

НОВЫЙ РАЙОН РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЦЕОЛИТОЛИТОВ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

© 1998 г. И. Х. Петросов*), А. А. Садоян**), А. Х. Мнацаканян*)

**) Институт геологических наук НАН РА*

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

***) Ереванский Государственный университет, Армения*

375025 Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, Республика Армения

Поступила в редакцию 20.01.98.

Впервые за пределами ныне известных цеолитоносных провинций Республики Армения (Ширакской и Таушской), в среднеэоценовых отложениях Котайка, авторами обнаружены цеолитолиты, которые, судя по площади их распространения, мощности залежей и составу руд, могут иметь промышленное значение. Приводятся основные характеристики цеолитолитов и данные об их генезисе. Рекомендуются провести поисково-разведочные работы в бассейнах рек Гохт и Азат.

Цеолитолиты являются ценным минеральным сырьем, используемым в качестве природных сорбентов в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства, технологии, медицины, в экологических целях. До последнего времени они были известны только на севере Республики Армения (РА), где в двух пунктах образуют месторождения промышленного значения – Ноемберянское и Ширакское. В разных структурно-формационных зонах и в зависимости от условий их формирования видовой минеральный состав цеолитолитов, следовательно, и технологические их свойства заметно различаются. Поэтому выявление в РА новых районов распространения цеолитолитов не потеряло научной и практической актуальности.

Во время совместных полевых работ в Котайке А.А.Садояном и И.Х.Петросовым в отложениях среднего эоцена обнаружены цеолитолиты, ранее здесь неизвестные. Они локализованы в верхней, отчасти в средней секциях разреза вулканогенно-осадочной флишоидной формации. Отложения среднего эоцена являются наиболее мощными и распространенными образованиями палеогена на территории РА и сопредельных областей. Они накапливались преимущественно на южном склоне вулканического пояса и в преддуговом бассейне Понтийско-Малокавказско-Иранского островодужного комплекса. С удалением от вулканических поднятий Базум-Зангезурской зоны мощность среднеэоценовых вулканогенно-осадочных толщ и соответственно содержание пирокластического материала уменьшаются. Подобная картина наблюдается и в бассейне р.Азат. Если в северной ее части, в разрезах скважин 1, 31-Шорахбюр мощность вулканогенно-осадочной флишоидной формации достигает 2000 м, а по линии сс.Гарни-Байбурд – 1040 м, то на юге у с.Ланджазат, она составляет всего около 370 м.

Основными типами пород указанной формации являются туфы пеплопада и морского пирокластического потока, пара- и ортотуффиты (рис.1). Нередко они плохо отсортированы, особенно туфы. Среди более или менее отсортированных разновидностей в циклотемах с градационной слоистостью выделяются псефитовые (встречаются редко), псаммитовые и алевропелитовые вулканокластические и вулканогенно-осадочные породы.

1:5 000

Мощность м.	Возраст	Литологическая колонка	№ образцов
50	P_{2-3}^2	== ==	30
60		Т-Т-Т ...Т-Т-Т	39 41
6		...Т-Т-Т ...V-V-V	1,2
70		Т-Т-Т ...Т-Т-Т ...Т-Т-Т	48 49
10		V-V-V ...V-V-V	3,5
125		Т-Т-Т Т-Т-Т ...Т-Т-Т Т-Т-Т	54 6
30		V V V	24
290	P_2^2	Т-Т-Т ...Т-Т-Т Т-Т-Т ...Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т	7 8 12 13
15		...V-V-V V-V-V	52 53
320		Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т	25 36 37 38
5		V-V-V	44
36		Т-Т-Т	
8		V-V-V	46
65		Т-Т-Т Т-Т-Т	35
50	P_2^1	Т-Т-Т Т-Т-Т Т-Т-Т	16

Рис.1. Разрез вулканогенно-осадочной флишоидной формации среднего эоцена по линии сс Гарни-Байбурд. 1.Глины. 2.Алевриты. 3.Песчаники и гравелиты известковые. 4.Туффиты пелитовые. 5.Туффиты алевритовые. 6.Туффиты гравийно-псаммитовые. 7.Туфы пелитовые. 8.Туфы алевритовые. 9.Туфы гравийно-псаммитовые. 10.Силл андезитов. 11.Мергели. 12.Знак известковитости пород.

