

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
КАВКАССКИЙ ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ  
им. А.А.ТВАЛЧРЕЛИДZE

На правах рукописи

ЛВАКЯН Грачик Саркисович

УДК 549.67.553.611.6(479.25)

ЦЕОЛИТ-БЕНТОНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ АРМЯНСКОЙ ЧАСТИ  
СОМХЕТО-КАФАНСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ  
ЗОНЫ МАЛОГО КАВКАЗА И ЕЕ ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА

04.00.14 - Геология, поиски и разведка рудных  
и нерудных месторождений

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

Тбилиси-1989

Работа выполнена в Управлении геологии Арм.ССР и научно-  
производственном объединении медно-молибденовой промышленности  
Армении

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук  
Г.А.Мачабели (КИМС);  
доктор геолого-минералогических наук М.А.  
Сатиан (ИГН АН Арм.ССР);  
доктор геолого-минералогических наук,  
профессор В.П.Петров (ИГЕМ)

Ведущая организация: Ереванский Государственный университет

Защита диссертации состоится "27" ноября 1989г.  
в 14<sup>00</sup> часов на заседании специализированного Совета по  
защите докторских диссертаций Д.071.16.01 при Кавказском институте  
минерального сырья им.А.А.Гвалцрелидзе Минтео СССР по адресу:  
380062, г.Тбилиси, ул.Палиашвили, 85.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кавказского  
института минерального сырья (КИМС).

Автореферат разослан "26" сентября 1989 года.

Ученый секретарь  
специализированного Совета,  
кандидат геолого-минералогических наук *И.И.Хамхадзе* Н.И.Хамхадзе

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Изучены два типа характерных месторождений - Саригхское и Ноемберянское и ряд проявлений цеолито-бентонитовых пород. Доказывается, что все минеральные новообразования (промышленного и непромышленного значения) теснейшим образом связаны между собой и вулканитами парагенетически.

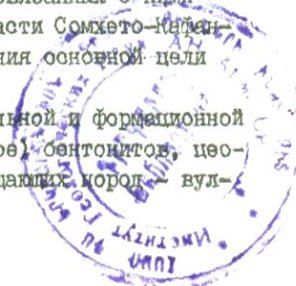
В данной работе на первый план выдвинуты вопросы, касающиеся воспроизведения закономерностей пространственного размещения бентонитовых и цеолитовых залежей, их связи с продуктами вулканической деятельности и генезиса промышленных месторождений бентонитовых глин, цеолитовых и цеолито-бентонитовых пород, агатов и других парагенетически связанных с бентонитами минералов. Доказывается, что промышленные залежи бентонитовых глин могут образоваться не только за счет пирокластических продуктов среднего и кислого состава, накопленных на дне морских и озерных водоемов, но и за счет лав и других вулканитов разного петрохимического состава, имеющих в своем строении преобладающее большинство стекловатого материала и по структурно-текстурным особенностям благоприятные условия для проникновения гидротермальных растворов.

До сих пор нет четкой теории формирования агатов бастионного типа. Имеющаяся теория - коагуляция геля кремнезема и оседание его на дне пор и пустот не в состоянии объяснить концентрически-зональное строение агатовых тел. Правильное познание механизма формирования агатов бастионного типа может иметь большое теоретическое и практическое значение. В этой связи в данной работе принята попытка совершенно по-новому объяснить механизм формирования агатов бастионного типа.

Правильное познание генезиса указанных выше месторождений во многом будет способствовать правильной разработке поисковых критерий.

Цель и задачи исследований. Основной целью исследований явилось возможно правильное определение условий образования месторождений бентонитовых глин и цеолитов, механизма формирования глинистых и цеолитовых минералов и парагенетически связанных с ними других видов полезных ископаемых в армянской части Сомхето-Инданской структурно-формационной зоны. Для достижения основной цели потребовалось решить следующие частные задачи:

- определение на стратиграфической, фациальной и формационной основе взаимоотношений (в том числе и возрастной) бентонитов, цеолитов, агатов и др., с различными типами вмещающих пород - вул-



8861

каногенных, магматогенных, осадочно-вулканогенных, осадочных и др.;

- определение пространственной и генетической связи промышленных залежей полезных ископаемых (бентонитов, цеолитов, агатов) с вмещающими их породами;

- классификация материнских (родоначальных) пород бентонитов и цеолитов по степени их изменения, отбор проб и образцов из разностепенно измененных пород на химический, петрографический, минералогический и технологический анализы;

- проведение всестороннего петрографического, химического, минералогического (от оптического до рентгеноструктурного и электронномикроскопического) и технологического анализов в различных лабораториях Советского Союза;

- определение перемещения породо- и рудообразующих компонентов в родоначальных породах в зависимости от степени их изменения;

- разработка региональных и локальных поисковых критериев на промышленные месторождения бентонитовых глин, цеолитов, агатов и других сопутствующих бентонитизации полезных ископаемых.

Научная новизна. Впервые, в 1962 и 1963 гг. (рукописные работы) и в 1966 г. (опубликованная работа), на примере Саригтхского месторождения было обосновано гидротермально-метасоматическое образование промышленных залежей бентонитовых глин, механизм которого был доработан в последующие годы. Тогда же впервые было обосновано образование промышленных залежей бентонитовых глин за счет субинтрузивных пород - андезито-базальтовых порфиритов и частично за счет андезито-дацитов и туфопесчаников. Были также показаны возможности образования бентонитовых глин за счет более кислых лавовых и дайковых пород.

Впервые для Саригтхского месторождения обоснована парагенетическая связь с бентонитами агата, халцедона, аметиста, горного хрусталя, кальцита (исландского шпата), марганцевых минералов, цеолитов (гейландита и морденита), пирита, галенита и др.

Впервые была предложена совершенно новая, принципиально отличающаяся от имеющихся, гипотеза о механизме формирования агатов бастионного типа из коллоидных растворов кремнезема.

Впервые было доказано, что обнаруженные в верхах позднеантонских отложений (в песчанистых известняках) обломки изверженных пород не являются "базальтными конгломератами", доказывающими существование перерыва в осадконакоплении, а представляют собой обычные бомбы подводного вулкана.

Исследования на Исомбарянском месторождении цеолито-бентони-

товых пород, первооткрывателем которого является автор, показали, что за счет одних и тех же пород очень часто образовывались различные конечные продукты. Так, в одном случае пласты пепловых, пеплово-пемзовых и пемзовых туфов дацит-риолитового состава были преобразованы в цеолититы, в другом - бентониты.

Было установлено, что тела туфов (в том числе и разные части одного и того же тела) были подвергнуты воздействиям различных процессов; в одном случае имело место воздействие морского диагенеза, а в другом - диагенеза и гидротермальных растворов одновременно. И в связи с тем, что трудно было переоценить роль какого-либо процесса, впервые был введен термин "гидротермально-диагенетические" условия (Авакян, 1974).

Насколько он будет удачным термином и войдет ли в геологическое употребление - покажет время.

Вслед за Р.Л.Хейем (1966) и др., на примере Ноемберянского месторождения, было показано, что в одних и тех же геологических условиях ( $p$ ,  $t$ ,  $pH$ ) из вулканических стекол различных составов формируются различные типы цеолитовых минералов. То есть, тип цеолитовых минералов контролируется составом родоначальных пород (вулканического стекла). Наряду с этим бентонитообразование в гидротермально-диагенетических условиях развивается совершенно независимо от состава родоначальных вулканогенных пород. Оно развивается за счет вулканического стекла пород как основного состава, так и среднего и кислого составов.

Практическая ценность работы и реализация результатов исследований. В 1961-1962 годах под руководством автора настоящей работы и при его непосредственном участии за неполных два года с большой экономической эффективностью было разведано уникальное и крупнейшее в СССР Сарияхское месторождение бентонитовых глин. Автором дважды - в 1962 и 1963 годах - были подсчитаны запасы бентонитов этого месторождения, которые утверждены ИКЗ СССР с хорошей оценкой. С 1964 года Сарияхское месторождение разрабатывается. На сырьевой базе Сарияхского месторождения в поселке "Кривой мост" Иджеванского района Арм.ССР построены и ныне с успехом действуют два завода по выпуску бентопорошков для нужд различных отраслей промышленности.

В первые же годы цеолитового бума (1971-1972гг.) автором были прогнозированы перспективы выявления промышленных залежей природных цеолитов на территории Армянской ССР, и в начале 1972года им было выявлено крупнейшее Ноемберянское месторождение цеолито-

бентонитовых пород. В течение последующих двух лет (1973-1974 гг.) на Ноемберянском месторождении проводились поисково-оценочные работы, в результате которых были оценены и цеолититы и бентониты как в качественном, так и в количественном отношении.

В настоящее время на участке "Новый-Кохо" Ноемберянского месторождения уже завершены детальные разведочные работы на цеолиты для нужд животноводства Армянской ССР, и в скором будущем одна из многочисленных отраслей республики получит продукцию этого ценнейшего сырья. Но, на наш взгляд, это еще не все. Имеются все предпосылки, что в скором будущем для обеспечения растущей потребности отечественной промышленности и сельского хозяйства в промышленное освоение будут введены цеолиты в более крупных масштабах.

При проведении поисковых работ на участках Новый и Новый-Кохо Ноемберянского месторождения, на северо-востоке Армении впервые были выявлены минерализованные воды типа "Ижевск"-а с промышленным дебитом (42-43 л/сек).

Фактический материал. В основу работы положены результаты многолетних полевых работ, обобщенных в четырех отчетах по завершённым работам, из коих два отчета с подсчетом запасов бентонитовых глин Саригтхского месторождения были представлены в ГКЗ СССР. Во время полевых работ (в процессе проведения детальных разведочных работ на Саригтхском месторождении бентонитовых глин и поисковых и поисково-оценочных работ на Ноемберянском месторождении цеолититов и бентонитов) автором были собраны и переданы в различные лаборатории Армении и других республик Советского Союза пробы и образцы пород в следующем количестве: на рентгеноструктурный анализ - 900 проб, на термический - 500 проб, на электронно-микроскопический (в том числе и сканирующий) и электронографический - 650 проб, на химический (силикатный) - 760 проб, на ионно-обменный - 343 пробы, на дисперсный - 160 проб, на петрографический (прозрачные шлифы) - 1200 образцов, на лабораторно-технологическое и заводское испытание - более 5000 проб и др.

По соседним месторождениям Азербайджанской ССР краткие сведения в работе приведены в основном по опубликованным и фондовым материалам, а также и по маршрутам для уязки опорных геологических разрезов.

Апробация работы. Важнее всего в работе геолога - достижение конечной цели кратчайшим и эффективным путем. А конечной целью является, в одном случае, - выявление месторождений полезных ископаемых с промышленным значением, являющимся логическим про-

должением правильного прогнозирования и целенаправленного проведения геолого-поисковых работ, а в другом - быстрое и эффективное проведение геологоразведочных работ на уже выявленном месторождении и передача его на промышленное освоение. В данном случае основной апробацией работы автора являются Саригяхское и Ноемберянское месторождения, первое из которых разведано автором и теперь с большой экономической эффективностью разрабатывается более 24 лет, а второе - было выявлено им же в заранее прогнозированном районе. На трех самых перспективных участках Ноемберянского месторождения автором были проведены поисково-оценочные работы и оценены как в качественном, так и в количественном отношении как цеолиты, так и бентониты. С 1983г. на участке Новый-Кохб были начаты детальные разведочные работы на цеолиты, которые были завершены в 1988г., запасы утверждены в ТКЗ (Территориальная комиссия по запасам полезных ископаемых) Арм.ССР и в скором будущем сырье этого месторождения будет применено в промышленности. Ноемберянское месторождение в скором будущем может стать крупнейшей сырьевой базой бентонитов и цеолитов Советского Союза.

Основные положения диссертации докладывались на: пленарных заседаниях ГКЗ СССР в 1962 и 1963гг.; выездной сессии секции неметаллов ИТС МинГео СССР по теме "Изученность ресурсов цеолит-содержащих пород, определение областей их промышленного использования и направления дальнейших геологоразведочных работ", апрель, 1974, г.Баку; Всесоюзном симпозиуме по вопросам исследования и применения клиноптилолита, декабрь, 1974, г.Тбилиси; Всесоюзном совещании по бентонитовым глинам "Геология, генезис, требования промышленности", апрель, 1977, г.Москва; Всесоюзном семинаре "Геология, генезис и использование природных цеолитов", март, 1978, г.Звенигород; третьей Закавказской конференции по адсорбции и хроматографии, ноябрь-декабрь, 1978, г.Ереван; пятом Всесоюзном палеовулканологическом симпозиуме "Проблемы палеовулканологических реконструкций и картирования в связи с вулканогенным рудообразованием", сентябрь, 1981, г.Черкассы и др.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 31 статья, две монографии, написаны четыре отчета по завершённым работам, из коих два с подсчетом запасов бентонитовых глин Саригяхского месторождения, которые были рассмотрены ГКЗ СССР и утверждены с хорошей оценкой.

#### Основние защитаемого положения.

I. Особенностью формирования гидротермально-метасоматических залежей бентонитов северного сегмента Сомхето-Пананской струк-

турно-формационной зоны, в отличие от известных месторождений аналогичного генезиса Италии (Понца), Алжира (Лалла-Магна), СССР (Даш-Салахли, Асканская группа, Убаганское и др.), является образование бентонитов вследствие гидротермальной переработки андезито-базальтовых витрофировых субвулканических интрузивных тел под воздействием среднетемпературных щелочных растворов.

2. Рассматриваемые в качестве материнских для бентонитов гидротермально-метасоматического генезиса палеогеновые вулканы являлись к тому же основным поставщиком компонентов для образования парагенетически связанных и пространственно близких с бентонитами неглинистых минералов - агата, цеолитов, пирита, галенита, исландского шпата, марганца и других.

3. Выдвинуто совершенно новое направление о механизме формирования агатов бастинного типа (с концентрически зональным строением). В броуновском движении отрицательно заряженные гранулы кремнезема (ядро коллоида с адсорбционным слоем), сталкиваясь с положительно заряженной поверхностью пор и пустот, прилипают к ней и, постепенно разрастаясь, формируют агатовые тела.

