магмы к зонам поднятий и андезито-базальтовых излияний—к зонам локальных погружений. Особенно типичен в этом отношении пример участка сочленения Иджеванского прогиба с Прикуринской зоной.

Таким образом, формирование своеобразного верхнемелового вулканического пояса Северной Армении, являющееся фрагментом в тектонической истории развития альпийской складчатой области Малого Кавказа, связано с той стадией эволюции региона, когда установившийся в юре эвгеосинклинальный режим после этапа поднятий (в. юра—н. мел) сменился стадией заложения ряда новых прогибов. Последние наложены по новому структурному плану на относительно неглубоко залегающий складчатый фундамент (А. Т. Асланян, 1958). Преимущественно базальтовый состав излияний верхнемелового времени может быть поставлен в связь с тем, что вулканизм развивался в условиях возросшей жесткости структуры субстрата и образования системы глубоких расколов. Тектоническая обстановка формирования пояса характеризуется резкой дифференцированностью знаков вертикальных движений на различных участках-блоках. Работы большого ряда исследователей показали, что образование формации вулканических островов составляет определенный этап в эволюции островных дуг Тихоокеанского подвижного пояса. В этом отношении установление островного характера верхне-

мелового вулканизма Северной Армении проливает новый свет на эволюцию вулканизма альпийской складчатой области Малого Кавказа от ранних (эвгеосинклинальных) этапов ее развития до этапов завершенной складчатости.

ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛАВ И ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

Особенности тектонического развития ниже- и верхнемеловой вулканических серий обуславливают существенные различия химизма последних, хотя обе серии относятся к единой известково-щелочной тихоокеанской петрохимической провинции.

Вариационная линия составов нижнемеловых вулканических пород, отражая сравнительно высокую щелочность серии располагается между вариационными кривыми Йеллоустонского парка и Этны. Характер наклона линии указывает на резкий темп возрастания щелочности в ходе дифференциации, которое идет за счет натрия.

В верхнемеловое время в пределах основных структурных единиц развиваются параллельные ряды ассоциаций пород, относящихся к единому петрохимическому типу. Вариационные линии этих составов, отражая более известковистый характер серии, отчетливо сдвинуты влево и протягиваются вдоль вариационной кривой Лассен-Пик. Различия в химизме указанных параллельных рядов проявляются лишь в конечных членах. В базальт-липаритовых рядах Прикуринской зоны и Таузского прогиба эти различия выражаются в соотношениях Na_2O и K_2O , присутствии избыточной извести или пересыщенности глиноземом. В Иджеванском прогибе развивается базальт—андезито-базальт—андезитовый ряд. Таким образом, эволюция единой по составу базальтовой магмы в зависимости от тектонической обстановки направлена в Прикуринской зоне и Таузском прогибе в сторону появления дифференциатов липаритового состава и в Иджеванском прогибе—андезитового и андезито-базальтового.

Пересчеты по методам А. Ритмана и И. Куно, как и числовые характеристики по А. Н. Заварицкому, также обнару-