Содержание карбонатного вещества варьирует от 0,1 до 26,7%, в среднем составляет 3,2%.

Цеолитолиты образуются главным образом за счет туфов пеплопада и морского пирокластического потока. Орто- и паратуффиты также цеолитизированы, но в меньшей степени. Выходы цеолитовых туфов отмечены по обоим берегам р.Гохт, в нижнем ее течении. На правом берегу они обнажаются примерно в 500 м южнее с.Гарни, вдоль дороги, ведущей в Хосровский заповедник. На левом берегу цеолитолиты обнажаются у моста через р.Гохт. Отсюда они непрерывной полосой протягиваются до бассейна р.Азат. Площадь их распространения составляет около 5 кв.км. Цеолитолиты залегают в виде пластов мощностью от нескольких до 10 м. В бассейне р.Гохт азимут падения пластов СЗ 310-355°, угол падения 30-70°, простирание — до 500 м. Ложем и кровлей залежей служат разнотернистые туффиты. Более прочих цеолитизированы туфы алевропелитовой размерности.

Для изученных цеолитолитов характерны сохранившиеся первичные микро-структуры андезитовых, андезито-дацитовых и риолитовых туфов, которые по петрографическим признакам отвечают различным генетическим типам туфов пеплопада и морских пирокластических потоков (пеплов течения). Петрографические особенности выделенных типов пород приведены в табл.1.

Обобщая петрографическую характеристику котайкских цеолитолитов, отметим, что диагенетические изменения в них имеют избирательный характер и наложены главным образом на витрокластическую. При этом фрагменты газонасыщенного стекла кислого состава преимущественно цеолитизируются, а более основные по составу обломки пемзы и вулканическая пыль в промежуточной массе замещаются монтмориллонитом и селадонитом. С наибольшей полнотой цеолитизация проявляется в пепловых туфах и ортотуффитах (рис.2), в которых тонкая витрокластическая количественно преобладает и имеет однородный кислый состав.

Петрографическая характеристика среднеэоценовых пирокластических и пирокластически-осадочных пород Котайка

Петрографические типы	Размерность, текстура, структура, состав
Туфы пеплов выпадения	<i>Алевропелитовые разности.</i> Структура кристалловитрокластическая. Порфирокласты (5-20%) – кислый плагиоклаз, кварц, клинопироксен, биотит, реже амфибол. Витрокласты (10-15%) – черепки и изогнутые фрагменты кислого стекла, замещенного лучистыми, призматическими агрегатами цеолитов, обрывки монтмориллонитизированной пемзы. Связующая масса – пепловая. Сложена рогульчатыми осколками цеолитизированного стекла, скрепленного витрической пылью с новообразованными комочками и гранулами монтмориллонита. <i>Пелитовые разности.</i> Структура витрокластическая, пепловая. Характерна равномерная цеолитизация осколков стекла и монтмориллонитизация витрического материала в их промежутках.
Туфы морских пирокластических потоков (пеплов течения)	<i>Псефито-псаммитовые разности.</i> Текстура псевдофлюидальная, структура литокристалловитрокластическая. Суммарное содержание обломков 40-45%. Литокласты – андезиты с гиалопилитовой основной массой, риолиты и фельзиты, реже базальты. Порфирокласты – кислый плагиоклаз, кварц, биотит, магнетит, апатит. Витрокласты – черепки цеолитизированного стекла, деформированные обломки пемзы, бурое стекло с аксиалитовой раскристаллизацией, обсидиан. Связующая масса сложена спекшимися в прерывистые полосы пепловыми частицами и промежуточной витрической пылью.
Ортотуффиты	<i>Разнозернистые.</i> Структура кластическая. Преобладает вулканокластический материал, свойственный описанным выше туфам. Примесь осадочного материала (мелкозернистого кальцита) менее 50%. Характерны круглые сферы – остатки фораминифер (глобигерин) с цеолитовым выполнением внутренних камер (рис.2). Связующая масса пепловая.
Паратуффиты	<i>Разнозернистые.</i> Структура кластическая. Содержание осадочного материала и остатков фораминифер более 50%; пепловый материал цеолитизирован. Цемент карбонатно-глинистого состава.

