

УДК 553.611.6

Г. С. АВАКЯН

О ПАРАГЕНЕЗЕ ЦЕОЛИТИТОВ И БЕНТОНИТОВ

В осадочно-пирокластических комплексах мезо-кайнозоя Малого Кавказа, в частности Армянской ССР, перспективы выявления промышленных месторождений цеолититов и сопутствующих им компонентов — бентонитовых глин стали реальными после обнаружения нами в 1972 г. в Ноемберянском районе крупнейшего месторождения цеолито-бентонитовых пород с почти мономинеральными скоплениями клиноптилолита, морденита и бентонитовых глин. Оно расположено в 3—5 км к север-северо-востоку от с. Калача.

В геологическом строении Ноемберянского месторождения цеолито-бентонитовых пород принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные (осадочно-пирокластические) и осадочные (в основном карбонатные) отложения нижнесантонского-нижнекампаического возраста.

Мощная толща (суммарной мощностью более 1000 м) цеолито-бентонитовых пород с пластами, пропластками и прослойками почти мономинеральных цеолитов и бентонитовых глин, образовалась за счет осадочно-пирокластических пород пеллово-пемзовых туфов, туфобрекчий, туфопесчаников и туффитов, которые занимают площадь более 30 кв. км. Пласты цеолититов, цеолито-бентонитовых пород и бентонитовых глин чередуются друг с другом и разобшцаются пластами органогенных, мергелистых и доломитизированных известняков, туфоизвестняков, фельзитовых туфов и других, которые, в кровле пластов бентонитовых глин, подвергнуты интенсивному окремнению. Степень окремнения и мощность окремнелого слоя известковистых пород находится в прямой зависимости от мощности подстилающего пласта бентонитовых глин, интенсивности бентонитизации и состава родоначальных пород. Простираются эти отложения в близширотном направлении с пологими углами падения—15—25° в север—северо-восточные румбы. Мощность сравнительно чистых продуктивных пластов достигает 60—80 м.

Цеолититы имеют голубую, светло-зеленую, светло-серую и белесоватую окраску. Они плотные, крепкие с плитчатой и местами столбчатой отдельностью. Излом раковистый и полураковистый.

Среди бентонитовых глин различаются щелочные и щелочноземельные разности. Щелочные бентониты более мягкие, жирные на ощупь и имеют раковистый излом, а щелочноземельные разности более крепкие—камениподобные, на ощупь менее жирные и в воде не набухают.

Цеолититы и бентониты, образовавшиеся за счет пелловых туфов, являются более чистыми по составу.

В продуктивных пластах Ноябрьского месторождения основными породообразующими минералами являются клиноптилолит, морденит и монтмориллонит. Кроме указанных, на самом нижнем горизонте месторождения (низы нижесантонских отложений), на южном фланге Южного участка, в туфобрекчиях и туфолесчаниках обнаружен также анальцит. Отдельные пропластки пемзовых туфов среди указанных туфобрекчий и туфопесчаников полностью, исключая фенокристаллы, превращены в анальцит. Под микроскопом богатая анальцитом порода представляет кристалловитрокластический туф с пятнистой структурой. Состоит из обломков кристаллов величиной 0,07—0,2 и до 0,5 мм, а также угловатых полуокатанных и волокнистых литокластов, величиной 0,1—0,4 мм, погруженных в очень тонкую реликтовую стекловатую основную связующую массу (до 50% породы), нацело замещенную анальцитом. Обломки кристаллов кварца, полевого шпата, карбоната, биотита, пироксена, амфиболов и обломки пород среднего состава составляют суммарно до 50% породы. Анальцит рентгеноструктурным анализом диагностируется по наличию интенсивных рефлексов на порошкограммах $d=5,58; 3,42$ и $2,91 \text{ \AA}$, а также некоторыми более слабыми отражениями. Анальцитомоносные породы имеют суммарную мощность до 80 м, составляя менее 10% от суммарной мощности продуктивной толщи.

В полосе развития монтмориллонит-клиноптилолит-морденитовой минерализации монтмориллониту принадлежит около 60%, клиноптилолиту—35%, а мордениту—не более 5%.