Характерные величины и признаки меловых вулканогенных серий Северной Армении

Возраст	Главные типы пород	Серияльные индексы и серии по А. Риттману					Индекс затвердевания и щелочно-известковый индекс по И. Куно				Характеристика серии по А. Н. Заварицкому				
		$\sigma = \frac{(Na_2O + K_2O) \cdot 43}{SiO_2}$	Отношение щелочей	$Ap = \frac{0,9 Al_2O_3 - (K_2O + 1,5Na_2O)}{0,9 Al_2O_3 + (K_2O + 1,5Na_2O)}$	$P = (An + 0,7) SiO_2$	Характер серии	$SI = \frac{MgO \times 100}{MgO + FeO + Fe_2O_3 + Na_2O + K_2O}$	SI для серии	$CaO = Na_2O + K_2O$	Тип серии	$alkal = Al_2O_3 + Na_2O + K_2O$	a/c	Q	Класс и группа	Тип ассоциации
Нижний мел	Базальты	4,1	Na > K	0,42	54	Слабый (субизвестково-щелочной)	24,0	17,5	6,2	Известково-щелочной	23,9	1,4	-0,8	5/196	Переходная к щелочной
	Андезиты	3,7	Na > K	0,20	52		10,8				24,2	3,5	+3,0	4/13a	
Верхний мел	Базальты	2,9	Na > K	0,57	60	Средний (известково-щелочной)	24,8	15,0	4,6	Известково-щелочной	23,6	1,0	-13,6	5/196	Щелочно-земельная
	Андезитобазальты	2,2	Na > K	0,43	61		21,6				22,5	1,3	+1,4	3/10	
	Андезиты	2,0	Na > K	0,30	60		19,6				21,7	1,8	+12,9	3/9	
	Липаритодациты	2,5	Na ≈ K	0,26	60		12,6				22,3	3,1	+17,2	2/5	
	Липариты	2,6	Na ≈ K	0,13	60		4,1				22,5	6,5	+28,0	2/4	

живают существенные различия между разновозрастными сериями (таблица 1). По классификации Ритмана нижнемеловая серия относится к тихоокеанскому слабо-известковому (субизвестково-щелочному) типу, верхнемеловая—к среднеизвестковому (известково-щелочному). На сводной диаграмме И. Куно фигуративные точки изученных серий значительно удалены друг от друга, при этом нижнемеловая серия смещена к границе поля щелочных пород, верхнемеловая—к основанию поля известково-щелочных пород. Важный вывод, который следует из рассмотрения особенностей химизма меловых серий состоит в том, что они укладываются в два самостоятельных комплементарных ряда, в которых собственно эффузивные и субвулканические образования каждой серии комагматичны.

Особенности химизма пород различных возрастных групп отчетливо проявляются также в их минеральном составе. Характер минеральных ассоциаций и ход процесса кристаллизации исходных магм разновозрастных серий в интрателлурическую стадию определяется рядом условий и прежде всего—содержанием SiO_2 , относительной ролью щелочей и соотношением железа и магния. В соответствии с насыщенным SiO_2 составом пород нижнемеловой серии (как базальтов, так и андезитов), характерным минералом—вкрапленником в них является гиперстен ($42\text{—}46\% \text{ FeSiO}_3$), выделяющийся одним из первых. Позднее кристаллизуются плагиоклаз (лабрадо-андезин) и железистый авгит ($\text{Wo}_{20-26} \text{En}_{51-48} \text{Fs}_{29-26}$). Эволюция состава гиперстена от вкрапленников к выделениям в основной массе (в базальтах) и от базальтов к андезитам направлена в сторону увеличения содержания железистого компонента. Состав моноклинного пироксена в базальтах эволюционирует в обратном направлении—в сторону увеличения энстатитового компонента, что должно быть связано с изменением отношения $\text{FeO} : \text{MgO}$ в расплаве вследствие частичного растворения ранее выделившегося неустойчивого гиперстена.

Верхнемеловые базальты и долериты недосыщены или слабо насыщены SiO_2 , что наряду с высоким отношением $\text{MgO} : \text{FeO}$ и низкими потенциалами щелочей определяет ха-

795
рактер ассоциации минералов—вкрапленников. Выделение на самых ранних стадиях кристаллизации магнезиального оливина (Fa_{16-32}) обуславливает обогащение остаточной жидкости волластонитовым компонентом относительно ферросилитового и энстатитового. В результате на более поздних стадиях начинает кристаллизоваться авгит, богатый кальцием ($\text{Wo}_{40-46}\text{En}_{43-41}\text{Fs}_{17-13}$). Кроме того, пересыщенность расплава известью в условиях недосыщенности SiO_2 приводит к обогащению плагиоклаза, кристаллизующегося параллельно с авгитом, анортитовой составляющей. Колебания в составе вкрапленников оливина в породах «ранних магматических сегрегаций», в потоках и более поздних пластовых залежах указывают на дифференциацию отдельных порций базальтового расплава, направленную в сторону возрастания железистости. Моноклинный пироксен в ходе двухэтапной кристаллизации пород обнаруживает значительные вариации состава, связанные с убыванием содержания волластонитового и возрастанием ферросилитового компонентов от интрателлурической стадии к постэффузивной. Параллельно состав плагиоклаза эволюционирует, с увеличением содержания альбита.