По петрографическому облику и характеру вторичных преобразований котайкские цеолитолиты сходны с детально описанными цеолитолитами Ширакской группы месторождений [9].

Из минералов цеолитовой группы установлены анальцит, клиноптилолит, морденит, филлипсит.



Рис. 2. Микрофотография замещения раковин мелких фораминифер призматическими, пластинчато-линоватыми агрегатами цеолитов в ортотуффитах Николи скрещены

Анальцит обнаружен в двух образцах (S-2, S-54) из пяти исследованных рентгеновским методом. Содержание его достигает более 50%* объема породы. На дифрактограммах (табл.2) фиксируется серия интенсивных отражений с $d=5.60, 4.86; 3.43; 2.91$ Å. На термограммах (рис.3) проявляется один эндотермический пик с максимумом при 130°C , т.е. реакция начальной дегидратации несколько сдвинута в низкотемпературную часть. Анальцит ассоциируется с клиноптилолитом (20-30%) и низкотемпературным кристобалитом (10-20%).

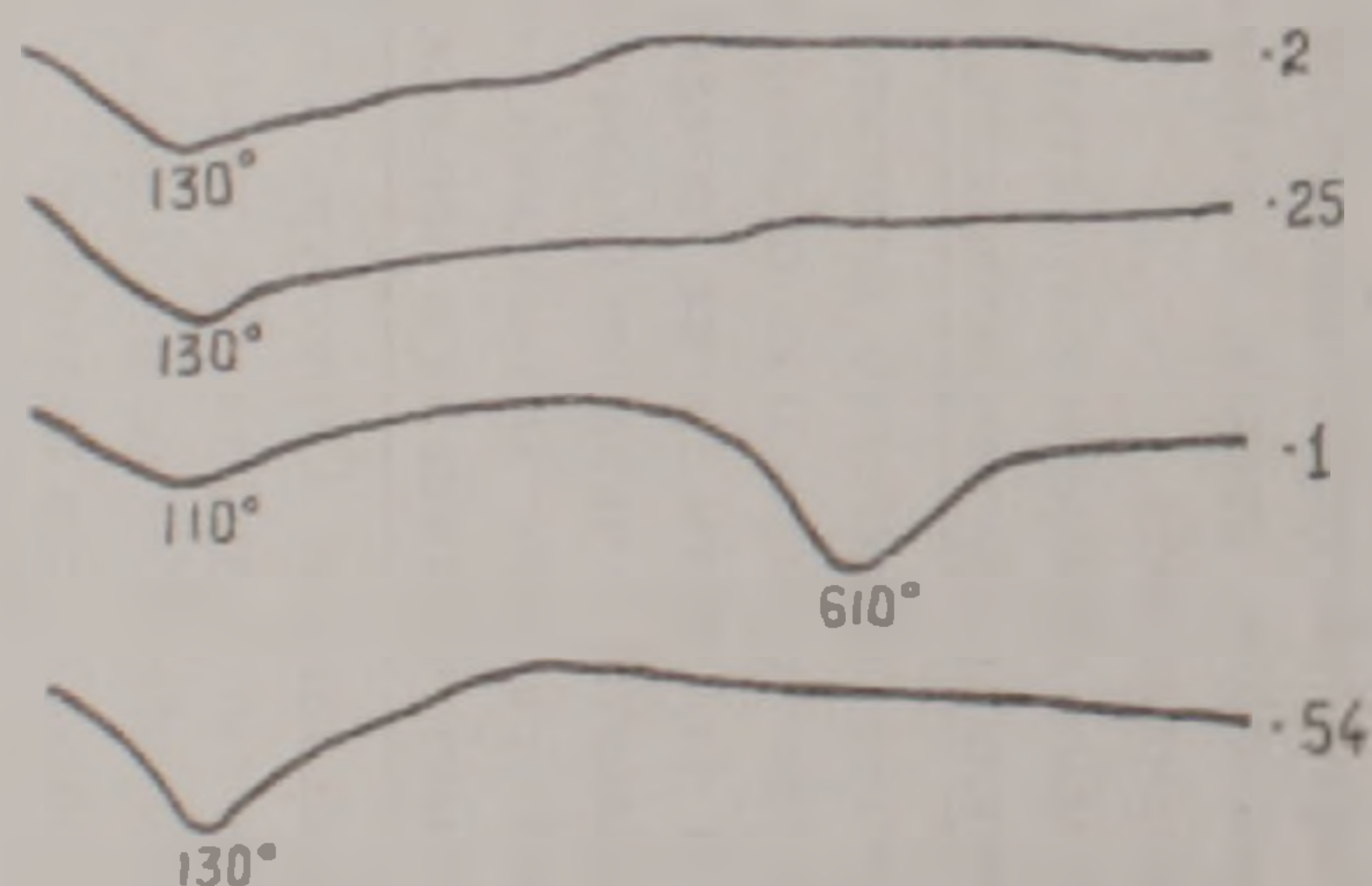


Рис. 3. Термограммы алевропелитовой фракции цеолитолитов Котайкского района

Клиноптилолит обнаружен во всех изученных образцах. Наибольшее его содержание (50-60%) отмечается в образце S-44, на дифрактограмме которого (табл.2) имеются отражения с $d=8.9; 3.96; 2.97$ Å. Термические характеристики