Структура клиноптилолит-морденитовых пород (цеолититов) под микроскопом реликтовая витрофировая, алевролитовая с реликтовой пепловой структурой цементирующей массы, лито-кристаллокластическая и др. Цементирующая масса содержит полосчатые реликты осколков кислого стекла, растянутого и причудливо деформированного—рогульчатой, серповидной, волокнистой, угловатой, остроугольной формы, размерами в длину до 0,07—0,08 мм, реже до 0,1—0,2 мм. По обломкам вулканического стекла, а также среди тонкой пепловой массы развиваются микрокристаллики (криптокристаллики) клиноптилолита и морденита, характеризующиеся сравнительно малым двупреломлением ($\leq 0,003$) и показателями преломления от 1,474 до 1,480. Клиноптилолит диагностируется рентгеноструктурным анализом интенсивными рефлексами $d=8,84-9,07; 3,95-3,97; 2,95-2,98 \text{ \AA}$, а также рядом более слабых отражений. Морденит на дифрактограммах образцов Южного участка диагностируется интенсивными рефлексами $d=9,04-9,16; 6,55-6,59; 4,49; 3,97-3,98; 3,35; 3,20-3,22 \text{ \AA}$.

Цеолитизация охватывает преимущественно центральные части пепловых частиц и осколков стекла, а по периферии развивается яркополяризующий минерал из группы монтмориллонита, который диагностируется рентгеноструктурным анализом с рефлексами на дифрактограммах воздушно-сухого образца $d=13,19-15,6; 4,40-4,49; 4,93-5,0 \text{ \AA}$. После насыщения глицерином первое-базальное отражение смещается в сторону малых углов, и межплоскостное расстояние возрастает до $d=17,9-$

18,0 Å° с выявлением целочисленной серии базальных рефлексов от структуры с периодичностью 18 Å°. После прокаливания до 550°C d (001) уменьшается до 9,6—9,8 Å°.

На нижних горизонтах Ноемберянского месторождения вулкано-генные образования представлены пирокластолитами среднекислого—андезитового состава и за их счет развиваются анальцит и монтмориллонит. На более верхних горизонтах—выше на 140—150 м—их сменяют породы липарито-дацитового состава, за счет которых развиваются клиноптилолит и монтмориллонит. Выше по разрезу на 300—320 м за счет пород липаритового состава развиваются морденит и монтмориллонит. Ближе к кровле отложений нижнего сантона и во всей пачке верхнесантон—нижнекампанских отложений, мощностью более 700 м, осадочно-пирокластические породы представлены липарито-дацитами, по которым развиты клиноптилолит и монтмориллонит. Однако, за счет обломков более светлых и более кислых стекол в этих же породах, в виде включений, развивается морденит, который по удлиненным, линейкообразным кристаллам фиксируется на электронно-микроскопических снимках.

Цеолитовая минерализация таким образом зависит от состава исходной (материнской) породы с переходом от анальцита к клиноптилолиту и мордениту по мере повышения кислотности породы. Между тем монтмориллонитовая минерализация такой зависимости не проявляет и развивается за счет всех типов пород; задача состоит только лишь в диагностике разновидностей группы монтмориллонита.

Более или менее чистые-мономинеральные и высококачественные разновидности цеолитов и бентонитовых глин образовались за счет пепловых и частично пемзовых туфов. Морфологически продуктивные горизонты представлены довольно-таки выдержанными по мощности пластообразными телами, среди которых нет свежих пирокластических—материнских пород. Все они в той или иной степени цеолитизированы и бентонитизированы. Слабо измененными являются фельзитовые туфы, хотя и они местами сменяются цеолититами и бентонитами.

