

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТРАВЕРТИНОВЫХ ПОЛЕЙ АРМЕНИИ, ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ И НОМЕНКЛАТУРЫ ТРАВЕРТИНОВ

© 2002 г. Р. А. Мандалян

Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 14 03 2002 г.

Выделены морфологические типы травертиновых накоплений Армении с характеристикой вещественного состава и парагенезиса. Подчеркивается важность их изучения как в смысле большой информации о геологическом строении региона, так и в связи с широким использованием травертинов в качестве неметаллического сырья.

Как характерное явление четвертичного этапа развития Армении травертинообразование выразилось в формировании четырех крупных полей (Веди-Арагатского, Цахкуняцкого, Арпинского, Сюникского) и множества проявлений. Весьма интенсивно оно имело место в предгорной части Арагатской котловины, в которой мощности травертиновых залежей достигают 80 и более метров, а также в бассейнах рек Раздан, Арпа и Воротан, где они измеряются первыми десятками метров [1-4]. Травертины перекрывают разные горизонты геологического разреза – от кристаллического фундамента и образований фанерозоя до современного аллювия, делювия и лавовых потоков.

Поясним смысл использованных терминов. Под *травертиновым полем* следует понимать совокупность травертиновых площадей значительной мощности и протяженности, развитых в пределах крупных геологических структур или в полосе их тектонического сочленения. Поля характеризуются постоянством карбонатного первоисточника (одного или нескольких), каким являются погребенные толщи известняков, мраморов, мергелей, доломитов преимущественно верхнего палеозоя-триаса, верхней юры-нижнего мела и верхнего мела. Показательна пространственная связь травертиновых полей Армении с разломными зонами регионального порядка, испытывавшими затем неотектонические подвижки [3-5].

Травертиновыми проявлениями мы обозначаем залежи относительно небольшой протяженности, которым присущи колебания мощностей в пределах 1,5-5 м, а в отдельных случаях (Фиолетово, Агарцин) до – 6-8 м. Большой научно-практический интерес к этому природному явлению на территории Армении предопределен следующими факторами

– исключительной информативностью в смысле познания структурных, литолого-палеогеографических, гидрогеологических, геоморфологических особенностей региона и, конечно же, его сейсмотектоники. Здесь имеются в виду неоднократные проявления сильных землетрясений на травертиновых площадях, включая Гарни, Двин, Арташат, Спитак, Раздан, Айоцзор и Воротан;

– возрастающим применением травертинов в производстве цемента, строительного и облицовочного материалов, в химическом производстве, изготовлении бытовых и декоративных изделий. В качестве облицовочного материала они

используются в местах скопления больших людских масс – подземных переходах, помещениях Ереванского метрополитена, выставочных и спортивных залах, школах и церквях. Большое применение травертины получили при сооружении "Каскада" – грандиозного сооружения (высота 110 м, ширина – 50 м), по которому осуществляется канатная и лестничная связь между центром Еревана и его северо-восточной частью;

– расположением на травертиновом основании городских кварталов Арагата и Гориса, ряда крупных сел, Арзакан-Агверанской и Воротанской зон отдыха, строений Джермукской и Арзнинской курортных зон, сельскохозяйственных объектов;

– необходимостью осуществления геоэкологического контроля над травертиновыми полями для выявления участков (слоев), содержащих биофобные компоненты. Это продиктовано выявлением в нескольких точках Арпинского и Сюникского травертиновых полей высоких содержаний меди, мышьяка и повышенной радиоактивности [1,7].

Налицо насущная геологическая проблема, и в этой связи представляется важной характеристика травертинов Армении по структурно-текстурным особенностям, морфологии, вещественному составу и парагенезису, а также разработка вопросов их классификации и номенклатуры. По этим признакам обособляются следующие главные типы травертиновых накоплений.