4. Во всех изученных месторождениях бентонитовых глин до образования конечного продукта - монтмориллонита отмечается стадийное преобразование вулканического стекла и темных минералов - пироксенов и оливина. Вулканическое стекло основного состава в монтмориллонит переходил через промежуточные метастабильные в данных условиях фазы - хлорит-селадонит-смешанослойный минерал селадонит-монтмориллонитового состава или без хлорита. Ту же самую стадийность проявляют пироксены и оливин. С другой стороны, кислые вулканические стекла в монтмориллонит переходили либо непосредственно, без каких-либо промежуточных метастабильных фаз, либо через цеолитовые минералы - клиноптилолит и морденит. Переход кислого вулканического стекла в монтмориллонит через промежуточные цеолиты является результатом смены геологических условий минералообразования, т.е. смены процесса диагенеза, происходившего в закрытой (или почти закрытой) системе, процессом воздействия газо- и гидротермальных растворов, который проходит в открытой системе с медленной и свободной циркуляцией межпоровых растворов.

5. Переход вулканических стекол в монтмориллонит через промежуточные метастабильные фазы - хлорит-селадонит-смешанослойный минерал селадонит-монтмориллонитового состава или селадонит-смешанослойный минерал, в одних и тех же геологических условиях, под воздействием одних и тех же растворов теснейшим образом связан с сос-

тавом вулканических стекол. Темные стекла основного и среднего составов в монтмориллонит переходят через указанные метастабильные в данных условиях минералы, а светлые — кислые стекла в монтмориллонит переходят непосредственно, без каких-либо промежуточных продуктов.

6. На Ноемберянском, Али-Байрамлинском, Каймаклинском и Кямарлинском месторождениях цеолитовые минералы и бентониты образовались за счет вулканических стекол одних и тех же пирокластических пород — андезито-базальтовых, андезито-дацитовых, дацитовых, дацит-риолитовых и риолитовых туфов (пещлового, пещлово-пемзового и пемзового размерностей слагающих обломков). Цеолиты образовались в раннедиагенетических условиях под воздействием межпоровых, заимствованных из морского бассейна вод в высокощелочной среде и закрытых (или почти закрытых) условиях. В этих условиях за счет вулканического стекла пирокластолитов андезито-базальтового состава образовался анальцит, за счет стекла кислого — дацитового и дацит-риолитового составов — клиноптилолит, а за счет стекла более кислого — риолитового состава — морценит.

Наряду с этим бентониты (монтмориллонит) образовались за счет стекла всех указанных типов пород в условиях морского диагенеза и поступления глубинных газо-гидротермальных растворов в открытых условиях с медленной, но свободной циркуляцией межпоровых растворов, т.е. тип цеолитовых минералов контролировался составом родоначального вулканического стекла, а бентониты образовались вне такой зависимости.

7. Глубокое метасоматическое преобразование — бентонитизация и цеолитизация вулканогенных пород основного состава имело место под воздействием растворов ( в том числе и гидротермальных) с повышенной щелочностью, а кислого состава — с достаточно низкой щелочностью; глубокое метасоматическое преобразование эффузивных, экструзивных и субинтрузивных — более плотных пород с никакой эффективной пористостью имеет место исключительно под воздействием гидротермальных растворов с повышенной температурой (250–350°C) и пониженной вязкостью; наряду с этим менее плотные породы с высокой эффективной пористостью (пещловые, пещлово-пемзовые и пемзовые туфы и др.) претерпевают глубокое метасоматическое преобразование и под воздействием растворов ( в том числе и гидротермальных) с более низкой температурой (до 105–110°C).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения

и пяти основных глав. После каждой главы, посвященной отдельным месторождениям цеолито-бентонитов Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоны, их геологическим строениям и генезису, приведены выводы. Глава шестая является обобщающей и заключительной.

Работа содержит 474 страницы машинописного текста, в том числе список литературы (300 наименований), 94 иллюстрации и 34 таблицы.

Настоящая диссертационная работа написана по собственной инициативе автора параллельно с выполнением производственных заданий - ведением поисковых и разведочных работ в системе Управления геологии Армении (до 1981 года) и НИО "Армцветмет" (с 1981г. по настоящее время).

В ходе написания настоящей работы автор пользовался ценными советами, поддержкой и доброжелательностью докторов геолого-минералогических наук: Н.В.Кирсанова, Г.А.Мачабели, Э.Г.Малхасяна, Г.А.Магалашвили, М.А.Сатяна; кандидатов геолого-минералогических наук: В.В.Власова, проводившего основные рентгеноструктурные исследования, С.С.Ломовой, проводившей электронномикроскопические снимки на сканирующем электронном микроскопе, А.А.Сабитова, С.О.Ачигкёзьяна, Р.Г.Ихитаряна, геолога С.А.Степаняна и др. Всем им выражаем глубокую признательность.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава I. Гестектоническое развитие и магматизм Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоны Малого Кавказа

Тектоническое строение района наших исследований рассматривается в едином комплексе с тектоникой Малого Кавказа, представление о которой из года в год меняется, обогащается новыми данными и новыми идеями.

Первые исследователи тектоники Малого Кавказа В.П.Ренгартен (1939, 1959), Л.А.Варданянц (1935, 1955), К.Н.Паффенгольц (1948, 1959), В.Е.Хаян (1949, 1950, 1959, 1964), А.А.Габриэлян (1959, 1964, 1971, 1974, 1980), А.Т.Асланян (1958, 1970), Э.Ш.Шихалибейли (1956, 1964а, б) и др. главенствующую роль придавали геосинклинальному развитию региона с ее структурно-формационными зонами и разрывными нарушениями общекавказского направления, разделяющими зоны друг от друга.

Территория Армянской ССР, по данным А.Т.Асланяна (1970), входит в одну из внутренних зон Тавро-Кавказского сектора среди-

земноморского орогена. Это единая в оротектоническом отношении область Малого Кавказа, представляющая собой дугообразно построенный мегантиклинорий шириной 200 км и протяженностью 400 км.

В составе мегантиклинория Малого Кавказа А.Т.Асланян выделяет три оротектонических пояса: 1 - Антикавказский, 2 - Севанский, 3 - Араксинский.

В составе Антикавказского пояса А.Т.Асланян выделяет две структурно-формационные зоны: Предмалокавказская интрагеосинклиналь и Сомхето-Карабахская интрагеосинклиналь.

По данным А.А.Габриеляна (1980), Кафанский сегмент является неотъемлемой частью Сомхето-Карабахской эвгеосинклинали, и в связи с этим он объединяет их в единую Сомхето-Кафанскую структурно-формационную зону.

Объекты наших исследований - месторождения бентонитовых глин, цеолититов, агатов и др. входят в Антикавказский оротектонический пояс и расположены в основном в пределах Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоны.

Некоторая, небольшая часть месторождений бентонитовых глин и цеолититов на восточном продолжении, в сторону Азербайджанской ССР, переходит на территорию Предмалокавказской интрагеосинклинали и расположена вдоль границы указанных двух структурно-формационных зон Антикавказского пояса (месторождения Али-Байрамлы, Каймаклы и др.).

Сомхето-Кафанская зона располагается непосредственно юго-западнее Предмалокавказской зоны в направлении Богдановка - Алаверди - Иджеван - Кедабек - Дашкесан - Степанакерт - Кафан. Большим распространением в пределах зоны пользуются юрские отложения. Меньшее распространение имеют меловые, палеогеновые и мио-плистоценовые отложения. Из интрузивных пород широко развиты типабисальные гранитоиды, субвулканические и пласовые кварцевые плагионофиды, альбитофиды, порфириты, дациты, частично габбро-диориты и субинтрузивные андезиты-базальтовые порфириты.

Особенности вулканизма и состав вулканических извержений определялись интенсивностью тектонических движений, глубиной заложения разломов, соотношением отдельных прогибов и зон с герцинскими и юрскими складчатыми структурами, расположением кровли суботрата на разных глубинах (Шихалибеги, 1964а, б).

В Иджеванском (Казахском) прогибе в оеномане, как и в альбе, происходит вулканическая деятельность, пирокластические материалы которой, смешиваясь с карбонатным илом, обусловили на-

копление туфогенных известняков.

В позднем коньяке-сантоне происходит дальнейшее расширение трансгрессии. Продолжают интенсивно действовать вулканы, при этом накопление туфогенных материалов происходит в подводных условиях, о чем свидетельствуют прослои и линзы коралловых и рудистовых известняков.

Поздне меловая трансгрессия достигает максимума в кампане; в это время на территории Малого Кавказа устанавливается широкое открытое море почти без островов. Были созданы весьма благоприятные условия для накопления хелогенных и биогенных карбонатных отложений. Отложения кампан-маастрихтского возраста характеризуются сравнительной устойчивостью фаций по всему Малому Кавказу, представлены сравнительно глубоководными пелитоморфными известняками и мергелями.

В конце маастрихта происходят мощные тектонические движения, обусловившие крупное и регионально выраженное поднятие и регрессию в датском веке. Большая часть территории Малого Кавказа превращается в сушу, и только в некоторых остаточных прогибах в датско-палеоценовое время происходит накопление осадков. В Иджеванском (Казахском) поперечном прогибе происходит внедрение субинтрузивных, силловых, дайкообразных и линзообразных тел андезит-базальтов Саригхского рудного поля и накопление карбонатных пород, которые, однако, в отличие от позднеэоценовых карбонатных пород, сильно обогащены терригенным материалом, что также свидетельствует о поднятии окружающей бассейна суши.

После крупного поднятия и регрессии, имевших место в датском веке и палеоцене, в раннем эоцене начинается новое опускание и трансгрессия, которая достигает максимума развития в среднем эоцене.

Слигоцен-антропогеновая фаза развития представляет собой важнейшую стадию альпийского этапа развития, эпоху горообразования и формирования современного высокогорного рельефа Малого Кавказа, заложения наложенных впадин, образования орогенных формаций и проявления постовлашчатого вулканизма.

Инициальный магматизм Сумхато-Кафланской структурно-формационной зоны характеризуется развитием базальт-андезит-диабазолапаритовой и базальт-андезитовой формаций, образовавших вместе с диабазогранитом вулканогенно-интрузивную ассоциацию, которая характерна для начальной стадии развития островной дуги. Формирование этой стадии началось с накоплением вулканических толщ базальт-

андезит-дацитовой формации в условиях преобладающих поднятий.

Неметаллические полезные ископаемые - бентонитовые глины, цеолититы, агаты и др. Сомкето-Кафанской структурно-формационной зоны как генетически, так и пространственно теснейшим образом связаны исключительно с вулканогенным - эффузивным, эксплозивным, экструзивным образованиям позднемеловой - завершающей стадии, а также и субинтрузивным образованиям орогенной стадии развития островной дуги.

По данным Ф.А.Ахундова (1987), самый поздний комплекс позднемелового вулканизма в Казахском прогибе - позднесантонские кислые и основные вулканические образования. Последние развиты на северо-западном борту Казахского прогиба, и в их составе преобладают кислые пирокластические образования и подчиненную роль играют основные лавы.

По данным Н.В.Пашалы, В.П.Акаева, Х.А.Ализаде и др. (1974), "в позднем сантоне на всей территории Казахского синклиория отлагался кислый вулканический материал" (о лавах основного состава и речи нет).

В позднем сантоне на Таузском, Даш-Салахлинском, Али-Байрамлинском, Каймахлинском, Кимерлинском и Ноемберянском участках имело место развитие тонкозернистых туфов и трасс, которые в виде пластеобразных тел, пачек или горизонтов переслаиваются с карбонатными породами. Последовательность извержений кислых вулканических продуктов на разных участках их развития имела место по-разному, но обычно выбросы рыхлого обломочного материала и образования разнообразных туфов предшествовали излияниям лав. Формирование комплекса заканчивается образованием экструзивных куполов. Наряду с этим вслед за лавами и почти одновременно с ростом экструзивных куполов выбрасываются огромные массы пеплового материала, который в виде туфовых слоев, пластов и др. отлагается в водной среде, чередуясь с карбонатными породами (Джрбашян, Елисеева, Мнацаканян и др., 1968).

По мнению Ф.А.Ахундова (1987), позднесантонские вулканические образования на участке Саригюх-Демирчиляр в отличие от Фарахлы-Алшоутского и Каймахлинского разрезов представлены потоками базальтов, андезитов и андезито-базальтов и их туфов, которые "не входят в общий гомодромный ряд".

О позднемеловых основных лавах упоминают также С.Б.Абовян и др. (1981) и А.Х.Мнацаканян (1968).

Необходимо отметить, что "вулканические образования" Саригю-

ка, те, которые Ф.А.Ахундов относит к "верхнему сантону" и которые "не входят в общий гомодромный ряд", не являются потоками и не относятся к позднему сантону. Эти породы - базальты, андезиты и андезито-базальты, которые одновременно послужили материнскими породами для бентонитовых глин, являются субинтрузивными телами, внедрившимися в отложения от коньяка до кампана (местами секут даже породы маастрихта), и по возрасту относятся к палеоцену (абсолютный их возраст составляет  $63 \pm 2,4$  млн.лет). Они не входят в общий гомодромный ряд потому, что во времени оторваны от общего цикла развития позднемелового вулканизма и имеют совершенно иной характер развития (являются близповерхностными пластообразными, дайкообразными и линзообразными интрузивными телами).

## Глава 2. Саригхское месторождение

2.1. Краткая геологическая характеристика. В геологическом строении Саригхского месторождения принимают участие позднемеловые (сенонские и датские) вулканогенные (базальтовые, пироксеновые, андезито-дацитовые порфириты и пироксеновые андезиты позднесантонского возраста), вулканогенно-осадочные (среднезернистые и крупнозернистые туфогенные песчаники, где переход между подстилающими среднезернистыми и перекрывающими крупнозернистыми - резкий), осадочные (разные песчаные известняки позднего сантона и мергелистые известняки кампана и маастрихта) отложения, а также и послемеловые (раннепалеогеновые) субинтрузивные андезито-базальтовые витрофировые порфириты с их разностепенно измененными разностями. Наиболее значительным площадным распространением пользуются вулканогенные отложения, а среди них - андезито-базальтовые порфириты - основные материнские породы бентонитовых глин Саригхского месторождения и единственные для промышленных залежей.

Возраст андезито-базальтовых порфиритов - материнских пород промышленных залежей бентонитовых глин нами определен как раннепалеогеновый (палеоцен), исходя из следующих соображений: на северо-восточном фланге Центрального участка (западный склон горы Саталмыш) отдельные трубообразные их алофизы (оливиновые диабазы, габбро-диориты, габбро-диабазы), а на восточном склоне горы Саталмыш сами андезито-базальтовые порфириты секут отложения кампана и маастрихта; абсолютный возраст свежих андезито-базальтовых порфиритов, выявленный калий-аргоновым методом в лаборатории ядерной геохронологии ИГи АН Арм.ССР под руководст-

вом Г.П.Багдасаряна, показал  $63 \pm 2,4$  млн.лет, что соответствует палеоцену.