Цеолитизация пеплово-пемзовых туфов путем гидратации и девитрификации (раскристаллизации) вулканического стекла, как показывают данные петрографического исследования, проходила без заметного нарушения структурно-текстурных особенностей первичной породы. В этом одна из причин, что предыдущими исследователями Ноемберянского месторождения цеолитизация в указанных породах не была подмечена [3]. Бентонитизация, напротив, нередко сопровождается интенсивным разложением уже образовавшихся цеолитовых минералов и вулканического стекла, нарушением сплошности материнских пород до потери реликтовой пепловой структуры и с интенсивным выносом некоторых породообразующих окислов, таких, как, например, окиси титана, железа, калия, натрия, кальция, алюминия, кремнезема и закиси железа. Однако, в большинстве случаев бентонитовые глины тоже сохраняют релик-

товую структуру материнских-родоначальных пород. Последнее обстоятельство может иметь важное поисковое значение для выделения и оконтуривания бентонитов, образовавшихся за счет пепловых и пемзовых туфов, которые являются наиболее перспективными с промышленной точки зрения.

Отмечалось, что цеолитизация охватывает центральные части пепловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркополяризующим монтмориллонитом. Ширина монтмориллонитовой каемки прямо пропорциональна интенсивности изменения (бентонитизации); монтмориллонитовая каемка увеличивается от краев к центру цеолитового поля, разъедая цеолиты и замещая их (рис. 1). Наряду с укоренив-



Рис. 1. Образование бентонитовых глин за счет цеолитизированных пеплово-пемзовых туфов (обломки вулканического стекла, перешедшие в цеолиты, окаймляются яркополяризующим минералом—монтмориллонитом). Николи параллельные. Ув. 180 х.

шимся представлением [7] о переходе вулканического стекла в цеолиты через промежуточный продукт—монтмориллонит, вышесказанные данные позволяют предложить также иную схему преобразования вулканического стекла, первоначально путем гидратации и девитрификации превращения их в цеолиты, а затем, при более глубоком изменении—в глинистые минералы группы монтмориллонита. Однако остается неясным, насколько эта схема применима ко всем пластам и горизонтам бентонитовых глин Ноемберянского месторождения.

Можно полагать, что межпоровые растворы во время накопления пирокластического материала отличались повышенной щелочностью вследствие растворения адсорбированных на поверхности обломков вулканических стекол щелочных металлов. Эта щелочность в процессе диагенеза повышалась еще выше уже вследствие растворения щелочей из реакционноспособного вулканического стекла. О таком режиме свидетельствуют преобразования кислого вулканического стекла и других пирокластических материалов в высококремнистые цеолиты—клиноптилолит и морденит и значения рН водных суспензий, приготовленных из цеолитов Ноемберянского месторождения, колеблющихся в пределах от 9,9 до 10,6.

Преобразования пирокластического материала в цеолиты, а после— в бентониты (монтмориллонит) нам представляется следующим образом. Гидратация и раскристаллизация вулканического стекла после их от-

ложения (ранний диагенез) особенно интенсивно затронула тонкие вулканические пеплы. Слабая циркуляция в них межпоровых вод илового осадка (закрытая система) и повышенная щелочность среды были благоприятными условиями для быстрой гидратации и образования цеолитовых минералов.

По С. И. Набоко [2], поровые растворы на уровнях цеолитообразования более минерализованы, более щелочные, но в то же время они оказываются относительно обогащенными сульфат-ионом. Основываясь на опытах Н. И. Андрусенко и А. А. Москалюка, Э. Э. Сендеров и Н. И. Хитаров [4] полагают, что растворимость силикатных минералов или разложение пород, или отдельных силикатных фаз, сопровождающееся преимущественным выносом в раствор более подвижных щелочей, обуславливает подщелачивание раствора, взаимодействующего с породой.

Щелочность межпоровых захороненных вод, возросшая при диагенезе, вероятно, достигала $pH=10-11$, что доказывается определением pH суспензий, приготовленных из цеолититов Ноемберянского месторождения¹.

Высокая щелочность растворов — одна из определяющих возможностей цеолитизации, как это отмечают Сендеров и Хитаров [4] и Хей [7]. Общепринятое представление, что цеолиты кристаллизуются в щелочной среде, подтверждают наблюдения в районах современного цеолитообразования и эксперименты по синтезу цеолитов.