клиноптилолита и анальцита очень близки. При нагревании дегидратация клиноптилолита происходит постепенно, в интервале $130-300^{\circ}\text{C}$; как и анальцит, он не испытывает структурных изменений до

* Здесь и далее приводимые процентные соотношения определены главным образом на основе анализа интенсивностей отражений, с учетом того, что некоторые минералы, встречающиеся в цеолитолитах (кристобалит, полевые шпаты), при сравнительно малых содержаниях имеют непропорционально интенсивные рефлексы

750°C. Поэтому термограммы этих минералов практически сходны в пределах чувствительности метода (рис 3). Клиноптилолит ассоциируется с морденитом, анальцимом, низкотемпературным кристобалитом, полевыми шпатами, в сумме составляющими до 40% объема породы.

Морденит установлен только в одном образце (S-1), в котором содержание его составляет 30%. На дифрактограмме фиксируются характерные для морденита рефлексы с $d=13,5; 3,97; 3,19 \text{ \AA}$ (табл 2) Кривая нагревания характеризуется наличием эндотермического пика с максимумом при 130°C и непрерывной реакцией дегидратации в интервале 25-300°C (рис.3), что не противоречит данным рентгеновского анализа. Морденит ассоциируется с клиноптилолитом (до 30%) и низкотемпературным кристобалитом (10-20%).