В группу андезито-базальтовых порфиритов объединены базальтовые, андезитовые, андезито-базальтовые порфириты, оливиновые базальты, пироксеновые андезиты, где последние два типа пород встречаются редко, а первые три имеют широкое распространение. Все эти породы макроскопически не отличимы друг от друга, часто встречаются в пределах одного и того же тела и связаны между собой постепенными переходами.

Прежние исследователи района Саригухского месторождения, обнаружив обломки инородных пород в середине единой толщи песчанистых известняков позднего сантона, определили наличие перерыва в осадконакоплении. Однако, нашими исследованиями доказывается, что горизонт песчанистых известняков с обломками инородных пород (андезито-дацитовых порфиритов) единый и не имел перерыва в своем отложении. Доказывается, что округлые и эллипсоидальные обломки андезито-дацитовых порфиритов со стекловатой коркой закала являются обычными бомбами подводного вулкана, сцементированными вмещающими известняками (обстоятельные доказательства - геологические, петрографические, химические - приведены в работе).

Преобладающее большинство промышленных залежей бентонитовых глин Саригухского месторождения (участки Центральный, Северный, Южный, Виноградный и Котрац-Нов) размещены в толще позднесантонского времени, а незначительная часть (участки Северо-Западный и Джогазский) - в толще позднего коньяка-раннего сантона.

Бентонитовые глины с материнскими их породами - андезито-базальтовыми порфиритами связаны постепенными переходами по степени изменения последних.

Морфология залежей бентонитовых глин унаследована от морфологии родоначальных пород - андезито-базальтовых порфиритов и представлена пластообразными (силлообразными), дайкообразными и линзообразными телами, залегающими несогласно с вмещающими осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями. Тела бентонитовых глин вытянуты в северо-западном близмеридиональном направлении, вдоль тектонических нарушений. По этим нарушениям первоначально были внедрены материнские андезито-базальтовые порфириты в виде силл, лакколитов и линз, имеющих несогласное залегание с вмещающими породами. После внедрения андезито-базальтов по этим же каналам (тектоническим нарушениям) были подняты гидротермальные щелочные растворы, которые и привели к бентонитизации андезито-

базальтовых витрофировых порфиритов, сохраняя первоначальную форму и элементы залегания.

Бентониты Центрального участка в большинстве случаев перекрываются разностепенно измененными андезито-базальтовыми порфиритами, подстилаются либо позднесантонскими среднезернистыми туфопесчаниками, либо измененными, переходящими книзу свежими материнскими породами. Вмещающие их туфопесчаники, как и андезито-базальтовые порфириты, подвергнуты гидротермальному изменению.

На Северо-Западном и Джогазском участках бентониты размещены среди пород позднеконьяк-раннесантонского возраста. Подстилаются они туфопесчаниками, аргиллитами, известняками, а перекрываются порфиритами. На Северо-Западном участке позднеконьяк-раннесантонские порфириты в бентонитах обнаруживаются в виде ксенолитов.

На западном фланге Центрального участка (на месторождении агата - участки Керчи-ус и Керчи-арац) андезито-базальтовые порфириты прорывают туфопесчаники и андезито-дацитовые порфириты позднего сантона в виде густо расположенных даек мощностью от 3 мм до 20-30 м. Все эти породы интенсивно гидротермально изменены и местами превращены в бентониты. С глубиной постепенно увеличивается степень гидротермального изменения и ниже гипсометрической отметки 700 м они переходят в типичные бентониты с сохранением реликты структуры и текстуры родоначальных пород.

Под микроскопом бентониты Саригяхского месторождения состоят из глинистой основной массы с тонковолокнистой, тонкочешуйчатой структурой, с реликтами порфировой, микролитовой, витрофировой и сферолитовой (перлитовой) структур. Текстура пород тонкослоистая, реликтовая, флюидальная. Чешуйчатые агрегаты монтмориллонита располагаются слоями, чем и обуславливают слоистую текстуру.

В бентонитах с реликтовой порфировой, микролитовой и витрофировой структурами вкрапленники - плагиклазы, магнетит, апатит составляют от 5 до 15%, редко до 20%, которые в бентонитах сохраняются почти незатронутыми гидротермами.

**2.2. Тектоника месторождения.** Саригяхское месторождение расположено на восточном крыле Чатындаг-Кечалдагского антиклинория и территориально подчинено Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоне - вблизи переходной границы Сомхето-Кафанской геосантиклинали и Предмалокавказской (Прикуринской) геосинклинали, где породы поздне мелового возраста собраны в пологую моноклираль восточного падения под углом 35-40°.

В формировании тел полезного ископаемого особо важное значе-

ние имеют разрывные тектонические нарушения, которые являлись как основными подводящими, так и распределяющими путями гидротермальных растворов. На площади распространения бентонитовых глин выявлено три наиболее крупных разрывных нарушения. Из них два, ветвящиеся друг от друга, проходят через Центральный, Южный, Северный, Северо-Западный, Виноградный и Джозгазский участки, и с ними пространственно связаны наиболее значительные запасы бентонитовых глин. Наличие четвертого нарушения предполагается; оно проходит через участок Котрац-Нов и имеет северо-западное простирание.

Первое нарушение проходит по Центральному, Северному, Южному и Виноградному участкам и, по-видимому, является наиболее крупным. По этому нарушению породы восточного крыла приподняты вверх с максимальной амплитудой порядка 150 м. От этого нарушения с южной границы Центрального участка в северо-западном направлении отходит тектоническое нарушение, имеющее немаловажное значение в формировании трех участков (Центрального, Северо-Западного и Джозгазского) бентонитовых глин и двух участков (Керци-ус и Керци-арач) агата.

Основное нарушение прослеживается в субмеридиональном направлении с отклонениями к северо-востоку и северо-западу на протяжении нескольких километров. Имеет крутое падение на запад, юго-запад и северо-запад под углом  $80^{\circ}$ . Простирание оперяющих трещин, в том числе и крупной ветви, северо-западное  $305-330^{\circ}$ , падение на юго-запад под углом  $50-80^{\circ}$ .

Остальные два нарушения проходят восточнее от основного нарушения на расстоянии 800-900 м и 1500 м друг от друга.

По основному нарушению имели место подводные излияния лав андезитово-дацитовых порфиритов и внедрения даек, являющихся корнями излияния андезитово-дацитовых порфиритов, которые, остывая в тектонических нарушениях, привели к залечиванию последних. Повторные тектонические подвижки в послемеловое время в конце завершающей стадии развития Сомхето-Кафанской островной дуги привели к раскрытию залеченных и образованию новых - восточных нарушений. По ним и в палеоценовое время были внедрены смоляно-черные андезитово-базальтовые порфириты - основные материнские породы бентонитовых глин.

При этом на Саригяхском месторождении агата (участки Керци-ус и Керци-арач) раскрытию подверглись контакты даек серых порфиритов с туфопесчаниками. Наряду с этим, образовались также вторичные, более мелкие трещины как внутри самих даек (вдоль их про-

стирания), так и проходящие под косым к ним углом. В эти же ослабленные трещиноватые участки были внедрены тела андезито-базальтовых порфиритов, создавая густую сеть сплетенных между собой даек андезито-дацитовых и андезито-базальтовых порфиритов. Такие участки, вообще, и вышеотмеченные два участка, в частности, являются благоприятной средой для локализации агата.

В формировании месторождений бентонитовых глин и агата немаловажную роль сыграли также структуры вулканогенного происхождения. К ним относятся контракционные трещины и газовые полости (поры), которые играли роль основных растворораспределительных каналов.

В конечном счете все вышеотмеченные как тектогенные, так и магматогенные структуры равным образом имели большое и важное значение при формировании месторождения бентонитовых глин.

2.3. Минералогическая характеристика бентонитовых глин. Как известно, глинистые минералы концентрируются преимущественно во фракции меньше 0,001 мм, что невозможно диагностировать обычным — оптическим методом, хотя поляризационный микроскоп остается важным средством исследования глинистых пород, в частности, их структурно-текстурных особенностей и неглинистых примесей. Поэтому для диагностики и выяснения условий образования глин Саригихского и Ноемберянского месторождений применялся комплекс методов изучения, включающий оптический, рентгеноструктурный, термический, электронномикроскопический, электронографический, химический (полный силикатный и обменные катионы), спектральный и гранулометрический способы исследования.

Кроме перечисленных аналитических работ, проводимых с целью получения возможно полной минералогической и генетической характеристик глин, проделаны также физико-химические исследования на большом количестве образцов с целью установления области применения бентонитов Саригихского и Ноемберянского месторождений в народном хозяйстве.

2.3.1. Глинистые минералы. Главным породообразующим глинистым минералом в бентонитах Саригихского месторождения является монтмориллонит, что диагностируется рентгеноструктурным, термическим, электронномикроскопическим, электронографическим исследованиями и подтверждается данными химических анализов и емкостью обменных катионов.

Кроме монтмориллонита в бентонитах Саригихского месторождения обнаружены также саладонит и смешанослойный минерал саладонит-монтмориллонитового типа. Однако саладонит чаще встречается в

сильно гидротермально измененных материнских породах, а смешанослойный минерал - на шапке промышленных залежей бентонитовых глин. Хлорит распространен на флангах промышленных залежей, вне зоны селадонитовой минерализации.

При рентгенографическом исследовании бентонитов анализу были подвергнуты как нефракционированная порода, так и глинистая фракция ( $< 0,001$  мм). Монтмориллонит диагностируется по наличию на дифрактометрических кривых необработанных образцов серии рефлексов  $d(001) \sim 12,6 - 15\text{Å}$ ;  $d(004) \sim 3,16 - 3,20\text{Å}$ ;  $d(11,02) \sim 4,43 - 4,46\text{Å}$ ;  $d(13,20) \sim 2,55 - 2,56\text{Å}$ ;  $d(31,15,24) \sim 1,69\text{Å}$ ;  $d(33,06) \sim 1,49\text{Å}$  и др.

На дифрактограммах образцов, обработанных (насыщенных) глицерином, базальное расстояние возрастает до  $d(001) \sim 17,7\text{Å}$ , иногда до  $18,0\text{Å}$ . Меняются также значения производных базальных рефлексов  $d(002)$ ,  $d(003)$  и  $d(004)$  и их интенсивности:

$d(002) \sim 8,8 - 9,0\text{Å}$ ;  $d(003) \sim 5,89 - 5,95\text{Å}$ ;  $d(004) \sim 4,45 - 4,50\text{Å}$ ;  $d(005) \sim 3,54 - 3,55\text{Å}$ . Особенно отчетливо проявляется второй базальный рефлекс  $d(002)$ , который для воздушно-сухих образцов не фиксируется.

При прокаливании до  $600^\circ\text{C}$  в монтмориллонитах Саригвского месторождения наблюдается усадка базальных слоев до  $d(001) 9,6 - 9,9\text{Å}$ , редко  $10\text{Å}$ , и появление новых производных от них четких рефлексов  $d(002) \sim 4,8\text{Å}$ ;  $d(003) \sim 3,18 - 3,20\text{Å}$ , что является одним из характерных признаков наличия минерала монтмориллонитовой группы.

Кроме порообразующего монтмориллонита в исследованных 242 образцах бентонитов обнаружено незначительное количество смешанослойного минерала типа селадонит-монтмориллонит. В ряде образцов преобладающим глинистым минералом является смешанослойный минерал, который диагностируется по первому рефлексу в области  $d \sim 13,8 - 16,0\text{Å}$ . Первое базальное отражение характеризуется широким и асимметричным максимумом в области  $13,8 - 16,0\text{Å}$  и диффузностью этого пика. Ассиметрия выражается плавным спадом интенсивности в сторону больших углов отражения у естественных образцов и резким подъемом дифракционной кривой в сторону малых углов у образцов, насыщенных глицерином.

По данным М.А.Ратеева и др. (1973), в глинистых фракциях бентонитов и измененных вулканогенных породах были установлены монтмориллонит, смешанослойный минерал с переслаиванием слюдистых

и монтмориллонитовых пакетов и саledonит. Этими авторами четко и наглядно показывается стадийность преобразования вулканического стекла в монтмориллонит.

Гидрослюда диагностируется рефлексами:  $d_{(001)} \sim 9,9-10\text{Å}$ ;  
 $d_{(002)} \sim 4,93\text{Å}$ ;  $d_{(110,020)} \sim 4,44-4,47\text{Å}$ ;  $d_{(003)} \sim 3,30-3,31\text{Å}$ ;  
 $d_{(200,130)} \sim 2,5-2,56\text{Å}$ ;  $d_{(201,132)} \sim 2,38\text{Å}$ ;  $d_{(202,133)} \sim 2,14\text{Å}$ ;  
 $d_{(060,220)} \sim 1,50\text{Å}$ . Серия перечисленных рефлексов указывает на принадлежность гидрослюда к саledonиту. Сильно измененные материнские породы почти целиком состоят из этого минерала.

В слабо измененных породах, сохранившихся на флангах промышленных залежей бентонитовых глин, оптическим и рентгеноструктурным исследованиями установлен хлорит, количество которого в более сильно измененных породах пропорционально уменьшается, а в бентонитовых глинах вовсе отсутствует.

Наличие указанных глинистых минералов в породах Саригихского месторождения подтверждается также и другими методами исследования, а именно - электронномикроскопическим, электронографическим, термическим, химическим и др.

2.3.2. Неглинистые минералы. Из неглинистых минералов в бентонитах Саригихского месторождения и в измененных материнских породах установлены: полевые шпаты (андезин и лабрадор), кварц, кордиерит, авгит, гиперстен, тремолит, диопсид, апатит, рутил, ильменит, барит, целестин, галенит, циркон, энстатит, пирит, магнетит, хромит, гидроокислы марганца и железа. Из перечисленных неглинистых минералов авгит, гиперстен, диопсид, пироксены (андезин и лабрадор), магнетит, ильменит и хромит встречаются в бентонитах чаще и повсеместно, являются первичными, уцелевшими от гидротермального изменения материнских пород, и характерными минералами для изверженных пород основного состава: габбро, габбро-диабазов, габбро-диоритов, базальтов, диабазов, андезитобазальтов, андезитов и др.