Итак, закрытая система, с одной стороны, и высокощелочные ($pH \geq 10$) межпоровые растворы, с другой, создавали благоприятные условия для метасоматического превращения вулканического стекла в цеолиты. Эти же условия одновременно способствовали образованию клиноптилолита из умереннокислых липарито-дацитовых стекол, а мordenита, более высококремнеземистого минерала — из стекла более кислого — липаритового состава.

Однако преобразование пепловых осадков нельзя рассматривать вне влияния подтока термальных вод и горячих газовых эманаций. Можно думать, что они поступали на дно не только по системам крупных нарушений, но и просачивались сквозь вулканогенно-осадочные отложения, влияя на химизм поровых вод, повышая кроме того их температуру, а также и температуру, и состав наддонных вод. Вероятно, при этом, по мере остывания генерировавших их магматических масс или глубинного очага, роль моффет становилась наибольшей, и можно ожидать, что щелочность межпоровых вод к тому времени несколько снижалась от $pH \geq 10$ до $pH=8-9$. Параллельно снижалась также щелочность наддонных вод ($pH \sim 7,5-8$), 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

¹ Определения Г. С. Асратяна (Ерзоветинститут) в Центральной лаборатории Управления геологии Совета Министров Армянской ССР.

стремятся вверх, уступая свое место наддонным растворам. Эти условия были благоприятными для преобразования цеолитизированных и свежих, еще не успевших цеолитизироваться, пеплово-пемзовых туфов, туфобрекчий и туфопесчаников в бентонитовые—монтмориллонитовые глины.

По результатам экспериментов и природных наблюдений было установлено, что при понижении рН растворов область цеолитов сменяется областью минералов со слоистой структурой глин и слюд. Константа равновесия этих реакций зависит от соотношения активностей катионов и ионов водорода, что видно из схематического уравнения: $\text{цеолит} + \text{H}^+ + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{монтмориллонит} + \text{катион}$ [4].

Поскольку бентонитизация происходит в более открытой системе под воздействием межпоровых вод, заимствованных из морского бассейна и смешанных с термальными водами и вулканическими газами, свободно циркулирующими в осадках, т. е. в условиях относительно низкой щелочности (рН=8—9), то этот процесс охватывает более широкий литологический спектр пород, включая грубообломочные пирокласты—пемзовые туфы и туфобрекчии.

О поступлении гидротермальных растворов в морской бассейн свидетельствуют обнаруженные в бентонитовых глинах хорошо сформированные крупные кристаллы галенита (размером до 3 см в поперечнике), скопления пирита (размером от 0,5 до 3—4 см в поперечнике) и вкрапленники халькопирита. Последние в большом количестве обнаруживаются также в перекрывающих бентониты кремнистых известняках, в которых содержание меди, по данным химанализа четырех образцов, колеблется от 0,06 до 0,3%. Содержание меди здесь прямо пропорционально интенсивности ореоlementа и, следовательно, оно высокое в самых нижних слоях кремнистых известняков. В бентонитовых глинах повсеместно отмечаются пирит и халькопирит. В цеолито-бентонитах их меньше, а в цеолитах вовсе нет.

Диagenетическое образование цеолито-бентонитовых пород Ноемберянского месторождения находит подтверждение следующими данными: на всей территории месторождения пласты и пропластки цеолититов, цеолито-бентонитов и бентонитовых глин чередуются друг с другом, образуя взаимные постепенные переходы как по вертикальному разрезу, так и в латеральных направлениях; перекрывающие бентониты пласты и пропластки известняков скремнены без сплошных секущих тел кремнезема (жил и прожилков кварца, халцедона, опала и др.); на всей территории Ноемберянского месторождения в пеплово-пемзовых туфах, туфобрекчиях и других породах нигде не отмечаются цеолитовые минералы, заполняющие поры и пустоты, т. е. выпавшие из сильно минерализованных-пересыщенных поровых растворов; в цеолито-бентонитовых породах (цеолититы, цеолито-бентониты и бентониты), начиная от низов нижнего сантона до нижнего кампана общей мощностью толщи порядка 1500 м, плагиоклаз сохраняется почти свежим.