Таблица 2

Результаты рентгеновского анализа цеолитолитов Котайка (фракция 0,01-0,1 мм)

S-1		S-2		S-25		S-44		S-54	
l	d/n	l	d/n	l	d/n	l	d/n	l	d/n
3	13,5	5	8,93	4	7,1	6	8,9	4	8,9
4	9,0	4	7,90	2	4,33	2	7,9	3	7,9
3	8,9	4	6,81	3	4,24	2	6,7	2	6,7
3	7,9	7	5,60	3	3,74	2	5,2	5	5,61
3	7,1	4	4,86	2	3,57	3	4,6	3	5,15
3	6,63	6	3,95	10	3,33	6	3,96	3	4,82
6	6,60	5	3,80	5	3,08	2	3,73	4	4,65
3	5,90	10	3,43	3	2,56	1	3,40	2	4,35
5	5,25	9	3,33	3	2,97	10	3,34	4	3,98
7	5,09	7	2,98	2	2,94	6	2,973	2	3,74
6	4,46	6	2,91	2	2,56	2	2,797	2	3,55
6	2,98	4	2,79	2	2,38	2	2,739	8	3,43
5	3,97	3	2,68	3	2,33			10	3,33
7	3,42	3	2,53	2	2,23			4	2,97
10	3,34	3	2,42	2	2,132			5	2,92
3	3,19	2	2,28	2	1,973			2	2,49
4	2,98	2	2,217	2	1,812			3	2,42
2	2,89	2	1,739					4	2,222
2	2,76	2	1,412					2	1,899
2	2,224	2	1,291					2	1,859
2	2,120							3	1,740
2	1,973							2	1,410
2	1,670							1	1,356

Филлипсит обнаружен только в образце S-25, в котором содержание его составляет 20-30%. На дифрактограмме (табл.2) фиксируются рефлексы с $d=7,1; 4,25; 3,07; 2,56 \text{ \AA}$. Скорее всего они связаны с филлипситом, однако нельзя полностью исключить и принадлежность их каолиниту, тем более что на термограмме этого образца (рис.3) имеется эндотермический пик с максимумом при 610°C, связанный с разрушением решетки глинистого минерала (у природных цеолитов нет подобной реакции). Вместе с тем, на термограмме отсутствует характерный для каолинита высокотемпературный экзоэффект. Кроме того, кажется маловероят-

ным совместное образование каолинита и цеолитов за счет стекла в условиях диагенеза. В этих случаях с цеолитами повсеместно ассоциируются смектиты, в частности, монтмориллонит [4,5,7,8,12]. Поэтому авторы склонны считать, что в упомянутом образце присутствует филлипсит, а не каолинит. Филлипсит ассоциируется с клиноптилолитом (до 20-30%) и низкотемпературным кристобалитом (10-20%).

Таким образом, содержание цеолитовой массы в изученных образцах колеблется в пределах 40-80%. Нецеолитовую часть туфов в основном составляют тонкодисперсный кристобалит, литокласты, кристаллокласты (кварц, полевые шпаты, пироксены), магнетит; встречаются также биотит и апатит. Котайкские цеолитолиты предварительно могут быть отнесены к рудам средней и высокой кондиции. Для более точной оценки кондиционности руд необходимы дополнительные исследования с охватом всех разновидностей цеолитовых туфов на всей площади их распространения. Отметим, что на разрабатываемых месторождениях России, Украины, Закарпатья, Кубы, Закавказья, Японии кондиционными считаются руды с содержанием цеолитовой массы выше 40%, богатыми – 60-80% [1,3,6,11,13,14,15,16,19,21].

Химический состав цеолитолитов Котайка представлен в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав цеолитолитов Котайка (фракции 0,01-0,1, +0,001, -0,01 мм)

Окислы	1	2	3	4
SiO ₂	72,08	57,58	56,78	56,72
TiO ₂	0,59	0,36	0,36	0,41
Al ₂ O ₃	15,36	15,19	17,94	15,06
Fe ₂ O ₃	1,52	3,22	1,47	2,12
FeO	1,14	0,86	1,72	1,14
MnO	0,01	0,16	0,10	0,04
MgO	1,27	1,73	1,79	1,47
CaO	1,12	5,04	4,20	7,14
Na ₂ O	0,15	2,50	2,20	0,50
K ₂ O	1,30	2,70	4,90	3,60
P ₂ O ₅	0,46	0,57	0,59	0,46
H ₂ O ⁻	0,47	3,57	2,00	3,27
H ₂ O ⁺	5,14	5,82	4,43	4,35
CO ₂	0,13	1,40	1,67	4,48
Σ	100,74	100,70	100,15	100,76
Si/Al (ат. отн.)	3,99	3,21	2,68	3,20
a*	2,22	0,74	0,85	0,71
c*	0,75	0,66	0,58	0,78
K ₂ O/Na ₂ O	4,67	0,73	1,49	4,75

Анализы выполнены в ИГН НАН РА аналитиком З.Ш Гаспарян.