2.4. О генезисе бентонитовых глин в паратгенезисе с агатами, цеолитами и марганцем. Большинство исследователей считает твердо установленным, что промышленные залежи бентонитовых глин образуются за счет вулканических пеплов и туфов. Но не отрицается также образование монтмориллонита за счет магм и лав. Так, например, И.И. Гинзбург (1958), считает, что гораздо чаще монтмориллониты возникают за счет разложения основных и ультраоснов-

ных пород - габбро, амфиболитов, перидотитов, базальтов и др. Такого мнения придерживается также и А.А.Твалчрелидзе (1953) при описании Асканского месторождения Груз.ССР.

На примере Саригтхского месторождения еще раз подтверждается правильность взглядов И.И.Гинзбурга и А.А.Твалчрелидзе. Здесь в бентониты превращены как субинтрузивные андезито-базальтовые порфириты раннепалеогенового возраста со стекловатой основной массой, так и андезито-дацитовые порфириты позднего сантона. Промышленные залежи образовались исключительно за счет андезито-базальтовых порфиритов.

Иное сложилось мнение у И.Х.Петросова (1983) и И.Х.Петросова и П.П.Цамеряна (1971). Несмотря на то, что на всей территории Саригтхского месторождения ими не было обнаружено ни единого клочка свежих (или даже слабо измененных) пемловых или пемзовых туфов, все же утверждают, что "бентонитовые глины Саригтхского месторождения в основной своей массе образовались за счет туфов, главным образом кислого и среднего состава..." (1971, стр.107).

Результаты наших исследований не позволяют согласиться с таким утверждением потому, что единственным подтверждающим фактором у И.Х.Петросова является то, что якобы в бентонитах им были обнаружены "прекрасно сохранившиеся реликтовые туфовые структуры", которые, во-первых, не соответствуют действительности, а, во-вторых, даже сохранившиеся реликтовые туфовые структуры не могут служить поводом для такого утверждения. Приведенная И.Х.Петросовым и П.П.Цамеряном микрофотография изображает не туфовую структуру, а микролитовую, и, второе, в бентонитах Саригтхского месторождения не исключается обнаружение туфовой структуры, связанной с бентонитизацией ксенолитов туфопесчаников, захваченных внедрившейся магмой андезито-базальтов.

Общезвестно, что пемловые и пемзовые пирокластические туфы, как геологические тела, в мировой практике известны своим значительным площадным распространением, занимающим площади от сотен до тысячи и десятков тысяч квадратных километров, которые характеризуются своей более или менее выдержанной мощностью. Если это так, то продукты их изменения, в данном случае бентонитовые глины, должны были иметь аналогичное строение, параметры и переходы в их материнские породы. Так, например, себя ведут туфы с их измененными продуктами - цеолититами и бентонитами осадного с Саригтхским месторождением Ноемберинского района Арм.ССР, Казахского и Таузского районов Азерб.ССР.

Образование бентонитов Саригкхского месторождения за счет андезито-базальтовых порфиритов подтверждается следующими фактами, установленными нами полевыми наблюдениями:

- на всей территории месторождения (около 20 кв. км) залежей неизменной (и измененной) тонкой пирокластике - пелловых или пемзовых туфов с преобладающим вулканическим стеклом, которые могли бы служить источником образования промышленных залежей бентонитовых глин, не было обнаружено (на всей территории месторождения, квадратной сеткой 400x400м, 200x200м и 100x100м, пробурено несколько сот скважин, и ни одна из них не вскрыла эти туфы);

- бентониты повсеместно залегают совместно с андезито-базальтовыми порфиритами;

- на западном фланге Центрального участка, непосредственно на месторождении агатов, отмечается серия даек андезито-базальтовых порфиритов, которые местами целиком, иногда частично превращены в высококачественные бентониты с сохранением столбчатой отдельности; здесь бентонитизированы также вмещающие андезито-дацитовые порфириты;

- бентониты почти повсеместно сохраняют реликты структуры и текстуры материнских пород - андезито-базальтовых порфиритов;

- во многих местах отмечаются постепенные переходы бентонитовых глин к свежим андезито-базальтам, особенно снизу вверх;

- морфология залежей бентонитовых глин идентична морфологии материнских пород, то есть бентониты залегают силлообразными (пластообразными), лакколитообразными, линзообразными и дайкообразными, несогласно залегающими телами;

- на всей территории месторождения, в том числе и на Центральном участке, где вскрыта максимальная мощность (130 м) промышленной залежи бентонитовых глин, нигде, по данным пробуренных нескольких сот скважин и искусственных обнажений бортов карьера разработок, не обнаружены следы слоистости или даже микрослоистости пород, которые могли бы означать, что бентониты образовались за счет пирокластолитов, накопленных в морском бассейне;

- по химическому составу бентонитовые глины очень близки к материнским андезито-базальтовым порфиритам;

- бентониты обнаружены как в отложениях позднего сантона, так и позднего коньяка-раннего сантона; как бентониты, так и их материнские породы - андезито-базальтовые порфириты непрерывной полосой от вмещающих позднесантонских отложений на Центральном

участке через участки Керци-ус и Керци-арач одноименного месторождения агатов переходят во вмещающие позднеконьяк-раннесантонские отложения на участках Северо-Западный и Джогазский, протягиваясь в общей сложности на 3-4 км.

Еще один немаловажный момент: материнскими породами бентонитовых глин соседнего Ноемберянского месторождения являются пепловые, пеплово-пемзовые и пемзовые туфы. Это неоспоримо. Ноемберяньские бентониты относятся к раннесантон-раннекампанскому возрасту, а саригухские - раннепалеогеновому, т.е. саригухские глины моложе, чем ноёмберяньские. Общая мощность перекрывающих бентонитов пород на Ноемберяньском месторождении намного (в 3-4 раза) больше, чем на Саригухском. В связи с изложенным естественно полагать, что ноёмберяньские бентониты подвергнуты уплотнениям гораздо больше, чем саригухские. Однако, наряду с этим величина объемного веса саригухских бентонитов ( $2,0 \text{ т/м}^3$ ) на 20% больше, чем ноёмберяньских ( $1,67 \text{ т/м}^3$ ). Следовательно, можно заключить, что саригухские бентониты образовались за счет более плотных (менее пористых, чем пепловые, пемзовые и пеплово-пемзовые туфы) пород, чем ноёмберяньские, т.е. саригухские бентониты не могли образоваться за счет пепловых или пемзовых туфов.

Выше было оговорено, что саригухские бентониты образовались за счет андезито-базальтовых порфиритов гидротермально-метасоматическим путем. Основными признаками гидротермально-метасоматического происхождения этих бентонитов являются:

1) специфическая форма залежей бентонитовых глин - сильнообразные (пластообразные), линзообразные (лакколитообразные) и дайкообразные, несогласно залегающие с вмещающими породами, отрицающие возможности образования их другими генетическими путями;

2) наличие в глинах ассоциаций минералов гидротермального происхождения: галенита, пирита, рутила (в виде тонких волосяных кристаллов в жеодах агатов, протягивающихся от одного кристалла горного хрусталя к другому), родохрозита с жильными гидротермальными минералами - кварцем (горный хрусталь и аметист), халцедоном (агатами), кристаллическим кальцитом (Исландский шпат), баритом, цеолитами (гейландит и морденит) и хлоритом, установленными как макроскопически, так и под биноклем в грубой фракции глин;

3) пространственная и генетическая связь бентонитов с месторождениями агата и марганца, первый из которых заведомо гидротермального происхождения (доказано термометрическими замерами, Хакимов, 1966);

4) постепенные переходы бентонитовых глин к свежим материнским породам снизу вверх по разрезу, характерному для восходящих растворов;

5) останцы свежих и измененных материнских пород в глинах с прожилками кварца, кальцита, цеолитов и редкими, мелкими гнездами пирита;

6) в некоторой степени гидротермальное изменение всех вмещающих вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных пород;

7) наличие в глинах и на их флангах селадонита - продукта, сохранившегося при стадийном преобразовании андезито-базальтовых порфиритов в монтмориллонит.

Гидротермальные растворы, генетически связанные с глубинным очагом материнских пород бентонитов, имели очевидно щелочной состав с преобладанием в них катионов натрия, что и предопределяло благоприятную среду для образования бентонитовых глин из магматогенных пород основного и среднего составов.

О глубинном характере гидротерм, способствовавших формированию бентонитов Саригихского месторождения, свидетельствуют крупный масштаб и глубокая переработка андезито-базальтовых, а также боковых, перекрывающих и подстилающих пород и притом на большую глубину. Такой вывод вполне согласуется с характером современных гидротермальных процессов.

О глубинном происхождении гидротермальных растворов утверждают: Е.А.Басков и С.Н.Суриков (1975); Ф.И.Вольфон (1962, 1966); Л.А.Комкова (1969); С.И.Набоко (1959, 1961, 1963, 1966, 1969, 1970, 1974); Т.Г.Родионов и И.А.Велинов (1974); В.И.Смирнов (1961); А.Г.Твалчралидзе (1981); А.Дж.Эллис (1970); Д.С.Коржинский (1966) и многие другие.

Образованию бентонитов посвящено большое количество научных трудов советских и зарубежных ученых. Преобладающее большинство ученых (за редким исключением единичных публикаций) на большом фактическом материале обосновывает образование бентонитов в щелочной среде: Г.С.Дзоценидзе (1969); Р.Е.Грим (1956); В.А.Ерошев-Шак, Г.А.Карпов и др. (1985); В.А.Ерошев-Шак, С.И.Набоко и др. (1977); Н.В.Кирсанов, А.А.Сабитов (1977); Е.К.Лазаренко (1958); Ж.Милло (1968); С.И.Набоко (1959, 1961, 1963, 1970, 1980); С.И.Набоко, В.М.Дуничев и др. (1969); А.С.Огородникова (1970); В.П.Петров (1967); Г.А.Мачабели (1965, 1985); Э.Э.Сендеров и Н.И.Хитаров (1970); И.А.Стихотворцев, И.В.Камразе и др. (1977); А.Д.Коробов, В.Н.Краснова и др. (1980); М.А.Ратеев, Б.П.Градусов и др. (1972);

М.А.Ратеев и В.И.Муравьев (1971); А.Дж.Эллис (1970); А.Г.Сеидов и Х.А.Ализаде (1970); Р.Е.Хей (1966) и многие другие.

Однако, иное сложилось мнение у И.Х.Петросова (1971, 1977, 1983), который, опираясь на одно лишь единственное предложение С.И.Набоко (1963), утверждает, что монтмориллонит развивается в результате переработки вулканогенных пород слабокислыми (близкими к нейтральным) гидрокарбонатными растворами. Считаю необходимым отметить, что С.И.Набоко во всех других своих публикациях, а их немало, утверждает, что монтмориллонит образуется только в щелочной среде.

Оставим в стороне тот аргумент, который под нажимом здравой логики допускает утверждение, что монтмориллониты, имеющие в межслойных пространствах катионы щелочных элементов (с преобладающим количеством натрия), просто-напросто не могли образоваться в кислой (даже слабокислой близкой к нейтральной) среде и приведем аргументы, доказывающие щелочную природу монтмориллонитизирующих растворов:

- интенсивное растворение и вынос из андезито-базальтовых порфиритов в процессе их бентонитизации кремнезема -  $320 \text{ кг/м}^3$  (22% от его содержания в материнских породах), глинозема -  $120 \text{ кг/м}^3$  (29,3%), закиси железа -  $59 \text{ кг/м}^3$  (74,7%), а также и ряд других породообразующих компонентов;

- абсолютная инертность в этом процессе трехвалентного железа и относительная инертность титана;

- сохранность без изменения крашленников и микролитов плагиоклазов во всех типах пород и во всех стадиях их гидротермального изменения; общеизвестно, что кислые (в том числе и слабокислые) воды с содержанием  $\text{CO}_2$  полностью разлагают полевые шпаты и превращают их в каолинит (Бетехтин, 1956);

- парагенетическая связь с бентонитами высококремнистых цеолитов - гейландита и морденита, являющимися продуктами заведомо щелочной среды с pH от 7,2 до 10-12 (Сендеров, Хитаров, 1970; 1966);

- сохранность без изменения не только обломков полевых шпатов во вмещающих бентониты туфопесчаниках, но и цементирующего карбонатного вещества (карбоната кальция), которое никак не могло уцелеть в кислой (в том числе и слабокислой), агрессивной для него среде.

Процесс преобразования андезито-базальтовых порфиритов в бентониты, по нашим данным, протекал через промежуточные метаста-

бильные в данных условиях продукты, а именно - хлорит, селадонит и смешанослойный минерал селадонит-монтмориллонитового типа. Наличие промежуточного хлорита установлено под микроскопом в слабо измененных материнских породах и подтверждено рентгеноструктурными и термическими анализами и электронномикроскопическими снимками. Хлорит в слабо измененных андезито-базальтовых и андезито-дацитовых порфиритах обнаружен также и исследованиями М.А.Ратеева и др.(1973), И.Х.Петросова и П.П.Цамеряна (1971), И.Х.Петросова (1983). Рентгеноструктурными исследованиями в сильно измененных материнских породах обнаружены селадонит и смешанослойный минерал типа селадонит-монтмориллонит. Количество хлорита с увеличением степени интенсивности изменения материнских пород уменьшается, а количество селадонита, наоборот, возрастает. Наконец, в бентонитах преобладающими, почти единственными глинистыми минералами являются монтмориллониты; в качестве незначительных примесей присутствуют селадонит и смешанослойный минерал.

Все это нам позволило прийти к заключению, что процесс монтмориллонитизации вулканического стекла основных и среднекислых пород протекал через промежуточные, метастабильные в создавшихся условиях, продукты: хлорит → селадонит → смешанослойный минерал селадонит-монтмориллонитового типа.

Постепенное видоизменение пород Саригкхского месторождения с образованием ряда селадонит → смешанослойный минерал селадонит-монтмориллонитового типа → монтмориллонит прослежено также М.А. Ратеевым и др.(1973).

Переход хлорита в селадонит в виде смешанослойного минерала хлорит-селадонитового типа, являющегося прямым доказательством такого перехода, нами на Саригкхском месторождении не был обнаружен. Гипотетически допускаем, что такой смешанослойный минерал не образуется, и хлорит, при активности катионов калия в растворе, переходит в селадонит непосредственно путем разрушения бруситового слоя.