В процессе бентонитизации из цеолитовых пород, по подсчетам окисно-объемным методом, были вынесены: 224 кг/м³ кремнезема (около 17% всего его количества); 25 кг/м³ глинозема (11% всего его количества); 8 кг/м³ окиси железа (26%) всего его количества) и других окислов в различных количествах. Усилению растворения кремнезема из вулканического стекла пирокластических пород во многом способствовало поступление ионов магния с гидротермальными растворами, что доказывается привносом окиси магния (MgO) в бентониты, в количестве около 1 кг/м³ (табл. 1).

Таблица 1

Изменение количества окислов в цеолитовых породах Ноемберянского месторождения в процессе их бентонитизации

Окислы	Цеолитовые породы с объемным весом 1,91 тн/м ³		Цеолито-бентонитовые породы с объемным весом 1,75 тн/м ³		+Привнос -Вынос (в тн) (гр. 5-3)	Бентониты с объемным весом 1,67 тн/м ³		+Привнос -Вынос (гр. 8-5) (в тн)	+Привнос -Вынос (гр. 8-3) (в тн)
	содержание в весовых %	количество окислов в 1 м ³ (в тн)	содержание в весовых %	количество окислов в 1 м ³ (в тн)		содержание в весовых %	количество окислов в 1 м ³ (в тн)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	66,18	1,304	65,30	1,143	-0,161	64,69	1,080	-0,063	-0,224
Al ₂ O ₃	11,44	0,225	11,67	0,204	-0,021	12,00	0,201	-0,004	-0,025
Fe ₂ O ₃	1,56	0,031	1,71	0,030	-0,001	1,40	0,023	-0,007	-0,008
FeO	0,34	0,007	0,28	0,005	-0,002	0,19	0,003	-0,002	-0,004
TiO ₂	0,19	0,004	0,23	0,004	0,0	0,07	0,001	-0,003	-0,003
CaO	3,62	0,071	3,98	0,070	-0,001	3,60	0,060	-0,010	-0,011
MgO	1,24	0,024	1,45	0,025	+0,001	1,48	0,025	0,0	+0,001
MnO	сл.	—	сл.	—	—	сл.	—	—	—
K ₂ O	1,85	0,036	2,15	0,038	+0,002	1,34	0,022	-0,016	-0,014
Na ₂ O	1,57	0,031	1,32	0,023	-0,008	1,34	0,022	-0,001	-0,009
Влага	3,30	0,065	3,83	0,067	+0,002	5,80	0,097	+0,030	+0,032

Над каждым пластом бентонитовых глин Ноемберянского месторождения в перекрывающих известняках и туфоизвестняках отмечается интенсивное окремнение (кремни, яшмы, халцедон). Примечательно, что интенсивность окремнения и мощность окремненной полосы прямо пропорциональны мощности подстилающих их пластов бентонитовых глин и интенсивности бентонитизации.

Если с бентонитами повсеместно связано окремнение переслаивающихся с ними известняков, то над пластами цеолитовых пород (цеолитов) окремнение выражено либо очень слабо, либо вовсе отсутствует. Это обстоятельство привело нас к заключению, что источниками кремнезема, накопившегося в нижних слоях перекрывающих известняков, являются бентонитизированные пеплово-пемзовые туфы, из коих в процессе их бентонитизации было вынесено излишнее для структуры монтмориллонита количество кремнезема. Это обстоятельство одновременно говорит о том, что цеолитизация вулканокластических пород на Ноем-

берянском месторождении всегда опережала бентонитизацию. В противном случае, поскольку вынос излишка кремнезема происходит при бентонитизации, то окремнение в перекрывающих известняках проявилось бы и на контактах с цеолититами.

