

УДК 553.611.6

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. С. АВАКЯН

О ГЕНЕЗИСЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН  
НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ноемберянское месторождение бентонитовых глин расположено на северной окраине Армянской ССР, на стыке трех Закавказских республик. Южная граница месторождения протягивается в восточном направлении и расположена в 3 км к северо-востоку от с. Калача Ноемберянского района на территории Армянской ССР.

Северная же граница примыкает к Груз. ССР, она протягивается в юго-восточном направлении и к востоку переходит на территорию Азербайджанской ССР. Месторождение расположено среди верхнемеловых вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений, занимает обширную площадь (30 кв. км) и тесно примыкает к цеолитовым породам, имея с ними постепенные переходы.

Месторождение в основном сложено разнообразными известняками и реже песчаниками (в виде маломощных линз) из осадочного комплекса пород, туфобрекчиями, туфопесчаниками, туффитами, а также фельзитовыми, пепловыми и пемзовыми туфами из вулканогенного комплекса.

Как цеолиты (клиноцитолит и морденит), так и бентонитовые глины образовались за счет вулканогенных пород—пеплово-пемзовых туфов, туфобрекчий и туфопесчаников. Более или менее мономинеральные и высококачественные разновидности образовались за счет пепловых и пемзовых туфов, из коих на территории Армении широким распространением пользуются зервые.

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

Морфологически бентонитовые глины представлены довольно выдержанными по мощности пластообразными телами (за исключением пластов, обнажающихся на дневной поверхности, часть которых размыва эрозией) с полоним падением на север—северо-восток, под углом 10—15°. Мощности отдельных пластов колеблются от 0,8 до нескольких десятков метров (до 150 и более метров). Количество плас-

тов бентонитовых глин на каждом участке доходит до 5—6 и более (до глубины 150 м вскрыты буровыми скважинами). Отдельные пласты распространяются на площади около 4 кв. км.

В результате геолого-петрографических исследований Ноемберянского месторождения выяснилось, что на всей территории распространения цеолитовых пород и бентонитовых глин не сохранились свежие разновидности материнских пород (шеллово-пемзовые туфы, туфонесчаники, туфобрекчии и др.). Все они, без исключения, в той или иной степени цеолитизированы и бентонитизированы. Неизменными остались только фельзитовые туфы, фациально переходящие в материнские породы бентонитовых глин и цеолитов. То, что на месторождении нет свежих материнских пород и их постепенных переходов в цеолитовые породы, оставляет много неясностей в процессе опознавания механизма превращения туфов в цеолиты; однако наличие переходов из цеолитизированных пород в бентонитовые глины (от слабо бентонитизированных до бентонитовых глин) позволяет опознавать все стадии этого превращения.

Превращение шеллово-пемзовых туфов в цеолитовые породы, т. е. их цеолитизация, протекало, по-видимому, путем гидратации и девитрификации (раскристаллизации) вулканического стекла, без заметного нарушения структурно-текстурных особенностей первичной породы и поэтому, по всей вероятности, прежние исследователи района, в том числе и И. Х. Петросов и П. П. Цамерян [1] не обнаружили цеолитизацию. Бентонитизация иногда проходила с интенсивным разложением вулканического стекла, нарушением сплошности материнских пород, до потери реликтовой шелловой структуры и с интенсивным выносом некоторых породообразующих окислов. Однако, в большинстве бентонитовых глин тоже сохраняют реликтовую структуру материнских пород, что позволяет не только распознавать процесс бентонитизации, но и выделять, даже макроскопически, бентониты по типам их материнских пород. Последнее обстоятельство имеет большое практическое значение в том смысле, что в процессе полевых работ можно будет выделить наиболее перспективный в промышленном отношении участок, зная, что бентониты, образовавшиеся за счет пемзовых и туфовых туфов, более перспективны, чем те, которые образовались за счет туфонесчаников, туфобрекчии и др.