Пересчетами химических анализов материнских пород, измененных различной степенью, проведенными по окисно-объемному методу, установлено, что в процессе гидротермального изменения из родоначальных пород были вынесены почти все породообразующие компоненты. Вынос основных породообразующих компонентов в таком огромном количестве наводит на мысль о том, что андезито-базальтовые порфириты являлись не только материнскими породами для бентонитовых глин, но и основными поставщиками кремнезема и

марганца для образования одноименного месторождения агатов и проявления марганца, расположенных непосредственно над промышленными залежами бентонитовых глин.

Грубыми подсчетами установлено, что из андезито-базальтовых порфиритов Центрального участка были вынесены 17,7 млн. т кремнезема и 127,5 тыс. т окиси марганца.

По данным И.И. Гинзбурга (1958), из общего количества кремнезема, перешедшего в раствор из материнских пород, около 80-90% находится в растворимой (молекулярной и диссоциированной) форме, остальное - в коллоидной. Таким образом, из общего количества 17,7 млн. т кремнезема около 2,6 млн. т (15%) находилось в коллоидном состоянии и могло служить источником для образования агат-халцедонового месторождения.

В работе, на большом фактическом материале, были обоснованы возможные пути локализации агатов в пространстве и предложена совершенно новая схема механизма их формирования.

На Саригтохском месторождении агат представлен тремя морфологическими типами - миндалевидным, гнездовидным и прожилковым. В первых двух случаях агат представлен бастионным типом, т.е. характеризуется концентрически - зональным расположением слоев халцедона. В третьем случае агат представлен уругвайским типом с плоскопараллельным расположением слоев халцедона, однако со следами роста слоев в направлении от обеих стенок крутопадающих трещин к центру.

По существующей на сегодня теории агаты образуются путем коагуляции геля кремнезема и оседания его на дне пор и пустот. Однако эта теория не в состоянии объяснить концентрически-зональное строение агатов бастионного типа.

Идея предложенной нами теории о механизме формирования агатов бастионного типа, возникшая на научных основах коллоидной химии, коротко сводится к следующему: при заполнении газовых пор и пустот, а также камер растворения гидротермальными монтмориллонитизирующими растворами, отрицательно заряженные гранулы кремнезема (ядро с адсорбционным слоем) в ходе броуновского движения приближаются к поверхности пор и пустот, сталкиваются с ней, притягиваются и прилипают к ней вследствие того что эти поверхности заряжены положительно. Последнее обстоятельство, т.е. положительный заряд на поверхности пор и пустот может возникнуть по трем причинам: 1) нарушения сплошности пород и потери электронов поверхностными атомами; 2) воздействия адсорбированных на

этих поверхностях катионов петрогенных элементов; 3) катионов, покинувших свои позиции в решетке и блуждающих по поверхности кристаллов и вулканического стекла. После отложения первого слоя происходит перезаряджение новой поверхности новым слоем катионов и отложения нового слоя халцедона. Таким образом, слой за слоем накапливается халцедон с концентрически-зональным строением, который в зависимости от типа адсорбированных катионов имеет различно окрашенные слои.

В работе приведены также факты относительно парагенезиса бентонитовых глин Саригихского месторождения и цеолитов (гейландит и морденит), горного хрусталя, аметиста, исландского шпата, окислов и гидроокислов железа и марганца, пирита и др.

Относительно температуры гидротермальных растворов, приведших к преобразованию андезито-базальтовых порфиритов в бентониты, можно заключить из следующих данных: А.А.Хакимовым (1966) термометрическими замерами установлено, что зернистый кварц кристаллизовался при температуре 255-180°C, горный хрусталь и аметист - 180-80°C, халцедон - 300-250°C, яшма - 350-300°C и т.д. Переходя к температуре растворов, преобразовавших андезито-базальтовые порфириты в бентонитовую глину, следует отметить, что их температура не могла быть ниже температуры образования халцедона. Следует учесть, что "минерал всегда возникает в определенном сообществе, в парагенезисе с другими минералами, и минеральные ассоциации строго закономерны и отражают процессы минералообразования (Гинзбург, 1978). Поэтому температуру образования халцедона - 300-250°C, с большим запасом на поправку повышения температуры растворов в ходе реакции окисления сероводорода в зоне кремнеаккумуляции, следует принять за среднюю температуру гидротерм, преобразовавших порфириты в бентонитовые глины.

### Глава 3. Ноемберянское месторождение

3.1. Краткая геологическая характеристика. Ноемберянское месторождение цеолитов, цеолито-бентонитов и бентонитов расположено на северо-востоке Армении, в Ноемберянском районе, занимает площадь порядка 30 кв.км на территории Армении и к востоку продолжается в сторону Азербайджана. Естественные выходы цеолитовых и бентонитовых пород с их промежуточными типами - цеолито-бентонитами размещены среди позднемеловых - от раннего сантона до раннего кампана - вулканогенных, осадочно-вулканогенных и осадочных отложений.

Самыми древними породами Ноемберянского месторождения яв-

ляются андезито-базальтовые порфириды и их туфобрекчии позднего коньяка, которые развиты на северо-западном, западном и юго-западном флангах месторождения и с породами раннего сантона и позднего сантона-раннего кампана имеют тектонические контакты.

Месторождение в основном сложено разнообразными известняками, редко песчаниками (в виде маломощных линз) и переслаивающимися с ними туфобрекчиями, туффитами (редко), туфопесчаниками, пепловыми, пеплово-пемзовыми, пемзовыми и фельзитовыми туфами.

Как бентонитовые глины, так и цеолиты образовались здесь за счет вулканогенных образований - пирокластолитов сантона-раннего кампана. Более или менее мономинеральные цеолитовые породы и бентониты образовались за счет пепловых, реже пеплово-пемзовых и пемзовых туфов с преобладанием стекловатой массы. Пемзовые разновидности в большинстве своем распространены на крайнем восточном фланге месторождения и на территории Азербайджана. В Армянской ССР они развиты сравнительно мало.

Цеолитовые породы в основном имеют голубые, светло-зеленые, редко серые и светло-серые окраски и хорошо выделяются на белом фоне вмещающих известковых пород. Бентонитовые же глины имеют светло-голубые, желто-зеленые, серые, светло-серые до белесоватого окраски и иногда сливаются с вмещающими их известняками, туфоизвестняками, доломитовыми известняками и фельзитовыми туфами, становясь трудно отличимыми на расстоянии.

В основании раннесантонских отложений залегают средне-крупнозернистые анальцимоносные туфопесчаники, чередующиеся с разнообразными - органогенными и мергелистыми известняками и маломощными анальцимовыми туфами. Обломки пород представлены андезитобазальтами. Вверх по разрезу туфопесчаники сменяются типичными пепловыми и пеплово-пемзовыми цеолитизированными (клиноптилолит-морденитовыми) и слабо бентонитизированными туфами кислого состава, которые опять-таки чередуются с разнообразными известняками. Мощность отдельных пластов цеолитизированных и бентонитизированных пепловых и пеплово-пемзовых туфов колеблется от I до 45 м.

Общая мощность вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных отложений раннесантонского времени составляет порядка 524-564 м.

Основное месторождение цеолитов и бентонитов размещено среди пород позднего сантона-раннего кампана, которые, как и породы раннего сантона, отличаются большими разнообразием и

частыми чередованиями. Бентониты в большинстве случаев распространены в низах этой толщи. Здесь же расположен основной - Центральный участок (Гогвели) Ноемберянского месторождения бентонитовых глин. Среди пород этого возраста широким распространением пользуются известные издавна и разрабатываемые ныне красивые декоративные фельзитовые туфы. В верхах этой толщи широким развитием пользуются высококачественные, почти мономинеральные цеолитовые породы (участок Новый-Кохб), представленные в основном клиноптилолитом с ничтожными примесями морденита и монтмориллонита.

Минимальная мощность отдельных тел бентонитовых глин и цеолитовых пород составляет 0,5 м, максимальная - более 80 м (иногда до 150 м).

Общая мощность осадочных, вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений позднего сартона-раннего кампана колеблется от 760 до 950 м.

Суммарная мощность позднемеловых вулканогенных отложений Ноемберянского месторождения составляет 974-1047 м; они были накоплены за период последних 8-10 млн. лет существования вулкана Кяси-кар. Следует отметить, что почти аналогичные результаты ( $m = 800-1100$  м) были получены Р.Н. Абдуллаевым (1965) при исследовании вулканитов Казахского и Арджакендского прогибов Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоны Малого Кавказа.

Породы позднего сартона-раннего кампана на самом северном фланге месторождения перекрываются отложениями позднего кампана, представленными тонкослоистыми мергелистыми и органогенными известняками с общей мощностью от 70-80 до 120 м.

Породы Южного участка Ноемберянского месторождения раннесартонского возраста заслуживают особое внимание потому, что кроме клиноптилолита из цеолитовых минералов здесь, и только здесь, были обнаружены анальцимовые и морденитовые породы в виде отдельных геологических тел - пластов, пропластков и прослоек. Из них анальцим имеет минералогическое и общегеологическое значение, а морденитовые породы представляют промышленный интерес и могут быть подвергнуты селективной добычи открытым способом.

Первый пропласток анальцимоносных пемзовых туфов обнаружен в подстилающих грубообломочных туфобрекчиях и туфопесчаниках выше подошвы на 50-55 м. Содержание анальцима составляет около 30%.

Второй анальцимоносный горизонт в виде маломощного пласта ( $m = 6-8$  м) представлен относительно мелкозернистыми туфопесча-

никами и пемзовыми туфами голубого цвета. Кроме анализима в породе рентгеноструктурным анализом установлено наличие кварца, полевых шпатов и слюд.

На дифрактограммах образцов интенсивные рефлексы  $d = 5,58; 3,42; 2,91 \text{ \AA}$ , а также и ряд более слабых отражений позволяют основную массу цеолитов диагностировать как анализим. Содержание анализима составляет около 50%.

Выше второго анализимоносного горизонта залегает маломощный - I2-I4м - пласт цеолитов (клинотиллолитов), а еще выше - основная цеолитоносная пачка пепловых туфов Южного участка, общая мощность которой составляет 180-200 м. Внутри этой пачки отмечаются отдельные пласты, мелкие пропластки и линзообразные тела известняков с суммарной мощностью около 22-26 м. Среди этой пачки скважиной №8 были вскрыты клинотиллолитовые, клинотиллолит-монтмориллонитовые, морденитовые, морденит-монтмориллонитовые и клинотиллолит-морденитовые породы. Следует отметить, что наиболее чистые, почти мономинеральные морденитовые породы в виде отдельного довольно-таки мощного (30-40 м) пласта были обнаружены на крайнем восточном фланге Южного участка.

Структура пород под микроскопом реликтовая, пепловая, алевритовая. Породы представлены реликтовым пепловым туфом, нацело замещенным минералами из группы цеолитов. Цеолитизация охватывает всю породу в целом, оставляя свежим, не тронутым процессом диагнеза и гидротермального метасоматоза обломочный материал. При этом в поляризованном свете вся порода в целом находится на угасании, на фоне которого выделяются алевритовая примесь и слюдястые оторочки пепловых частиц. Последние сцементированы связующим материалом пеплового туфа и имеют изогнутые, причудливо деформированные формы, несущие формы псевдофиюидальной текстуры. Цеолитизация охватывает преимущественно центральные части пепловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркорефлексирующими минералами из группы монтмориллонита. В более сильно бентонитизированных разностях пород оторочка монтмориллонита во все возрастающих размерах увеличивается, образуя широкую каемку, оконтуривающую цеолитизированные пепловые частицы.

Минералы из группы цеолитов имеют низкий показатель преломления, значительно ниже канадского балъзама - 1,474-1,480, с очень малым дупреломлением - от 0,003 до 0,007, бесцветны, в поляризованном свете изотропны.

Цементирующая цеолитизированная масса составляет от 60 до

85-90% площади шлифа. В нее погружены алевроитовые частицы полевых шпатов, карбоната, единичных пластинок слабо хлоритизированного биотита, имеющих угловатые остроугольные формы, величиной от 0,01 до 0,005 мм, иногда до 0,064 мм. Алевроитовая примесь составляет 10-15%, иногда до 30-40%. Кроме кластических зерен в породах иногда обнаруживаются обломки эффузивных пород, содержащие микролиты плагиоклазов, погруженных в темно-бурый стекловатый мезостазис.

В пропластке морденитизированных ипсоловых туфов, вскрытых скважиной № 8, бентонитовые глины и цеолитовые породы отличаются по цвету от таковых других участков, а также и от вышележащих пород этого же участка. Так, если бентониты на других участках имеют голубоватый, желтовато-кремоватый, серый и светло-серый цвета, то здесь они белесоватые, ярко-белые. Аналогичным образом морденитовая порода этого участка белесоватого цвета. Кроме того, как бентониты, так и морденитовые породы здесь имеют более низкий объемный вес, более хрупкие и пористые.

Морденит Ноемберянского месторождения имеет низкий показатель преломления - 1,474-1,480, с очень малым двупреломлением ( $\leq 0,003$ ).

На дифрактограмме образцов интенсивные рефлексы  $d = 9,04-9,07; 6,59-6,63; 4,49; 3,97-3,98; 3,47; 3,35$  и  $3,20-3,22 \text{ \AA}$  позволяют диагностировать цеолиты как морденит (Сендеров, Хитаров, 1970). Кроме морденита в породе присутствует монтмориллонит.

Содержание компонентов составляет: морденита - от 40 до 50%; монтмориллонита - столько же, но в обратных пропорциях.

Химическими анализами установлено, что в морденит-монтмориллонитовых породах Ноемберянского месторождения содержание окиси железа на 20%, а закиси - на 80% ниже, чем в клиноптилолитовых породах. Это наряду с белым цветом морденитовых и морденит-монтмориллонитовых пород является косвенным доказательством, что морденит образовался за счет более кислых вулканических стекол, чем клиноптилолит.

Естественный выход на дневную поверхность морденитовых пород, как уже было отмечено, обнаружен на восточном фланге Южного участка, на расстоянии около 2 км от скв. № 8. Если в районе указанной скважины пласт морденит-монтмориллонитовых пород представлен двумя ветвями с суммарной мощностью в 30 м, где на долю морденита приходится около 40-50%, то на восточном фланге пласт более монолитный, мощностью в 30-40 м, представлен почти моно-

минеральным морденитом (~80%) с очень незначительным содержанием монтмориллонита.

Запас морденит-монтмориллонитовых пород, оцененных по категории  $C_2$  и доступных для открытой разработки, составляют порядка 120 млн. т.