Таким образом, в разновозрастных сериях состав и ассоциации кристаллизующихся из базальтовых расплавов темноватых минералов находятся в соответствии с закономерностями, установленными А. Полдервартом и Г. Хессом (1951) для кристаллизации насыщенных и недосыщенных базальтовых магм.

Дальнейшая эволюция состава лав верхнемеловой серии с возрастанием степени насыщенности SiO_2 и железистости и переход к андезито-базальтам и андезитах привели к закономерной смене во вкрапленниках оливина и Са—авгита гиперстенном (39—45% FeSiO_3) и железистым авгитом $\text{Wo}_{35-31}\text{En}_{45-47}\text{Fs}_{20-22}$ ассоциирующих с плагиоклазом повышенной основности. Появление именно этого парагенезиса очень характерно и объясняется тем, что указанный переход не сопровождается резким возрастанием активности щелочей и ролн летучих, следствием чего должна была явиться кристаллизация роговой обманки. Крайне ограниченная роль этого минерала в верхнемеловых андезито-базальтах и андезитах согла-

суется с указанием В. С. Соболева (1949), что при относительно низких концентрациях Na_2O в насыщенных магмах происходит реакционное разложение роговой обманки на гиперстен и основной плагиоклаз.

С возрастанием потенциала щелочей, общей железности и появлением избытка кремнекислоты в конечных дифференциатах верхнемеловой серии кристаллизуются роговая обманка и биотит, которые характеризуются высоким отношением $\text{Fe} : (\text{Fe} + \text{Mg})$. Присутствие того или другого из этих минералов определяет петрохимический тип липаритов. Выделение из расплава роговой обманки связано с повышенным химическим потенциалом Na_2O и присутствием свободной извести, что фиксируется повышенным значением параметра «п» и присутствием коэффициента «с'» в роговообманковых липаритах. В других разностях липаритов в связи с повышением потенциала K_2O и пересыщенностью глиноземом закономерно появляется во вкрапленниках биотит. Роговая обманка и биотит ассоциируют обычно с кислым плагиоклазом (олигоклаз-андезином); калиевый полевошпат во вкрапленниках отсутствует. Калий накапливается преимущественно в стекловатом мезостазисе, что отражается в непрерывном убывании отношения $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$ от интрателлурической стадии к постэффузивной в ходе кристаллизации липаритов.

Геохимические и акцессорно-минералогические особенности. Вулканические породы северной Армении характеризуются своеобразным комплексом микроэлементов, геохимическое поведение и характер распределения которых в различных типах пород подчеркивают особенности состава и химизма разновозрастных серий. Изучение распределения и концентрации микроэлементов в различных породах позволило выделить относительно кларков 3 группы ассоциаций их—повышенную, нормальную и рассеянную.

Наиболее характерной геохимической особенностью вулканических пород нижнемеловой серии является резко повышенное против кларка содержание лития, меди, тория, а также фосфора—в андезитах. Для верхнемеловой серии выделяется ряд характерных элементов (V, Co, Li, Sr, Ba, Ga, Cu, Th), проходящий через весь комплекс пород данной серии. В

то же время наблюдается отчетливая тенденция к дифференциации определенных микроэлементов. Так, к комплексу характерных для верхнемеловых базальтов и долеритов элементов (V, Co, Li, Sr, Ba, Ga, Cu, Th) в андезито-базальтах и андезитах присоединяются марганец, рубидий, иттрий и серебро, в липаритах — Ti, Zr, Pb, S и B.