Примечание: 1 – обр. S-25, цеолитолит (30% филлипсита, 30% клиноптилолита) по кристалловитрокластическому туфу риолитов; 2 – обр. S-1, цеолитолит смешанного состава (20-30% клиноптилолита, 20-30% морденита) по пепловому туфу андезитодацитов; 3 – обр. S-2, цеолитолит смешанного состава (40-50% анальцима, 20-30% клиноптилолита) по пепловому туфу андезитодацитов; 4 – обр. S-54, цеолитолит смешанного состава (40-50% анальцима, 20-30% клиноптилолита); a*=Al₂O₃/CaO+MgO+Na₂O+K₂O; c*=CaO+MgO/CaO+MgO+Na₂O+K₂O.

Приведенные данные и рассчитанные петрохимические параметры соответствуют смешанным клиноптилолит-морденитовым (обр. 2), анальцит-клиноптилолитовым (обр. 3 и 4) и филлипсит-клиноптилолитовым (обр. 1) типам. Отмечаются заметные отклонения величины $Al_2O_3 / CaO + MgO + Na_2O + K_2O$ от единицы, связанные с обычными для смешанных типов цеолитолитов неэквивалентными соотношениями этих окислов. Как и в цеолитолитах Ширакского месторождения [9], в сумме одновалентных катионов ведущая роль принадлежит калию.

Коротко о генезисе котайкских цеолитолитов. В классификациях Ф. Мамптона [19], Э. Э. Сендерова и Н. И. Хитарова [12] подчеркивается важность стратиформных вулканогенно-осадочных (диагенетических) цеолитолитов. Именно к этому типу относится подавляющее большинство месторождений цеолитолитов альпийско-средиземноморской области – на Балканах, в Греции, Турции, Грузии, Азербайджане, Крыму [6, 11, 13, 15, 17, 18, 20]. По мнению авторов [7, 8], к этому же генетическому типу относятся и промышленно значимые месторождения в РА – Ноемберянское и Ширакское. Общие с последними признаки позволяют считать, что котайкские цеолитолиты также имеют диагенетическое происхождение. К этим признакам относятся: переслаивание цеолитолитов с собственно осадочными породами, наличие в них раковин микрофауны (замещенных цеолитом), отсутствие пространственной связи цеолитолитов с разломами и секущими телами, значительное площадное развитие цеолитолитов, совмещение их с пирокласто-осадочными формациями, отсутствие в поле развития цеолитолитов породных или минеральных ассоциаций, характерных для гидротермально-метасоматических фаций со свойственной им зональностью (вторичных кварцитов и т.п.), наличие в цеолитолитах малостойких минералов (биотита, пироксенов и др.).

Генезис цеолитолитов стратиформного вулканогенно-осадочного (диагенетического) типа рассмотрен авторами в недавних публикациях [7, 8, 9].

Эксплозивный вулканизм в среднеэоценовое время был достаточно интенсивным. Пирокластический материал осаждался почти по всей акватории обширного среднеэоценового моря, примешиваясь к собственно осадочным отложениям. В частности, в разрезах флишоидной формации бассейна р. Азат значительное место занимают орто- и паратуффиты. Но на некоторых участках бассейна на севере (Ширак, Базум), в центральной области (Котайк) и на юге (Вайк, Зангезур) пепел осаждался практически без примеси осадочного материала, образуя самостоятельные слои мощностью от 4 до 10 м. Как правило, именно эти участки совпадают с центрами масштабной (промышленной) минерализации, хотя туффиты также цеолитизированы.