На всех остальных участках Ноемберянского месторождения - Центральном, Новом, Новокохском и Северо-Западном породы почти однотипные с одними и теми же вторичными преобразованиями и минералами. Цеолиты в основном представлены клиноптилолитом, местами с очень незначительными примесями морденита. Пласты и пропластки цеолитовых пород чередуются с пластами и пропластками бентонитов, мергелистых, доломитовых, кремнистых и других известняков и редко фельзитовых туфов.

Клиноптилолитовые пепловые туфы макроскопически представлены плотными, крепкими, легкими породами светло-зеленого, зеленого и светло-голубого цветов со столбчатой и плитчатой отдельностями.

Под микроскопом структура и текстура породы идентичны морденитовым породам.

Клиноптилолитовые пемзовые туфы отличаются лито-витрокластической, кристалло-витрокластической структурой со связующей пепловой массой. Кластическая часть породы представлена обломками пемзы и среднекислой эффузивной породы. Последние на фоне интенсивно измененного пемзового и цементирующего материала, перерожденного в цеолит и бентонит, сравнительно слабо изменены - хлоритизированы. Обломки эффузивных пород, по всей вероятности, представлены андезитами с гиазцилитовой основной массой и фенокристаллами плагиоклаза, кварца и реже биотита.

Как на Центральном участке, так и на всех других участках промышленные цеолитовые и бентонитовые образования как генетически, так и пространственно тесно связаны с пепловыми и пемзовыми туфами, имеющими большое развитие на Ноемберянском месторождении. Пласты цеолитовых пород очень часто, иногда ритмично, чередуются с пластами бентонитовых глин и известковых пород. Цеолиты и бентониты в виде отдельных пропластков иногда чередуются даже в пределах одного пласта пепловых и пемзовых туфов. Однако, в этом случае на границе бентонитовых и цеолитовых пород отмечается смена фаций - пепловый материал переходит в более грубозернистый и наоборот. Это обстоятельство означает, что в процессе накопления вулканогенного материала извержение имело место неоднократно. Бентониты являются продуктами более глубокого разложения пепловых и

пемзовых туфов и сопровождается выносом некоторого количества породобразующих окислов.

3.2. Бентонитовые глины. Морфологически бентонитовые глины представлены более или менее выдержанными по мощности пластообразными телами, согласно (или почти согласно) залегающими с вмещающими цеолитовыми и другими породами. Мощность отдельных пластов и пропластков колеблется от 0,8 до нескольких десятков метров. Количество пластов бентонитовых глин на каждом участке доходит от 2-3 до 10 и более (до изученной колонковым бурением глубины 150 м). Отдельные пласты распространяются на площади около 4 кв. км.

Бентонитовые глины в основном имеют пелитовую, алевропелитовую и фитагмоалевропелитовую структуры и пятнистую, волокнистую, спутанноволокнистую текстуры.

Под микроскопом порода состоит из пелитовых частиц размером менее 0,01 мм, на фоне которых выделяются более крупные частицы размером до 0,05 мм. В проходящем свете заметно, что порода содержит в своем составе большое количество пелловых частиц мелких размеров (до 0,1 мм). Но в скрещенных николях в породе видно беспорядочное переплетение частиц, действующих на поляризованный свет, угасающих и просветляющихся как бы в виде нитей, волокон, пучков, хлопьев, чешуй, иногда с участками беспорядочного микрозернистого строения. Такие структурно-текстурные особенности, характерные для глинистых пород Ноемберянского месторождения, показывают, что порода состоит из туфоосадочного материала.

Алевролитовая часть обычно незначительная (5-7%, редко до 10%) и состоит из кластических зернышек кварца, полевого шпата, кальцита и редко обломков пород.

Нередко в глинистом агрегате выделяются участки, которые почти не действуют на поляризованный свет. Они сложены минералами группы цеолитов, которые диагностируются рентгеноструктурными исследованиями.

Главным породобразующим глинистым минералом в бентонитах Ноемберянского месторождения является монтмориллонит, который диагностируется по наличию на дифрактометрических кривых необработанных образцов серий рефлексов с  $d(001) \sim 14,4-15,6 \text{ \AA}$ ;  $d(11,02) \sim 4,4-4,49 \text{ \AA}$ ;  $d(003) \sim 4,93-5,0 \text{ \AA}$ . На дифрактограммах образцов, обработанных глицерином, базальное расстояние  $d(001)$  возрастает до  $17,9-18,2 \text{ \AA}$ , а прокаленных до  $550^\circ\text{C}$ , ба-

зальное расстояние  $d(001)$  уменьшается до 9,6-9,82Å.

В бентонитах Ноемберянского месторождения в незначительном количестве местами фиксируются хлорит и гидрослюда.

В породе и в глинистой фракции, кроме глинистых минералов, установлено также много клиноптилолита, морденита, кварца, полевого шпата, кристобалита и очень мало кальцита.

**3.3. Клиноптилолит.** Клиноптилолитизации подвергнуто вулканическое стекло всех типов пирокластических пород — пепловых, пемлово-пемзовых и пемзовых туфов, туфопесчаников и туфобрекчий кислото — андезитодацит-дацит-липаритодацитового состава. Клиноптилолитовые породы, как и бентонитовые глины, распространены на всех пяти участках Ноемберянского месторождения. На каждом участке было обнаружено от 2-3 до 10 пластов и пропластков цеолитов и почти столько же (за исключением участка Новый-Кохб) пластов и пропластков смешанных цеолито-бентонитовых пород. Последние, на наш взгляд, образовались в результате неполной бентонитизации цеолитов во вновь создавшихся условиях после морского диагенеза.

Собственно клиноптилолитовые породы либо составляют отдельные пласты, либо в виде пропластка залегают под и над бентонитами. Цеолиты, залегающие в виде пропластка под бентонитами, с последними имеют постепенные переходы, а пропластки, залегающие над бентонитами, имеют четкие (резкие) контакты с последними.

Содержание клиноптилолита, образовавшегося за счет вулканического стекла пепловых туфов на Южном, Центральном и Новом участках, в пределах одного и того же пласта колеблется от 60 до 80% в собственно цеолитовых типах и от 30 до 50% — в цеолито-бентонитовых типах. На участке Новый-Кохб содержание клиноптилолита в нижних трех пластах составляет 80-85%, а в четвертом — 90-95%.

На дифрактограммах, выполненных во ВНИИГеолнеруде (аналитик В.В.Власов), цеолитовых пород Ноемберянского месторождения интенсивные рефлексы  $d = 8,84-8,98$ ;  $3,93-3,95$ ;  $3,40-3,42$ ;  $2,95-2,96$ Å, а также ряд других более слабых отражений  $d = 7,8-7,91$ ;  $6,63-6,80$ ;  $5,07-5,13$ ;  $4,63-4,67$ ;  $3,16-3,21$ ;  $2,78-2,79$ Å позволяют диагностировать основную массу цеолитов как клиноптилолит.

**3.4. Об условиях образования цеолитов и бентонитов Ноемберянского месторождения.** Как цеолиты, так и бентониты Ноемберянского месторождения образовались за счет осадочно-вулканогенных образований, выброшенных древним вулканом "Кяси-Кар" и относимых по возрасту от раннего сантона до раннего кампана (Авакян, 1973, 1974а, б, 1976, 1977, 1979, 1980, 1982).

На территории Ноемберянского месторождения пласты пирокластолитов чередуются с пластами известковых пород — известняков, мергелистых и доломитовых известняков и др. Здесь было обнаружено такое чередование, по крайней мере, не менее 30 раз. Вулканогенные породы образовали пласты и пропластки различной мощности — от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров. В основании месторождения залегают вулканокластические образования основного состава — туфобрекчии андезито-базальтов раннего сантона, которые кверху постепенно сменяются более кислыми и мелкообломочными образованиями. За счет этих вулканокластических пород образовались аналцимолиты. За счет более кислых осадочно-вулканогенных пород образовались основные цеолититы, содержащие клиноптилолит и морденит. Бентонит Ноемберянского месторождения образовался за счет всех типов вулканокластических (и пирокластических) пород — от основного (андезито-базальтового) до самого кислого (липаритового) состава.

Позднемеловое извержение вулкана "Кяси-Кар" происходило в тот период, когда в морском бассейне шло осаждение карбоната кальция. Вследствие этого извержения, вокруг вулкана, радиусом около 15-20 км, полностью был подавлен процесс карбонатного осадконакопления, и вместо известняков был накоплен туфогенный пирокластический материал сначала основного — андезито-базальтового, а потом кислого состава с мелкими потоками фельзитовых туфов. В период затихая вулкана осаждение карбоната кальция возобновилось и длилось до следующего извержения, и так далее. Так образовалось чередование пирокластического материала с известняками.

В процессе накопления пирокластолитов мелководное (глубиной до 100 м) морская вода вокруг вулкана "Кяси-Кар", очевидно, была до некоторой степени нагретой как под воздействием глубинного тепла вулкана, так и горячих обломков пирокластолитов. Поэтому поводу Г.С.Дзоценидзе (1969) совершенно справедливо отмечал: "При подводных извержениях морская вода должна заметно нагреваться, во всяком случае в определенном радиусе от центра извержения". Следовательно, горячая вода — с одной стороны, и горячие обломки пирокластике — с другой, способствовали как быстрой гидратации реакционноспособного вулканического стекла, так и повышению щелочности среды вследствие растворения адсорбированных на поверхности обломков стекла щелочных элементов — калия и натрия. Далее, после захоронения пирокластике и их изоляции от морской воды иловым осадком щелочность межпоровых, заимствованных от морского бассейна

вод, повышается еще больше, достигая, возможно,  $\text{pH} \geq 10$ , вследствие растворения щелочных элементов, содержащихся в реакционноспособном вулканическом стекле. О неустойчивости вулканического стекла в создавшихся условиях и его большой реакционноспособности отмечают: Г.В.Куколев (1966); Р.Л.Хей, (*Nay*, 1966); Э.Э.Сендеров и Н.И.Хитаров (1970); Г.Мюллер (1971); Р.У.Фербридж (1971); М.А.Ратеев и Г.П.Градусов (1970); В.В.Наседкин (1975); А.В.Валтон (*Walton*, 1975); Айджима (*Aijima*, 1977); В.А.Франк-Каменецкий, Н.В.Котов и др. (1981); Г.А.Мачабели (1983, 1985) и многие другие.

Весь механизм преобразования пирокластического материала в цеолиты и бентониты нам представляется следующим образом: гидратация и раскристаллизация вулканического стекла тонкой пирокластики начинают происходить сразу же после их отложения или выпадения в морской бассейн. Особенно интенсивно гидратируются вулканические пеллы, тонкие частицы которых долго продерживаются во взвешенном состоянии, и в иловом осадке интерстициальные воды сохраняют в неподвижном состоянии.

Слабая циркуляция межпоровых вод илового осадка в раннем диagenезе, с одной стороны, и повышенная щелочность среды, с другой стороны, создают благоприятные условия для быстрой гидратации и образования цеолитовых минералов из вулканического стекла.

На наш взгляд, девитрификация вулканического стекла и образование цеолитовых минералов происходили в раннем диagenезе под воздействием межпоровых заимствованных из морского бассейна щелочных вод. К такому выводу пришли также: Р.Л.Хей (*Nay*, 1966); В.В.Наседкин (1975); А.Г.Коссовская (1982); А.Г.Коссовская, В.В.Петрова и др. (1982); В.В.Петрова, Д.Бадамгаров и др. (1987); Э.Э.Сендеров и Н.И.Хитаров (1970); А.Г.Коссовская, В.Д.Шутов и др. (1980); Р.У.Фербридж (1971); А.В.Валтон (*Walton*, 1975); Б.Алексиев и Е.Джурова (1976-77); Н.И.Схиртладзе, Г.В.Гвахария и др. (1974); А.С.Михайлов (1978); Н.И.Схиртладзе (1978); А.Г.Сеидов, Н.В.Пашалы и др. (1978); А.Д.Исмаил-Заде, С.Г.Амиров и др. (1978); А.Брито-Рохао и Д.П.Коутин-Корреа (1978); Л.М.Фролова и Д.П.Деменко (1978); В.В.Шехоткин и Л.П.Горбач (1978); Е.Ф.Ахлестина и Н.А.Бондаренко (1978); А.А.Колцаев, А.Х.Туресбеков и др. (1978) и др.

А.Г.Коссовская, В.Д.Шутов и др. (1980) пишут: "Как показали изотопные исследования кислорода бентоносных фораминифер, температуры в эоцене-мелу придонной воды достигали  $15^{\circ}\text{C}$ . Совершенно естественно, что такие высокие значения температур не могли по

интенсифицировать все процессы аутигенного минералообразования, в том числе и формирования цеолитов". Теперь можно себе представить, с какой интенсивностью проходила цеолитизация вулканического стекла вокруг вулкана "Кяси-Кар", радиусом в несколько километров, где температура среды, очевидно, была намного выше, чем 15°C.

По тому же вопросу Р.У.Фербридж (1971) пишет: "В туфах, связанных с палящими тучами, почти у поверхности осадка быстро образуются цеолиты, как это наблюдается близ Везувия. Реакция вулканического стекла с иловыми растворами может привести к образованию анальцима. Известны также случаи девитрификации стекла в гейландит и ломонтит".

Итак, закрытая система, с одной стороны, и высокощелочные межпоровые растворы, с другой, создавали благоприятные условия для метасоматического преобразования вулканического стекла в цеолиты. Эти условия одновременно способствовали образованию анальцима из основных, клиноптилолита из умеренно кислых - дацит-липаритодацитовых стекол, а морденита, более высококремнистого цеолита, - из стекла кислого - липаритового состава.

Однако, в данном случае преобразование пепловых осадков нельзя рассматривать совершенно вне влияния подтока термальных вод и горячих газовых эманаций. Установлено, что они поступали на дно не только по системам крупных нарушений, но и просачивались сквозь вулканогенно-осадочные отложения, влияя на особенности химизма поровых вод, повышая не только их температуру, но и температуру и состав наддонных вод. В результате смешения газогидротерм с межпоровыми водами щелочность последних несколько снижалась.