Для каждой серии и, особенно верхнемеловой, отмечается преемственность между ассоциациями характерных элементов собственно эффузивных разностей базальтового, андезитового и липаритового состава и их субвулканическими и дайковыми аналогами, что должно указывать на близость их формирования во времени и генетическое родство в пределах единого вулканического комплекса. Характерные ассоциации микроэлементов, проходящие через каждый комплекс пород разновозрастных серий, указывают на геохимическую индивидуализированность и специализацию исходных магм базальтового состава.

Поведение микроэлементов в ходе дифференциации и образования разновозрастных серий закономерно и определяется близостью их к главным петрогенным. Направленное развитие вулканической деятельности в неокоме и коньяксантоне, выражающееся в возрастании содержания SiO_2 , Na_2O и K_2O и уменьшении — Al_2O_3 , CaO, MgO и суммарного железа, обусловило возрастание в ходе эволюции роли малых петрогенных и редких элементов, а также свинца и убывание содержания элементов группы железа, некоторых металлогенных и галлия. Отмечаемые факты дифференциации микроэлементов в различных членах обеих серий и закономерные изменения величин отношений кристаллохимически близких пар элементов (Mn/Fe, V/Fe, Co/Fe, V/Mg, Li/Mg, Rb/K, Sr/Ca, Ba/K, Y/Ca, Ga/Al) приближают их к дифференцированным базальт-липаритовым сериям.

Проведенное одновременно с геохимическими исследованиями изучение акцессорных минералов показало, что разнообразные породы изученных серий характеризуются изменчивостью количественных соотношений акцессорных минералов, различием морфологических особенностей состава элементов—примесей, а также появлением новых минералов.

Каждая из изученных вулканических серий характеризуется своей специфической ассоциацией акцессорных минералов, проходящей через весь комплекс образований данной серии. Для нижнемеловых эффузивов (ряд базальт-андезит) эта ассоциация представлена титаномagnetитом, темным апатитом, пиритом, гематитом. Ассоциация акцессорных минералов верхнемеловой серии (ряд базальт-липарит) такова: титаномagnetит, ильменит, апатит, циркон, пирит, галенит, сфалерит, реальгар, аурипигмент, самородная медь. Кроме того, начальные члены этой серии (базальтовая группа) характеризуются присутствием также хромита, шпинели, самородных железа и цинка, иоцита, корунда; для более поздних членов (андезиты и липариты) характерны ортит, эпидот, барит, циртолит, сфен, самородный свинец.

Субвулканические образования изученных серий наследуют особенности ассоциаций акцессорных минералов собственно эффузивных разностей. Это особенно четко устанавливается на примере верхнемеловой серии, в составе которой широко развиты субвулканические тела различного состава. Преемственность выражается в сохранении характерного комплекса минеральных видов, сохранении преобладающих форм кристаллов, в составе элементов-примесей. Вместе с тем некоторые различия выявляются в количественном содержании определенных акцессорных минералов: так, в пластовых телах долеритов по сравнению с потоками базальтов и долеритов несколько возрастают содержания хромита, шпинели и корунда, уменьшаются—apatита и самородной меди. Верхнесантонские долериты Саригюхского участка, слагающие пластовые тела, резко отличаются по ассоциации акцессорных минералов от однотипных пород коньяк-нижнесантонского возраста.

Различные типы липаритов, выделенные по минералогическому составу, соотношениям K_2O и Na_2O в сумме щелочей, содержанию Al_2O_3 и избыточной извести, четко различаются также по комплексу акцессорных минералов. Роговообманковые липариты содержат в значительных количествах ильменит, барит, сфен, апатит, мало—циркона и циртолита; в плагиоклазовых и биотитовых липаритах исключительно велики

концентрации циркона, сокращается количество ильменита и барита при равном содержании апатита и очень мало содержится сфена.