Как отмечалось, отложения вулканогенно-осадочной формации среднего эоцена распространены также в Вайке и Зангезуре, где они еще не изучены с точки зрения их цеолитоносности. Если окажется, что туфы в этих районах также цеолитизированы, то можно говорить о новой цеолитоносной провинции, не уступающей по масштабу Тавушской и Севано-Ширакской.

Заключение

Впервые за пределами известных в РА цеолитоносных провинций (Ширакской и Тавушской) выявлен новый район распространения цеолитолитов. Последние локализованы в среднеэоценовой вулканогенно-осадочной формации Котайка. Площадь распространения цеолитолитов в бассейне реки Азат составляет около 5 кв. км. Форма залежей пластовая,

мощность пластов колеблется от 4 до 10 м при простираении до 500 м. Ложем и кровлей залежей служат разнотерные туффы. По минеральному и химическому составу цеолитолиты относятся к смешанному типу; в них установлены: клиноптилолит, анальцит, морденит и филлипсит. Содержание цеолитовой массы (суммы всех цеолитовых минералов) в породах колеблется от 40 до 60%. В соответствии с существующими нормами, китайские цеолитолиты могут быть отнесены к рудам средней и высокой кондиции. По происхождению они относятся к вулканогенно-осадочному диагенетическому типу. С целью окончательной оценки масштабов и технологических свойств цеолитолитов целесообразно провести поисково-разведочные работы в бассейнах рек Гохт и Азат. В дальнейшем следует охватить исследованием Вайк и Зангезур, поскольку здесь также распространены среднеэоценовые туфы, за счет которых образовались цеолитолиты.

В заключение авторы статьи выражают благодарность менеджеру Армяно-Американской эксплуатационной нефтяной компании (ААЕС) Т.Папворту и главному геологу Ф.Райту за финансовую поддержку во время проведения полевых и лабораторных работ.

ՅԵՈՒՏՈՒՏՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ՆՈՐ ՇՐՋԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ

Ի. Խ. Պետրոսով, Հ. Ա. Սադոյան, Ա. Խ. Մնացականյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի Հանրապետության ցեոլիտաքեր Հայտնի մարզերի (Շիրակի, Տաու- չի) սահմաններից դուրս բացահայտվել է ցեոլիտոլիտների տարածման նոր շրջան: Այս ցեոլիտոլիտները գտնվում են Կոտայքի միջին էոցենի հրաբխանստվածքային ֆլիշոիդային ֆորմացիայում: Ցեոլիտոլիտների տարածման մակերեսը այստեղ կազմում է մոտ 5 քառ. կմ: Հանքակուտակների ձևը շերտավոր է: Հանքաշերտերը 4-ից մինչև 10 մ հզորությամբ տարածվում են մինչև 500 մ: Ցեոլիտոլիտներն առաջացել են հիմնականում անդիզիտ-դացիտ-հիոլիտային, քարա-բյուրեղյա-ապա- կեքեկորային տարահատիկ տուֆերի, տուֆիտների դիագենետիկական փոփոխու- թյունների հետևանքով: Ըստ միներալային և քիմիական կազմի ցեոլիտոլիտները վերաբերում են խառը տիպին, որտեղ մասնակցում են կլինոպտիլոլիտ, անալցիմ, մորդենիտ և ֆիլիպսիտ: Ցեոլիտային զանգվածի (բոլոր ցեոլիտային միներալների գումարը) պարունակությունը ապարներում տատանվում է 40-ից մինչև 60%: Դոլոմիտ ունեցող նորմերին համապատասխան Կոտայքի ցեոլիտոլիտները վերա- բերում են միջին և բարձր կարգի հանքերին: Այս ցեոլիտոլիտների տեխնոլոգիական հատկանիշների և պաշարների վերջնական գնահատման համար նպատակահարմար է կատարել որոնողահետախուզական աշխատանքներ Ազատ գետի, հատկապես նրա Գոխտ վտակի ավազանում: Հետադաշտում պետք է գիտահետազոտական աշխա- տանքներ կատարել Վայքում և Զանգեզուրում, քանի որ այնտեղ նույնպես տարած- ված են միջին էոցենի տուֆեր և տուֆիտներ, որոնց հաշվին կարող են առաջանալ ցեոլիտոլիտներ:

A NEW REGION OF ZEOLITHOLITE DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

I. Kh. Petrosov, A. A. Sadojan and A. Kh. Mnatsakanyan

The authors discovered zeolitholites for the first time beyond the known zeolitholite – bearing provinces (Shirak, Taush) in the Republic of Armenia, in the Middle Eocene deposits in the Kotayk Region. Judging from their development area, deposit thicknesses and ore compositions these deposits could be of commercial values. The basic characteristics of zeolitholites and data on their genesis are given. It is recommended to carry out prospecting and exploration in the Gokht and Azat rivers' basins.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байдаков В.В. Особенности минерального состава клиноптилолитовых пород Закарпатья. Мат. Болгарского совещания. София, 1986, с. 25-32.
2. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976, 781с.
3. Кавадо А., Гонсалес Х. Исследование и практическое применение кубинских природных цеолитов. – М.: Инф. бюлл. по хим. промыш., №6, 1990, с. 8-14.
4. Коссовская М.Г. Генетические типы цеолитов в стратифицированных формациях. – Литология и полезные ископаемые, 1975, №2, с. 23-44.
5. Лисицина Н.Л., Бутузова Г.Ю. К вопросу о составе и генезисе океанических цеолитов. – В кн.: Геология, генезис и использование природных цеолитов. Звенигород: 1978, с. 80.
6. Михайлов А.С. Цеолитовые породы Закавказья. – Советская геология, 1975, №9, с. 70-78.
7. Петросов И.Х., Мнацаканян А.Х. Парагенезис монтмориллонит-стильбит-клиноптилолит и его генетический смысл. – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, №6, с. 23-31.
8. Петросов И.Х., Мнацаканян А.Х. Генезис цеолитолитов Ширакской группы месторождений. – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1996, №2-3, с. 3-13.
9. Петросов И.Х., Мнацаканян А.Х., Джрбашян А.Р. Геология, вещественный состав и генезис цеолитолитов главнейших месторождений Армении. – Литология и полезные ископаемые, 1997, №4, с. 356-370.
10. Садоян А.А. Литология палеогена Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1989, 288 с.
11. Сеидов А.Г., Пашалы Н.В., Абдуллаев Р.Н. Цеолиты осадочных и вулканогенно-осадочных формаций позднегеосинклинального и орогенного этапов развития Азербайджана. – В кн.: Геология, генезис и использование природных цеолитов. Звенигород: 1978, с. 13.
12. Сендеров Э.Э., Хитаров Н.И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. М.: Наука, 1970, 282 с.
13. Схиртладзе Н.И. Геология и условия образования осадочных цеолитов Грузии. Мат. Всесоюз. конф. по цеолитам. Тбилиси: 1989, с. 11-14.
14. Цицхоцкая В.Н. О цеолитах палеогена Украины. Геол. журнал, Киев, 1986, №2, с. 18-23.
15. Шитовкин Н.Т., Власов В.В., Сигбатулин А.Х. Петрохимические особенности цеолитовой минерализации туфогенных отложений Закарпатья, Крыма и Дальнего Востока. Всесоюз. совещание по цеолитам. Новосибирск: 1985, с. 201-202.
16. Юсупов Т.С., Шумская Л.Г., Пантюков Л.П., Максудова Д.К. Научно-методические основы получения высококачественных цеолитовых концентратов. Мат. междунар. конф. "Природные минералы на службе человека". Новосибирск: 1997, с. 184-185.