Параллельно снижалась также щелочность наддонных вод вследствие растворения в них кислых вулканических газов и смешения с ними гидротермальных растворов. В этом случае создавшиеся условия приводят в движение замкнутые в межпоровых пространствах растворы, которые по закону термодинамики стремятся вверх, уступая свое место наддонным, более холодным, растворам. Эти условия были благоприятными для преобразования цеолитизированных и свежих, еще не успевших цеолитизироваться, пепловых, пемзовых, пеплово-пемзовых туфов и других пород в бентонитовые - монтмориллонитовые глины. При этом породы претерпевают более интенсивное преобразование - более глубокий метасоматизм, чем при цеолитизации. Об этом свидетельствуют следующие факты.

I. Оптическими исследованиями при большом увеличении (порядка 180-320 х) установлено, что цеолитовые минералы без исключения

занимают центральные части пепловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркополяризуемым монтмориллонитом.

2. Ширина монтмориллонитовой каемки вокруг цеолитов пропорционально возрастает в зависимости от степени интенсивности бентонитизации.

3. Путем пересчета по окисно-объемному методу доказано, что в процессе бентонитизации из цеолитовых пород вынесена некоторая часть почти всех породообразующих окислов, за исключением магния и марганца. Так, из  $1 \text{ м}^3$  породы вынесено: 235 кг кремнезема, 30 кг глинозема, 0,77 кг окиси железа, 4,9 кг закиси железа, 0,97 кг окиси титана, 8,8 кг окиси кальция, 12 кг окиси калия, 7,8 кг окиси натрия. Наряду с этим в породу привнесены: 6,9 кг окиси магния, 16 кг влаги и незначительное количество окиси марганца.

4. В цеолитовых породах повсеместно отмечаются мелкие, разбросанные по всей массе чешуйки слабо хлоритизированного (и гидратированного) биотита. Содержание их в бентонитизированных породах - цеолито-бентонитах уменьшается, а в бентонитовых глинах - совсем ничтожно. На наш взгляд, это объясняется тем, что в процессе бентонитизации биотит почти полностью перерождается в монтмориллонит, следовательно бентонитизация является результатом более глубокого метасоматоза, чем цеолитизация.

5. На участке "Новый-Кохб" верхние два пласта пепловых туфов с мощностями от 4 до 40-50 м, местами до 60 м, слагающие кровлю месторождения, цеолитизированы без заметных примесей монтмориллонита. Указанные пласты относятся к затухающей фазе вулканической деятельности, в которой прекращалась поствулканическая гидротермальная деятельность, и в связи с этим прекращался и процесс бентонитизации.

Весь механизм гидротермально-диагенетического процесса нам представляется следующим образом: гидротермальные (восходящие) вулканогенные растворы вблизи поверхности осадочно-пирокластических пород (возможно на глубине 10-15 до 30 м от поверхности осадка) в связи с редуцированностью давления включаются в динамику межпоровых, заимствованных от морского бассейна вод, вдоль разломов растекаются по более проницаемым, высокопористым поверхностным пластам (или слоям) и образуют стратиформные, в основном, согласно залегающие с цеолитами тела метасоматических бентонитов. Эти гидротермы вовлекли в сферу своих действий как пирокластолиты, недавно вышедшие в осадок и не прошедшие процесс диагенеза, так и пирокластолиты, прошедшие процесс раннего диагенеза, способству-

ющий развитию по обломкам вулканического стекла цеолитовых минералов.

Мы затрудняемся здесь дать предпочтение какому-либо процессу - гидротермальному или диагенетическому и каким-либо водам - ивнильным или морским потому, что оба эти процесса и обе воды действовали одновременно и длительно. В этом сложном процессе точно известно только одно: если процесс диагенеза с морскими - захороненными водами действовал непрерывно, то процесс поступления газогидротерм действовал прерывисто, потому-то и чередуются пласты (и пропластки) бентонитовых глин с пластами (и пропластками) цеолитов.

О поступлении поствулканических газогидротерм говорят следующие факты:

1) наличие вкраплений галенита и халькопирита, а также вкраплений и конкреций пирита в бентонитовых глинах и в перекрывающих их кремнистых известняках; наличие кристаллических конкреций пирита, размерами от 10 до 50 мм в диаметре, в пирокластолитах доказывает гидротермальное их образование, ибо "очень высокие скорости образования осадков исключают образование конкреций и даже микроконкреций диагенетическим путем" (Чухров, 1978);

2) уменьшение количества указанных выше рудных минералов в цеолито-бентонитовых породах и отсутствие их вообще в цеолититах;

3) окремнение перекрывающих бентониты пластов известковых пород на лежащем боку с постепенным ослаблением интенсивности окремнения в сторону висячего бока;

4) резкие контакты пластов, пропластков и прослоек бентонитовых глин с перекрывающими их телами цеолититов и постепенный - с подстилающими;

5) привнос магния в бентониты и вынос почти всех остальных компонентов; с привнесом магния, очевидно, связана доломитизация известковых пород, перекрывающих бентониты и чередующихся с ними;

6) изотопный состав пиритов, где  $\delta^{34}\text{S}$  колеблется от -33,6 до -39,6 промилл; здесь, наряду с обогащением пиритов легким изотопом, отмечается очень узкий диапазон вариации изотопного состава серы как в пределах одной конкреции (0,8-3,0 промилл), так и в пределах всего месторождения (до 6 промилл), что характерно для вулканического сероводорода (Гриненко и др., 1974; Рицц и др., 1978);

7) проявление бентонитизации вдоль тектонических нарушений с постепенным уменьшением интенсивности (степени) бентонитизации при удалении от этих нарушений;

8) несогласное залегание (в виде секущих вкраплений) более или менее больших скоплений пиритов с пластами и пропластками бентонитовых глин (обычно обнаруживаются вблизи тектонических нарушений);

9) наличие в перекрывающих бентониты кремнистых известняках халькопирита, количество которого вверх по разрезу убывает прямо пропорционально убыванию степени окремнения; содержание меди в интенсивно окремненных нижних слоях известняков составляет 0,3%, а в более верхних слоях уменьшается до 0,06%.

Как уже было отмечено, над каждым пластом бентонитовых глин Нюемберянского месторождения в перекрывающих известняках и туфоизвестняках отмечается интенсивное окремнение. Примечательно, что интенсивность окремнения и мощность окремненной полосы прямо пропорциональны мощности подстилающих их пласта бентонитовых глин и интенсивности бентонитизации.

Если с бентонитами повсеместно связано окремнение переслаивающихся с ними известняков, то над пластами пелитовых пород окремнение выражено либо очень и очень слабо, либо вовсе отсутствует. Это обстоятельство привело нас к заключению, что источниками кремнезема, накопившегося в нижних слоях перекрывающих известняков, являются бентонитизированные пелловые, пеллово-пемзовые, пемзовые туфы, из коих в процессе их бентонитизации была вынесена часть излишнего для структуры монтмориллонита количества кремнезема (другая часть вышла в интерстициях самих бентонитовых глин в виде кварца, кристобалита и др.). Это обстоятельство одновременно говорит о том, что пеллитизация вулканического стекла пирокластолитов Нюемберянского месторождения всегда опережала бентонитизацию. В противном случае, поскольку вынос излишка кремнезема происходит при бентонитизации, то окремнение в перекрывающих известняках проявилось бы и на контактах с пеллититами.

Миграция кремнезема в перекрывающие известняки, на наш взгляд, происходила следующим образом: избышек кремнезема (или некоторая его часть) бентонитизирующихся вулканогенных пород циркулирующими растворами был вынесен в морской бассейн, в наддонный слой морской воды, где он удерживался в растворе ионами щелочных металлов. "Одновалентные щелочные ионы в растворах кремнезема стремятся стабилизировать золи кремнезема в форме силикатов натрия и не осаждают кремнезем, подобно двухвалентным ионам" (Келлер, 1963). После, в связи с завершением частного вулканического ритма и прекращением поступления вулканогенных газогидротерм (с  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ), кото-

рыне вынесли в наддонные слои морского бассейна растворенный кремнезем, активизировались подавленные продуктами вулканизма катионы кальция, которые и способствовали осаждению кремнезема параллельно с осаждением карбоната кальция. По мнению У.Д.Келлера (1963), двухвалентные ионы являются эффективными осадителями растворимого в иных условиях кремнезема. Такое совместное выпадение карбоната кальция и кремнезема возможно в условиях pH растворов в пределах 7,5-8,0, где обычно пересекаются кривые растворения карбоната кальция и кремнезема (Страхов, 1962). Параллельное выпадение в осадок кремнезема и карбоната кальция, а не замещение одного другим видно на микрофотографии участка сканирования образца кремнистых известняков (в работе иллюстрированы микрофотографии).

Таким образом, диагенез вулканического стекла в позднемолодом морском бассейне с образованием бентонитовых глин Ноемберянского месторождения протекал по двум схемам:

1) вулканическое стекло + вода  $\rightarrow$  цеолиты (анальцит + клиноптилолит + морденит); после образования цеолитов процесс диагенетического метасоматоза углубляется вследствие поступления глубинных газогидротерм: 1а) цеолит+вода+ $Mg^{2+}$   $\rightarrow$  монтмориллонит+кремнезем в перекрывающих бентониты слоях карбонатных пород и металл ионы в растворе;

2) вулканическое стекло + вода +  $Mg^{2+}$   $\rightarrow$  монтмориллонит + кремнезем в перекрывающих бентониты слоях карбонатных пород и металл ионы в растворе.

В работе приведены доказательства того, что цеолиты и бентониты Ноемберянского месторождения образовались именно в стадии раннего диагенеза, а не позднего диагенеза или позднего диагенеза-раннего катагенеза, как об этом утверждает А.С.Михайлов (1975) и И.Х.Петросов (1983).

В конце этой главы в работе приводится подробный критический разбор двух противоположных точек зрения относительно генезиса Ноемберянского месторождения, где одни авторы утверждают, что и цеолиты и бентониты образовались исключительно в позднедиагенетических-раннекатагенетических условиях без поступления гидротермальных растворов, а другие высказывают совершенно противоположное мнение, т.е. и цеолиты и бентониты образовались исключительно в гидротермальных, и только в гидротермальных условиях; однако, ни те ни другие никаких доказательств не приводят в подтверждение своих позиций.

### 3.5. Характерные черты формирования Саригджского и Ноембо-

рянского месторождений.

1. Бентониты Саригухского месторождения образовались гидротермально-метасоматическим путем за счет стекловатых субинтрузивных андезито-базальтовых и частично эффузивных андезито-дацитовых порфиритов. Сопутствующие процессу бентонитизации минералы - цеолиты (гейландит и морденит), халцедон (агаты), кварц, аметист, кальцит, минералы железа и марганца и др. образовались в ходе бентонитизации гидротермальным путем, т.е. все они являются гидротермальными образованиями, синтезированными из монтмориллонитизирующих минерализованных гидротермальных растворов.

2. Бентониты Ноемберянского месторождения являются продуктами гидротермально-диагенетического происхождения, формировались за счет раскристаллизации стекла пирокластолитов или же перекристаллизации ранее образовавшихся цеолитовых минералов - анальцима, клиноптилолита и морденита. Бентониты здесь являются метасоматитами, образовавшимися по двум схемам: а) за счет опередивших процесс бентонитизации цеолитовых минералов; б) за счет нецеолитизированного (свежевыплавленного) вулканического стекла непосредственно.

3. Цеолитовые минералы на Ноемберянском месторождении формировались двумя путями: а) независимо от процесса бентонитизации (анальцим и промышленные скопления клиноптилолита и морденита) в стадии раннего диагенеза за счет стекла пирокластолитов; б) синтезированы (клиноптилолит и морденит) в интерстициях бентонитов, как и на Саригухском месторождении из монтмориллонитизирующих, переиспещенных породобразующими компонентами межпоровых растворов. Эти цеолиты, как и цеолиты Саригухского месторождения, имеют только лишь минералогическое значение.

Общее для обоих генетических типов бентонитов является то, что процесс бентонитизации протекал при интенсивном выносе основных породобразующих компонентов и привносе воды. Исключением в процессе бентонитизации кислого вулканического стекла является то, что с гидротермальными растворами в породу была привнесена окись магния, являющаяся обязательным компонентом для формирования монтмориллонита.

3.6. Минерализованные воды Ноемберянского месторождения. На северном фланге Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитовых пород, на Новом и частично Новокохобском участках, во время проведения поисковых и поисково-оценочных работ нами, впервые для северо-восточных районов Армении, были выявлены минерализованные воды с промышленным дебитом, по данным четырех скважин 42-43л/сек

и температурой 18-19°C. Химические анализы показали, что эти воды, по типу минерализации, идентичны известным минеральным водам "Ижевск"а.

#### Глава 4. Даш-Салахлинское месторождение бентонитовых глин Азерб.ССР

В работе в сжатом виде, в основном по литературным источникам и, в частности, по результатам единичных посещений во время рекогносцировочных маршрутов, приведены данные относительно геологии и генезиса известного Даш-Салахлинского месторождения бентонитовых глин Азерб.ССР.

Как известно, Даш-Салахлинское месторождение пространственно расположено между Саригхским и Ноемберянским месторождениями Арм.ССР и входит в регион нашего исследования - в Сомхето-Кафанскую структурную зону. В связи с этим, с целью увязки Саригхского и Ноемберянского месторождений и для полной характеристики цеолит-бентонитовой метасоматической формации Сомхето-Кафанской структурной зоны (палеоостровной дуги), нами было изучено также и Даш-Салахлинское месторождение.

#### Глава 5. Поисковые критерии на бентониты, цеолиты и сопутствующие им компоненты

Преобладающее большинство месторождений бентонитов и цеолитов вообще, а в Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоне в частности размещено среди мезозойских и кайнозойских отложений и пространственно теснейшим образом связано с вулканитами. Однако, одно только наличие вулканитов еще не означает, что возможности обнаружения промышленных залежей бентонитов и цеолитов, а также и сопутствующих им компонентов обеспечены. Наряду с наличием вулканитов необходимо еще и ряд благоприятных для образования месторождений полезных ископаемых факторов. К ним в частности относятся: благоприятное строение и состав вулканитов (преобладание стекловатой массы в породе, пористость и трещиноватость, кислотность или основность вулканического стекла и др.); условия накопления осадочно-вулканогенных пород и постседиментационное их изменение (накопление пород в мелководном морском бассейне, шельфе, лагуне и т.д., способствующие повышению щелочности растворов, протекание процесса диагенеза в открытой или закрытой системе, от которого зависит направленность процесса метасоматоза); благоприятное тектоническое строение региона, обеспечивающее поступления гидротермальных растворов; характер метасоматизма пород в зависи-

мости от глубины погружения осадочно-вулканогенных пород и внедрения субинтрузивных образований.