* * *

Подытоживая все вышесказанное, можно прийти к заключению, что неокомский и коньяк-сантонский отрезки истории развития изученной области по времени совпадают с определенными вулканическими циклами. Это подтверждается как геологическими данными, так и петрохимическим анализом, закономерностями распределения микроэлементов и особенностями состава и эволюции породообразующих минералов. Вулканизм неокомского времени, проявившийся на стадии интенсивных положительных движений в юрской геосинклинали, привел к образованию ассоциации пород повышенной щелочности. Смена вулканических циклов на границе неокома и верхнего мела была обусловлена возникновением нового магматического очага, производные которого отличаются повышенной глиноземистостью, известковистостью и железистостью.

Касаясь вопроса о главном петрогенетическом процессе в ходе возникновения базальт-ролитовой ассоциации необходимо учитывать следующие данные: 1) соотношения объемов главных типов пород верхнемеловой серии указывает на ведущую роль базальтов, слагающих около 75—80% всего объема вулканических пород. 2) Закономерности эволюции химизма пород, состава породообразующих минералов и геохимические особенности обнаруживают сериальную зависимость между главными членами ассоциации. Учитывая все это, можно в ходе магматической дифференциации исходной базальтовой магмы значительную роль отводить процессу кристаллизационной дифференциации. Вместе с тем, структурное положение липаритов и приуроченность их к единой зоне поднятия, вариации в их составе, особенно в соотношении щелочей, некоторое убывание сериального индекса (σ) наряду с определенными геохимическими особенностями и проявленными тенденциями кислой магмы, позволяют считать, что на поздних этапах дифференциации расплава в сторону появления

более кислых членов определенную роль сыграли процессы ассимиляции сиалического материала субстрата, связанные с перемещением магматических очагов в верхние структурные ярусы.

ПОСТВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СВЯЗАННЫЕ С МЕЛОВЫМИ ВУЛКАНИЧЕСКИМИ СЕРИЯМИ

Вулканические породы меловых серий несут отчетливые следы поздне-постмагматических процессов минералообразования. О характере этих процессов можно судить по составу минералов, слагающих интерстиции между кристаллическими частями пород, миндалины и прожилки в лавах и гнезда, жеоды, мелкие жилообразные тела в цементе вулканических брекчий. Проведенные исследования показали, что начало процессов поствулканического минералообразования восходит к позднемагматическим этапам с непосредственным переходом к низкотемпературным гидротермальным.

На основании выполненных оптических, химических, спектральных, рентгенометрических и термических исследований дано детальное описание минералов группы палагонита (собственно палагонит, хлориты, иддингсит, глиноземистый хлорофeit, железистый сапонит), цеолитов (анальцит, натролит, мезолит, сколецит, томсонит, гейландит, десмин, бариогейландит, морденит и др.) и группы кремнезема (опал, яшма, халцедон, кварц, аметист).

В комплексе минеральных новообразований в меловых вулканических сериях выделяются четыре главные группы, отчетливо обособленные в пространстве и близко совпадающие по времени с формированием самих вулканических комплексов. Группы эти таковы:

1. Хлорит-кварц-кальцитовая (низкотемпературная пропилитизация), характерная для пород нижнемеловой серии.
2. Палагонит-цеолит-кальцитовая, регионально выраженная и характерная для коньяк-нижнесантонских эффузивов и вулканических брекчий.
3. Калиевый полевошпат в верхнесантонских липаритовых экструзивах; реже—бариогейландит с поздними кварцем и баритом.

4. Опал-халцедон-кварц-кальцит-морденитовая с монтмориллонитом и бейделлитом, локально выраженная и характерная для развитых на Саригюхском участке верхнесантонских лав и туфов.