Слабо бентонитизированные породы сохраняют реликты структуры первичных материнских цеолитизированных пород. Цеолитизация охватывает центральные части шелловых частиц и осколков стекла, а периферийные зоны заняты яркочастиризующим монтмориллонитом. Ширина монтмориллонитовой каемки находится в прямой зависимости от интенсивности изменения (бентонитизации). Монтмориллонитовая каемка увеличивается от краев к центру, как-то разъедая цеолиты и замещая их. Это обстоятельство, наряду с рядом фактов (они будут приведены ниже), вопреки имеющимся и укоренившимся представлениям, что переход вулканического стекла в цеолиты про-

текает через промежуточный продукт—монтмориллонит, дает нам основание утверждать, что на Ноемберянском месторождении имеет место обратное явление, т. е. пепловые частицы и осколки вулканического стекла первоначально, путем гидратации и девитрификации, были превращены в цеолиты, а последние, после более глубокого изменения, превращены в глинистые минералы типа монтмориллонита. Однако это вовсе не означает, что эта стабильность строго соблюдается на всей территории месторождения и распространяется на все пласты и горизонты бентонитовых глин.

Бентониты Ноемберянского месторождения относятся к вулканогенно-осадочному генетическому типу, образовались путем подводного преобразования вулканических пеплов и других кислых (липаритовые-липарито-дацитовые) широкластических пород верхнемелового возраста (в основном верхний сантон-нижний кампан).

Во время накопления широкластического материала верхнемеловое море отличалось повышенной щелочностью ( $\text{pH} \geq 10$ ) и нормальной соленостью. О таком режиме свидетельствуют преобразования кислого вулканического стекла и других широкластических материалов в цеолиты (клиноптилолит и морденит—продукты заведомо щелочной среды), отсутствие значительных концентраций минералов среды повышенной солености и др.

Весь механизм преобразования широкластического материала в цеолиты, а после—в бентониты (монтмориллонит) нам представляется следующим образом: диагезис (гидратация и раскристаллизация) вулканического стекла происходил сразу же после их отложения или выпадения в морской бассейне. Особенно интенсивно гидратируются вулканические пеплы, тонкие частицы которых долго продерживаются во взвешенном состоянии и в иловом осадке интерстициальные воды сохраняют в неподвижном состоянии. Слабая циркуляция межпоровых вод илового осадка (закрытая система), с одной стороны, и повышенная щелочность среды—с другой создают благоприятные условия для быстрой гидратации и образования цеолитовых минералов. Отметим это Р. Л. Хей [3] отмечает: «Как высокие значения  $\text{pH}$ , так и высокая соленость водной среды благоприятствуют быстрой реакции вулканического стекла с образованием цеолитов».

Временами, вслед за извержением вулканогенных пород, в морской бассейне поступали термальные воды и горячие газовые эманации, которые частично циркулировали через накопленный вулканогенный материал (особенно вблизи районов их выходов), несколько повышали температуру нижних слоев морской воды и понижали щелочность от  $\text{pH} \geq 10$  до  $\text{pH} = 8 - 9$ . Именно эти условия являлись благоприятными для преобразования как цеолитизированных, так и свежих пеплово-пемзовых туфов, туфобрекчий и туфопесчаников в бентонитовые глины.

Э. Э. Сендеров и Н. И. Хитаров [2] отмечают: «При понижении pH растворов область цеолитов сменяется областью минералов со слоистой структурой—глин и слюд...»

Если цеолитизация вулканогенного материала происходит в закрытой или почти закрытой системе под воздействием застойных межпоровых вод, заимствованных из морской бассейна с повышенной щелочностью, то бентонитизация происходит в более открытой системе под воздействием тех же вод, смешанных с термальными водами и вулканическими газами, свободно циркулирующими в осадках и в условиях относительно низкой щелочности (pH = 8—9). Этим же объясняется то обстоятельство, что грубообломочные широкластоны (немзавые туфы и туфобрекчии) в преобладающем большинстве превращены в бентониты, чем цеолиты (по этим породам, через крупные, сообщающиеся между собой пустоты, все время циркулировали интерстициальные воды и выносили за пределы широкластонов растворенные породообразующие компоненты).

Таким образом, цеолиты Нюемберянского месторождения являются результатом воздействия высокощелочной (pH  $\geq$  10) среды на вулканическое стекло, а бентониты — результатом воздействия умеренно-щелочной среды и поступления катионов  $Mg^{2+}$ .