Таким образом, главенствующими в поисковых критериях для Сомхето-Кафанской структурной зоны являются стратиграфические, литологические, тектонические и формационные (критерии метасоматических формаций).

Исходя из изложенного, перспективы выявления промышленных залежей бентонитов, цеолитов, халцедона (агатов), горного хрусталя; аметиста, исландского шпата и др. сводятся к следующему.

1. К перспективным регионам в Сомхето-Кафанской структурной зоне в первую очередь относится Казахский (Иджеванский) прогиб, где большим развитием пользуются взрывные породы (пепловые, пеплово-пемзовые, пемзовые туфы, туфобрекчии и др.) в совокупности с эффузивными, экструзивными и субинтрузивными образованиями и в настоящее время выявлены, разведуются и эксплуатируются крупнейшие месторождения и проявления бентонитов, агатов, цеолитов и др.

2. Небольшие месторождения бентонитов гидротермально-метасоматического генетического типа можно будет выявить в пределах Анджакендского и Мартунинского прогибов, где большим развитием пользуются высокоглиноземистые толеитовые базальты риолит-базальтовой формации (Анджакендский прогиб) и трахибазальты (Мартунинский прогиб). Месторождения и проявления бентонитов ожидаются на глубоких горизонтах кварц-агатовой минерализаций (на глубине от 20-30 до 200 м от подошвы агатовых проявлений).

3. Месторождения кристаллического кварца (в том числе и аметиста), агатов и исландского шпата ожидаются во всех трех прогибах Сомхето-Кафанской зоны, особенно на территориях развития трещиноватых мандельштейновых базальтов, подвергнутых гидротермальному изменению. Крупные их концентрации ожидаются на шапке пористых, трещиноватых и сильно гидротермально измененных бентонитизированных пород с большеобъемным изменением.

4. Крупных (и больших) месторождений железа и марганца гидротермального генезиса, связанных с процессами бентонитизации пород основного состава (базальтов и андезит-базальтов) в Сомхето-Кафанской структурной зоне нельзя ожидать, ибо для образования таких необходимы особо благоприятные условия - особо крупные размеры гидротермально-измененных пород, наличие соответствующей благоприятной среды для рудотложения и т.д.

Ориентировочные экономические расчеты, основанные на фактическую промышленную мощность комбината "Иджеванский бентонит" на 1987г., показывают, что использование саритских бентонитов в народном хозяйстве дает исключительно большой экономический эффект. Общая сумма экономии при применении саритских бентонитов в нефтедобывающей промышленности, черной металлургии для окомкования железорудных концентратов, литейном деле, масложировой, винодельческой, комбикормовой промышленности составит 35 млн.руб. в год.

Общие прибыли комбината "Иджеванский бентонит" по фактическим данным составляют 3,86 млн.руб. в год. При работе комбината на полную проектную мощность (700тыс.т продукции или 1,0 млн.т сырья) прибыли могут составить 6,44 млн.руб. в год. Наряду с этим прибыли Агаракского медно-молибденового комбината Армении, при мощности 3,5 млн.т добычи и переработки руды, составляют 1,2 млн.руб. (по данным 1988г.). Отсюда нетрудно себе представить: насколько велика рентабельность комбината "Иджеванский бентонит" и насколько будут велики прибыли в народном хозяйстве от внедрения Ноемберянского месторождения во всем его комплексе - цеолитов, цеолито-бентонитов и бентонитов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Материнскими породами для промышленных залежей бентонитовых глин Саритского месторождения являлись в основном андезитобазальтовые витрофирровые субинтрузивные порфириты раннепалеогенового возраста. Бентонитизацией были охвачены также андезитодациитовые порфириты и туфопесчаники позднесантонского возраста.

- Саритское месторождение относится к гидротермально-метасоматическому генетическому типу и в возрастном отношении принадлежит к раннему палеогену (палеоцен).

- Материнскими породами для промышленных залежей бентонитов и цеолитов Ноемберянского месторождения являлись пепловые, пеплово-пемзовые и пемзовые туфы от основного - андезитобазальтового до кислого - дацит-липаритодацит-липаритового составов. Бентонитизацией и цеолитизацией были охвачены также туфобрекчии и туфопесчаники.

- Бентониты Ноемберянского месторождения в генетическом отношении относятся к гидротермально-диагенетическому типу, а цеолиты - к диагенетическому, образовавшимися в стадии раннего диагенеза и в возрастном отношении принадлежат к позднемеловому отделу; основной продуктивный горизонт бентонитов размещен в позднесантон-раннекампанских отложениях, а цеолитов - от раннего сантона до

раннего кампана.

- С бентонитами Саритихского месторождения парагенетически тесно связаны халцедон (агаты), горный хрусталь, аметист, цеолиты (гейландит и морденит), марганцевая минерализация, окислы и гидроксиды железа, пирит, галенит и др.

- С бентонитами Ноемберянского месторождения парагенетически связаны цеолиты (клиноптилолит и морденит, синтезированные из минерализованных бентонитизирующих межпоровых растворов), кремнистые известняки, халцедоновые проявления, пирит, галенит, халькопирит и др.

- Промышленные залежи халцедона (агатов) Саритихского месторождения размещены на периферии и высоких гипсометрических горизонтах промышленных залежей бентонитовых глин, среди густо расположенных даечных тел андезито-дацитовых и андезито-базальтовых порфиритов, в благоприятных тектонических и магматогенных структурах; в генетическом отношении они принадлежат к гидротермальному типу и синтезированы из пересыщенных кремнеземом бентонитизирующих растворов в температурных интервалах 300-250°C.

- Парагенезис минералов - монтмориллонит-цеолиты (гейландит, морденит, анальцим, клиноптилолит)-халцедон (агаты)-кварц-кальцит и др. показывают, что бентонитизация и цеолитизация родоначальных пород протекали в щелочной среде.

- На Ноемберянском месторождении тип аутигенных цеолитовых минералов контролировался составом родоначальных пород; так, за счет вулканического стекла основного состава образовался анальцим, за счет стекла среднекислого - дацит-липаритодацитового состава - клиноптилолит, а за счет стекла кислого - липаритового состава - морденит. Такое развитие аутигенных цеолитовых минералов в геологическом разрезе соответствует нормальному гомодроминому развитию вулканогенных пород - в основании толщи раннего сантона залегают основные породы и развит анальцим, вверх по разрезу увеличивается кислотность пород и развиты клиноптилолит и морденит.

- Бентониты Ноемберянского месторождения, образовавшиеся за счет свежих (не подвергнутых цеолитизации) пирокластических пород полностью сохраняют реликты структуры и текстуры родоначальных пород - пепловых, пеплово-пемзовых и пемзовых туфов. Наряду с этим, бентониты, образовавшиеся за счет цеолититов, почти полностью утратили структурно-текстурные особенности родоначальных пород.

- Наряду с цеолитами на Ноемберянском месторождении бентонитизация не подчинена литологическому контролю; она развивается за счет

вулканического стекла всех типов пород - от основного до кислого составов.

- Монтмориллонитизация вулканического стекла основного и среднего (от базальтового до андезито-дацитового) состава Сомжето-Кафанской палеостровной дуги протекает через метастабильные, в создавшихся условиях, промежуточные продукты: хлорит-селадонит-смешанослойное образование селадонит-монтмориллонитового состава или без хлорита; наряду с этим монтмориллонитизация более кислого вулканического стекла (дацитового, дацит-липаритового и липаритового состава) протекает либо непосредственно, без каких-либо промежуточных метастабильных фаз (когда гидротермальные и гидротермально-диагенетические растворы монтмориллонитизацией охватывают свежие, не подвергнутые диагенетическому изменению, вулканические стекла), либо через метастабильные в данных условиях цеолитовые минералы.

- Цеолитизация осадочно-пирокластических образований протекает в раннем диагенезе, в закрытой или почти закрытой системе, под воздействием межпоровых, заимствованных из морского бассейна застойных вод в высокощелочной среде и без заметной миграции породообразующих компонентов; бентонитизация же, наоборот, протекает в более открытой системе со свободной циркуляцией межпоровых растворов с участием поствулканических газогидротерм в более низкощелочной среде и с хорошей миграцией породообразующих компонентов. Таким образом:

а) важными условиями диагенетического цеолитообразования являются - наличие реакционноспособного вулканического стекла, раствора, закрытой системы и относительно высокощелочные условия среды;

б) определяющими условиями гидротермально-диагенетического монтмориллонитообразования являются - наличие реакционноспособного вулканического стекла (или метастабильных в создавшихся условиях продуктов - цеолитов), раствора, открытой системы со свободной циркуляцией растворов, щелочные условия среды и необходимые для монтмориллонитообразования количество магния (при недостаточном его количестве в материнских породах обязательным условием является его привнос с поступающими гидротермальными растворами).

Несмотря на различие в составе и строении метасоматизирующихся пород, на Сомжето-Кафанской структурной зоне выявлена одна единая - цеолит-бентонитовая метасоматическая формация с единым набором аутигенных глинистых и неглинистых, парагенетически тесно связанных, минеральных ассоциаций на различных пунктах зоны.

ОСНОВНЫЕ ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Армянские бентониты и области их применения. - Народное хозяйство Армении, №1, 1966, с.37-43.
2. Бентонитовые глины. - 43 том "Геология СССР", Арм.ССР, П часть, 1966, с.87-91.
3. Отбеливающие земли, природные сорбенты. Бентонитовые глины. - В кн.: Геология Арм.ССР, VII том, неметаллические полезные ископаемые. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1966, с.483-496.
4. Об условиях образования Саригхского месторождения бентонитовых глин. Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, №5, 1968, с.45-52.
5. О выделении литологических горизонтов в диатомитовых свитах Сисианского месторождения (в соавторстве с Авакяном Т.А.). - В кн.: Материалы республиканской II научной конференции молодых научных работников Армении, посвященной 50-летию Ленинского комсомола, 14-16 октября 1968г., Ереван, 1969, с.339-340.
6. Некоторые особенности образования и закономерности размещения Саригхского месторождения агата. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №6, 1968, с.110-111.
7. Об условиях формирования агатов Саригхского месторождения (в соавторстве с Мирояном С.Х.). - Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, №6, 1972, с.29-35.
8. Цеолитовые породы Ноемберянского района Арм.ССР и проблемы их освоения. - Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, №6, 1973, с.48-60.
9. Об условиях образования цеолитовых пород Ноемберянского месторождения. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №4, 1974, с.62-67.
10. Мordenит в цеолитовых породах Ноемберянского месторождения. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №6, 1974, с.11-15.
11. Об экономической эффективности использования саригхских бентонитов в народном хозяйстве. - Народное хозяйство Армении, №3, 1975, с.38-44.
12. Бентонитовые глины. - В кн.: "Геология СССР", 43 том (Арм.ССР, полезные ископаемые). Изд. Недра, М., 1975, с.75-77.
13. О генезисе бентонитовых глин Ноемберянского месторождения. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №4, 1976, с.82-87.
14. Роль малых элементов в материнских породах Саригхского месторождения в процессе их бентонитизации. - Изв.АН Арм.ССР, Науки о Земле, №6, 1976, с.82-85.
15. Об условиях образования бентонитовых глин в парагенезисе с цеолитами на примере Ноемберянского месторождения (Арм.ССР). - Труды Армянского геологического общества, вып. I, Изд. "Айастан",

Ереван, 1977, с.207-217.

16. К вопросу об условиях залегания, генезисе и перспективах месторождений бентонитовых глин Арм.ССР. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №6, 1977, с.66-72.

17. Бентониты в верхнемеловых отложениях Северной Армении. Изд. "Айастан", Ереван, 1977, 242с.

18. Геология, минералогия и условия образования цеолитов Ноемберянского месторождения Армянской ССР. - Тезисы докладов Всесоюзного семинара "Геология, генезис и использование природных цеолитов", г.Звенигород, 1978, с.75.

19. Природные сорбенты Армянской ССР и их ресурсы. - Тезисы докладов Закавказской конференции по адсорбции и хроматографии (30 ноября - 2 декабря 1978г.). Ереван, 1978, с.3-5.

20. О Всесоюзном семинаре "Геология, генезис и использование природных цеолитов". - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №3, 1978, с.88-90.

21. О парагенезе цеолитов и бентонитов. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №3, 1979, с.47-57.

22. О псевдоконгломератах Саригхского рудного поля и их возрасте. Ученые записки Ер.Гос.ун-та, №3, 1979, с.129-134.

23. Бентониты Армении. - Материалы Всесоюзного совещания по бентонитам в г.Москве с 18 по 20 апреля 1977г. Изд. "Наука", М., 1980, с.73-82.

24. Генетические типы и закономерности распространения месторождений бентонитов в СССР (в соавторстве с Н.В.Кирсановым, М.А.Ратеевым, А.А.Сабитовым и др.). Изд. Недра, М., 1981, 215с.

25. О парагенезисе золото-серебро-пирит на одном из рудопроявлений Армянской ССР. - Доклады АН Арм.ССР, том LXXI, №1, 1980, с.43-47.

26. О золото-пиритовом типе оруденения в южной Армении. Ученые записки Ер.Гос.ун-та, №1, 1981, с.115-122.

27. Народнохозяйственное значение природных цеолитов Армении. - Народное хозяйство Армении, №1, 1981, с.48-56.

28. Мезо-кайнозойские вулканы северо-восточной части Сомхето-Кафянской структурно-формационной зоны и связанные с ними полезные ископаемые. Тезисы докладов V Всесоюзного палеовулканологического симпозиума, сентябрь 1981г., г.Черкассы. - В сб.: Проблемы палеовулканологических реконструкций и картирования в связи с вулканогенным рудообразованием, Изд. "Наукова Думка", Киев, 1981, с.118-119.

29. О морфенитах Саригхского месторождения бентонитовых

глин Арм.ССР.-Ученые записки Ер.Гос.ун-та, №1, 1982, с.153-161.

30. Гидротермально-метасоматическое монтмориллонитообразование (бентонитообразование) в Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоне. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №2, 1982, с.52-59.

31. О генезисе полиметаллического месторождения Янга-Кубанза Народной республики Конго (Браззавиль). - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, №2, 1989, с.34-40.

32. О стадийности перехода вулканогенных пород в монтмориллониты. - Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле (находится в печати).

33. Агат - В кн.: "Геология СССР", 43 том, Армянская ССР (полезные ископаемые). Изд. Недра, М., 1975, с.87-93. (Соавтор Мироян С.Х.).

*Мироян*

1988