В распределении продуктов и характере автометаморфических и гидротермальных процессов минералообразования намечаются элементы вертикальной зональности, обусловленные глубиной этих процессов, температурой и химизмом метаморфизующих растворов.

С цеолитизации верхнемеловых вулканических пород. Процессы цеолитообразования исключительно характерны для верхнемеловой вулканической серии Северной Армении и, по данным Р. Н. Абдуллаева, для всей полосы развития верхнемеловых эффузивов по северо-восточному склону Малого Кавказа. По своему распространению в породах верхнемеловой серии Прикуринской зоны, Иджеванского и Таузского прогибов цеолиты могут быть сгруппированы в следующие основные ассоциации. 1. Анальцит-натролит-томсонитовая с более поздним гейландитом; 2. Томсонит-сколецитовая; 3. Томсонит-шабазитовая; 4. Сколецит-десмин-леонгардитовая с более поздним гейландитом; 5. Бариогейландитовая; 6. гейландит-морденитовая.

В пространственном распределении первых четырех ассоциаций, характерных для коньяк-нижнесантонского комплекса вулканических пород, проявляется отчетливая смена одних другими в горизонтальном направлении. Эти зоны протягиваются примерно по простирацию брекчий и лав комплекса. В вертикальном направлении определенной закономерности в распределении цеолитов не выявляется. Однако, исходя из соотношений мощностей комплекса, можно указать, что томсонит-шабазитовая ассоциация является наименее глубокой и перекрывает, по-видимому, сколецит-томсонитовую. Последняя располагается на уровне сколецит-десмин-леонгардитовой и, по-видимому, частично, перекрывает анальцит-натролитовую. Бариогейландитовая и гейландит-морденитовая ассоциации являются локальными и наиболее поздними и низкотемпературными; гейландит-морденитовая — приурочена к зоне мелких тектонических нарушений.

Возможные условия цеолитизации верхнемеловых вулканических пород представляются следующим образом.

1. Образование цеолитов шло после накопления всей толщи коньяк-нижнесантонских эффузивов и брекчий и является наложенным процессом.

2. Образование определенных зон и ассоциаций цеолитов обязано несомненно факторам температуры и глубинности. Наиболее погруженная анальцим-натролитовая ассоциация и является наиболее высокотемпературной; наиболее низкотемпературной является томсонит-шабазитовая.

3. Цеолитизация шла в еще не испытавших уплотнение брекчиях и лавах комплекса за счет кислотных магматогенных растворов и газов. Поступлению их способствовало внедрение на поздних этапах формирования комплекса пластовых тел и даек, которые также цеолитизированы. Поступавшие снизу горячие растворы и газы смешивались также с морской водой, которой, если учитывать геологические условия образования указанного комплекса, были пропитаны рыхлые шлаковые накопления и пористые горизонты лавовых потоков. При этом смешении поровые воды приобретали агрессивность. Породы комплекса были достаточно проницаемы для возникавших таким образом гидротермальных растворов. Образование цеолитов шло, несомненно как за счет материала, привносимого самими растворами с глубин, так и за счет выщелоченных из рыхлых вулканических брекчий компонентов—Na, Ca, Si, Al. С понижением температуры восходящих растворов возрастала активность SiO_2 и Al_2O_3 .

4. В соответствии с данными Кумбса и др. (D. C. Coombs, A. J. Ellis, W. S. Fyfe and A. M. Taylor, 1959) в обстановке дефицита SiO_2 (в базальтовых лавах и брекчиях коньяка—нижнего сантона) образовались такие бедные кремнекислотой цеолиты, как сколецит, натролит, мезолит, томсонит и шабазит. С возрастанием активности SiO_2 к концу процесса цеолитизации образовались гейландит и десмин, а также бариогейландит—в липаритовых порфирах. Образование гейландит-морденитовой ассоциации в андезитовых порфиритах верхнего сантона связано с зоной локальных тектонических

нарушений и происходит в обстановке чрезвычайно высокой активности SiO_2 .