Миграция кремнезема в перекрывающие известняки, на наш взгляд, происходила следующим образом: избыток кремнезема бентонитизирующихся вулканокластических пород циркулирующими растворами был вынесен в морской бассейн, в наддонные слои морской воды, где он удерживался в растворе ионами щелочных металлов. Позже, в связи с завершением частного вулканического ритма и прекращением поступления вулканогенных газогидротерм (с CO_2), которые вынесли в наддонные слои морского бассейна растворенный кремнезем, активизировались подавленные продуктами вулканизма катионы кальция, которые и способствовали осаждению кремнезема параллельно с осаждением карбоната кальция. Такое совместное выпадение карбоната кальция и кремнезема возможно в условиях pH растворов в пределах 7,5—8,0, где обычно пересекаются кривые растворения CaCO_3 и SiO_2 [5, стр. 278]. Параллельное выпадение в осадок кремнезема и карбоната кальция, а не замещение одного другим, видно на микрофотографии участка сканирования образца кремнистых известняков (рис. 2).



Рис. 2. Микрофотография участка сканирования образца кремнистых известняков. Видны скопления и криптокристаллические агрегаты карбоната (светлые участки) на общем фоне кремнезема. Увеличение 300х.

В начале активизации катионов кальция, когда все количество растворенного и вынесенного из вулканокластов кремнезема еще находилось в растворе (наддонной воде), происходило обильное выпадение кремнезема с преобладанием его над карбонатом. Затем, в связи с уменьшением количества растворенного кремнезема в растворе, постепенно уменьшалось его количество в осадке и, вверх по разрезу, сводилось на нет.

Вынос кремнезема из цеолитизированных пород не имеет места в связи с тем, что: а) система при цеолитообразовании относительно закрытая, не имеет места циркуляция растворов и, следовательно, вынос растворенного кремнезема не происходит; б) цеолитовые минералы—клиноптилолит и морденит относятся к высококремнистым типам, где отношение кремнезема к глинозему примерно в два раза выше, чем в монтмориллоните и, следовательно, основное количество кремнезема в стекле пирокластолитов идет на формирование кристаллической решетки цеолитов; в) значительная часть освободившегося кремнезема при девитрификации стекла сразу же оседает в поровом пространстве из-за особо высокого значения рН поровых растворов (≥ 10) и пересыщения их кремнеземом, создавая при этом очаги кристаллизации свободного кремнезема в виде низкотемпературного кристобалита и др.

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

1) вулканическое стекло+вода \rightarrow цеолиты (клиноптилолит+морденит); после образования цеолитов процесс диагенетического метасоматоза углубляется: 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 карбонатных породах и металл-ионы в растворе.

О гидротермально-диагенетическом происхождении бентонитов Ноемберянского месторождения свидетельствуют следующие факты: наличие сульфидов гидротермального происхождения—галенита, халькопирита и пирита в бентонитовых глинах (вулканогенное или осадочное их образование отрицается тем, что они отмечаются исключительно в бентонитовых глинах, а в цеолититах вовсе отсутствуют); согласное залегание перекрывающих бентониты окремненных известняков с тенденцией убывания степени окремнения вверх по разрезу; наличие более десятка пластов и пропластков бентонитовых глин, которые залегают согласно и имеют постепенные переходы с вмещающими цеолититами как по мощности, так и в латеральном направлении; чередование пластов туфонизвестняков; отсутствие каких-либо секущих тел новообразований (цеолитов, бентонитов, кварца, халцедона, яшмы, карбонатов и др.)

Детальными исследованиями цеолититов, цеолито-бентонитов и бентонитовых глин Ноемберянского месторождения установлено, что:

1. Цеолититы и бентониты между собой тесно связаны парагенетически. Все они образовались за счет осадочно-пирокластических пород от основного до кислого состава в верхнемеловом морском бассейне и имеют постепенные переходы между собой как по вертикали, так и в латеральном направлении.