О поступлении гидротермальных растворов в морской бассейн свидетельствуют обнаруженные в бентонитовых глинах прекрасно оформленные крупные кристаллы галенита (размерами до 3 см в поперечнике) и пирита (размерами от 0,5 до 3—4 см в поперечнике).

Пересчетами окисно-объемным методом установлено, что в процессе бентонитизации из цеолитовых пород были вынесены: 224 кг/м<sup>3</sup> кремнезема, или около 17% всего его количества; 25 кг/м<sup>3</sup> глинозема, или 11% всего его количества и 8 кг/м<sup>3</sup> окиси железа, или 26% всего его количества. Эти цифры указывают, что значение pH морской воды в верхнемеловое время было в пределах 9. Однако, усиленно растворения кремнезема из широкластических пород во многом способствовало поступление ионов  $Mg^{2+}$  с гидротермальными растворами, что доказывается привнесом MgO в бентониты в количестве около 1 кг/м<sup>3</sup> (табл. 1).

На Нюемберянском месторождении констатируется следующий факт: над каждым пластом бентонитовых глин, в перекрывающих известняках и туфоизвестняках, почти без исключения, отмечается интенсивное окремнение, выраженное в виде кремня, яшмы и халцедона. Интенсивность окремнения и мощность окремненной полосы находятся в прямой зависимости от мощности подстилающих бентонитовых глин. Наряду с этим, над пластами цеолитовых пород окремнение выражено либо очень слабо, либо вообще отсутствует.

Вышеописанное обстоятельство приводит нас к заключению, что источником кремнезема, в основном, являются бентонитизированные туфы, из которых в процессе бентонитизации был вынесен излишек кремнезема (224 кг/м<sup>3</sup>).

Таблица 1

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

Окислы	Цеолитовые породы с объемным весом 1,97 т/м <sup>3</sup>		Цеолито-бентонитовые породы с объем. весом 1,75 т/м <sup>3</sup>		± принос — вынос (в т) (гр. 5—3)	Бентониты с объемным весом 1,67 т/м <sup>3</sup>		± принос — вынос (гр. 8—5) (в т)	± принос — вынос (гр. 8—3) (в т)
	содерж. в весовых %	колич. окисл. в 1 м в тн	содерж. в весовых %	колич. окисл. в 1 м <sup>3</sup> (в тн)		содерж. в весов %	колич. окисл. в 1 м <sup>3</sup> (в т)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	66,18	1,304	65,30	1,143	-0,161	64,69	1,080	-0,063	-0,224
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,41	0,255	11,67	0,204	-0,021	12,00	0,200	-0,004	-0,025
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub> O	1,85	0,036	2,15	0,038	+0,002	1,34	0,022	-0,016	-0,014
Na <sub>2</sub> O	1,57	0,031	1,52	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

Механизм же осаждения кремнезема в перекрывающих известковых породах нам представляется следующим образом: растворенный из вулканогенных пород кремнезем при бентонитизации удерживается в растворе (вследствии удерживания ионами щелочных металлов— $K^+$  и  $Na^+$ ) до тех пор, пока полностью не завершится вулканогенное осадконакопление, подавляющее осадкообразование других типов, особенно карбоната кальция. Ионы же щелочных металлов выносятся из вулканогенных пород параллельно с выносом кремнезема.

После завершения вулканогенного осадконакопления в морском бассейне активизируются ионы  $Ca^{2+}$ , которые и способствуют осаждению кремнезема. В первый период активизации иона  $Ca^{2+}$ , когда все количество растворенного кремнезема еще находится в растворе, происходит обильное выпадение кремнезема параллельно с карбонатообразованием (однако с преобладанием кремния над карбонатом); и после, в связи с уменьшением количества растворенного кремнезема, постепенно уменьшается его же количество в осадке и, вверх по разрезу, сводится на нет.

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 (клиногипсолит + морденит); после образования цеолитов процесс диагенетического метасоматизма 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.

Управление геологии  
Совета Министров  
Армянской ССР

Поступила 30 VIII.1974.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петросов Н. А., Чамерян П. П. Вещественный состав и условия образования бентонитовых глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений Армянской ССР. Издательство АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
2. Сендеров Э. Э., Литаров Н. И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. «Наука», М., 1970.
3. Hay R. L. Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks, Geol. Soc. Am. Spec. Papers, №. 87, 1966