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Особенности проявления и типы минерализации, связанные со своеобразными поствулканическими процессами, отражают направление эволюции и характер вулканической деятельности верхнемелового времени. Образование различных типов полезных ископаемых является завершающим этапом в истории верхнемелового вулканизма. Весьма существенным и важным в смысле выяснения генезиса трех главных типов полезной минерализации—агата, бентонитовых глин и марганцевых руд—является факт пространственного их совмещения в пределах Саригюхского локального прогиба, являющегося верхнесантон-нижнекампанское время подводным участком разгрузки термальных источников. Характерная тесная ассоциация марганцевых руд с кремнистыми породами, как и пространственная связь их с месторождениями агата и бентонитов, позволяют говорить об общем источнике горячих растворов, выносивших по разломам кремнезем и соединения марганца. Те же растворы интенсивно пропаривали на одних участках пепловые туфы, на других—стекловатые андезитобазальты, перерабатывая их в бентонитовые глины. Повышенные содержания марганца в эффузивах, дайках и измененных разностях пород Саригюхского участка и преемственность между ассоциациями микроэлементов, характерных для верхнемеловой серии с одной стороны, и марганцевых руд—с другой, являются геохимическими критериями, свидетельствующими о генетической связи концентраций марганца с верхнесантонским вулканизмом и магматическим очагом верхнемелового времени.

Выявленные на примере Саригюхского участка условия локализации трех главных типов полезной минерализации позволяют суммировать следующие структурно-геологические и петрографические критерии, которые могут явиться поисковыми. 1) Приуроченность агатовой минерализации, марганцевого оруденения и бентонитов гидротермального генезиса

к локальному прогибу и в пределах последнего—к зонам тектонических нарушений. 2. Ассоциация их с эффузивами андезитового, андезито-базальтового состава и кремнистыми породами. 3. Парагенетическая связь месторождений указанных трех типов и последовательность в их распределении в пространстве.

РАБОТЫ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. К петрографии верхнемеловых вулканических пород Северной Армении. Труды II Закавказской конференции молодых геологов; Баку, 1960.

2. Некоторые черты верхнемелового вулканизма Северной Армении. Изв. АН Арм. ССР (геологические и географические науки), том XIV, № 3, 1961.

3. Новые данные к геохронологической шкале в абсолютном летоисчислении по материалам Армянской ССР 1961 г. Докл. АН Арм. ССР, том XXXIII, № 4, 1961 (в соавторстве с Г. П. Багдасаряном и Р. Х. Гукасяном).

4. Меловые вулканические породы Армянской ССР. «Геология Армянской ССР», т. 3, «Петрография изверженных пород Арм. ССР» (в печати).

5. Агат. «Геология Армянской ССР», т. 4, «Неметаллические полезные ископаемые» (в соавторстве с А. А. Арутюняном) (в печати).

6. Основные закономерности эффузивного магматизма Армении. Труды Института геологических наук (Доклады на юбилейной сессии). (в соавторстве с К. Г. Шириняном, Р. А. Аракеляном, О. П. Елисеевой, Э. Г. Малхасяном), 1963.

7. Шаровидные обособления в верхнемеловых обсиданах в районе с. Алпаут (Азербайджанская ССР). Труды ИГЕМ, выпуск 90, 1963.

8. Об особенностях распространения микроэлементов в палеовулканических формациях Арм. ССР. Изв. АН Арм. ССР (геол. и геогр. науки), т. XVI, № 3, 1963 (в соавторстве с Р. Т. Джрбашяном, Э. Г. Малхасяном).

9. О цеолитизации верхнемеловых вулканических пород. Записки Арм. отделения Всесоюз. минер. об-ва (в печати).

ВФ 06683

Заказ 313

Тираж 150

Типография Издательства АН Армянской ССР, Ереван, Барекамутиян, 24

567