2. За счет вулканического стекла основных и среднекислых пирокластолитов андезито-базальтового состава, залегающих в основании

Ноемберянского месторождения, образовались анальцит и монтмориллонит, а за счет кислых стекол липарито-дацитового состава—высококремнистый цеолит-клиноптилолит и монтмориллонит; за счет сильно кислых стекол липаритового состава образовался более высококремнистый цеолит-морденит и монтмориллонит. Отсюда вытекает, что в данном морском бассейне тип аутигенного (диагенетического) цеолитообразования контролируется составом исходного вулканического стекла, а монтмориллонитообразование—нет. Последнее протекает за счет всех типов пород—от основного до самого кислого, чему в основном благоприятствует циркуляция поровых растворов, вынос излишка растворенных компонентов и привнос магния. Если при бентонитизации (монтмориллонитизации) среднекислых пород вынос кремнезема слабый, то в процессе бентонитизации кислых пород—сильный, а сильно кислых пород (липаритов)—интенсивный.

3. Цеолитизация осадочно-пирокластических пород протекает в закрытой или почти закрытой системе, без заметной миграции компонентов и в высокощелочной среде ($\text{pH} \geq 10$), а бентонитизация, наоборот, происходит в открытой системе со свободной циркуляцией межпоровых растворов, с участием вулканогенных газогидротерм и в более низкощелочной среде ($\text{pH} = 8-9$).

Управление геологии
СМ Армянской ССР

Поступила 14.IV.1978.

2. II. ԱՎԱԳՅԱՆ

ՑԵՈՒԼԻՏՆԵՐԻ ԵՎ ԲԵՆՔՈՆԻՏՆԵՐԻ ՊԱՐԱԴԵՆԵՏԻԿ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո Վ ո լ մ

Ցեոլիտների և բենթոնիտների պարադենետիկ առաջացումները հայտնի են աշխարհի մի շարք հանքավայրերում. ԱՄՆ-ի Նևադա, Կալիֆոռնիա, Օրեգոն, Կոլորադո, Յուտա, Տեխաս, Մոնտանա, Հարավային Դակոտա և այլ նահանգներում, Ճապոնիայում, աֆրիկյան և եվրոպական մի շարք երկրներում և այլն:

Հայաստանի նոյեմբերյանի շրջանի ցեոլիտ-բենթոնիտային հանքավայրի մանրադնին ուսումնասիրությունները հաստատում են, որ՝

1. Ցեոլիտները (անալցիմը, կլինոպտիլոլիտը և մորդենիտը) և բենթոնիտները (մոնտմորիլլոնիտը) իրենց առաջացմամբ սերտորեն կապված են միմյանց հետ: Բոլորն էլ առաջացել են հիմնայինից մինչև թթու կալմի հրաբխածին-նստվածքային ապարների հաշվին և միմյանց հետ ունեն աստիճանական անցումներ:

2. Հիմնայինից մինչև միջին թթվային կալմի հրաբխային ապակու հաշվին առաջացել են անալցիմը և մոնտմորիլլոնիտը: Միջին թթվային կալմի հրաբխային ապակու հաշվին առաջացել են կլինոպտիլոլիտը և մոնտմորիլլոնիտը, և վերջապես, թթու կալմի հրաբխային ապակու հաշվին՝ մորդենիտը և մոնտմորիլլոնիտը:

3. Հրաբխածին-նստվածքային ապարների ցեոլիտացումը ընթացել է վաղ դիագենեզի պայմաններում և փակ միջավայրում ($\text{pH} \geq 10$), իսկ բենիտիտացումը՝ ազնի բաց միջավայրում ($\text{pH} \sim 8-9$) և հիդրոթերմալ լուծույթների ու հրաբխային գազերի ներթափանցման պայմաններում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Милло Ж. Геология глин. «Недра», 1968
2. Набоко С. И. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. Изд. АН СССР, 1963.
3. Петросов Н. Х., Цамерян П. П. Вещественный состав и условия образования бентонитовых глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений Арм. ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
4. Сендеров Э. Э., Хитаров Н. И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. «Наука», М., 1970.
5. Стрихов Н. М. Основы теории литогенеза, Том. II. Изд. АН СССР, М., 1962
6. Эймс Л. Л., Санд Л. Б., Голдич С. С. Бентонитовое месторождение Гектор. Калифорния. В кн. «Вопросы минералогии глин». Изд. ИЛ, М., 1962.
7. Hay R. L. Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks. Geol. Soc. Am. Spec. Papers, № 85, 1966.