1. *Пластовые травертины* характеризуются отчетливо проявленной горизонтальной слоистостью (рис.1), большой мощностью и пространственной выдержанностью до 2,5 км. В их составе преобладают разности с однородной (сливной) текстурой – крепкие монолитные породы, главным образом светло-серые или кремовые, изредка светло-коричневые. В отдельных интервалах разреза им присуща повышенная пористость и кавернозность, исчезающие по простиранию пласта. В шлифах определяются мелко-микрозернистая и оолитовая структуры, частое присутствие желвачков сине-зеленых водорослей, изредка развитие песчано-глинистой примеси (5-7 до 10%). В их составе встречаются небольшие слои (10-15 см), в которых "просвечивается" ячеисто-призматическое внутреннее строение, напоминающее срезы раковин замковых брахиопод или пелеципод. Травертины содержат трубчатые остатки стеблей растений (длиной от 2-3 до 7-8 см), ориентированные по напластованию

Химические анализы травертинов

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	п.п.п	CO ₂	Местоположение
1	0,64	н.о.	0,65	0,28	н.о.	54,13	0,84	н.об.	0,15	0,07	0,08	н.об.	0,51	42,65	Арарат
2	0,29	н.о.	0,23	0,31	н.о.	54,88	0,53	н.об.	0,14	0,10	0,05	н.об.	0,32	43,15	"-
3	0,55	н.о.	0,60	0,56	н.о.	54,18	0,81	н.об.	0,15	0,09	0,06	н.об.	0,20	42,90	"-
4	0,30	н.о.	0,23	0,30	сл.	55,02	0,53	н.об.	0,14	0,07	0,04	н.об.	0,12	43,25	"-
5	2,48	н.о.	1,20	0,53	н.о.	52,62	0,60	сл.	0,11	0,12	0,09	0,07	0,37	41,81	"-
6	0,28	н.о.	0,10	0,05	н.о.	55,15	0,38	н.о.	0,04	0,05	0,05	0,05	0,21	43,64	"-
7	0,22	н.о.	0,10	0,14	н.о.	55,24	0,35	н.об.	0,02	0,02	0,05	н.об.	0,28	43,58	"-
8	1,49	сл.	1,35	0,42	н.о.	53,28	0,28	сл.	0,08	0,04	0,06	0,08	0,52	42,40	"-
9	0,30	н.о.	0,12	0,14	н.о.	55,40	0,37	н.о.	0,03	0,02	0,06	н.об.	0,19	43,37	Веди
10	0,43	н.об.	0,25	0,40	н.об.	54,05	0,45	сл.	н.о.	н.об.	н.об.	сл.	1,52	42,90	"-
11	2,82	н.об.	2,50	0,6	н.об.	47,64	1,10	сл.	0,18	0,10	0,04	н.об.	5,80	38,22	"-
12	0,41	н.об.	0,20	0,67	н.об.	53,64	0,70	сл.	н.о.	н.о.	н.об.	н.об.	2,68	42,10	"-
13	6,01	н.об.	0,72	2,59	н.об.	48,97	0,60	сл.	0,21	0,22	н.об.	0,08	0,50	40,10	"-
14	0,56	сл.	0,67	0,75	0,56	53,68	1,00	0,03	0,32	0,08	0,06	н.об.	0,14	42,15	Горис
15	25,36	0,21	3,17	1,74	0,56	37,73	0,24	0,03	0,10	0,20	0,11	н.о.	1,08	29,47	"-
16	4,09	0,03	1,39	0,94	0,54	50,83	1,08	0,04	0,18	0,30	0,23	н.об.	0,42	39,40	Татев
17	0,56	0,06	0,54	3,99	0,84	51,47	0,65	0,03	0,12	0,05	0,06	н.об.	0,26	40,38	"-
18	0,66	сл.	0,49	0,45	сл.	54,98	0,05	сл.	сл.	сл.	сл.	н.об.	0,30	43,07	Арзакан
19	3,77	0,06	1,77	7,12	0,26	48,53	0,85	0,07	0,16	0,17	0,07	сл.	0,39	36,78	Татев
20	10,34	0,02	3,38	0,83	0,15	45,48	0,45	0,02	0,70	0,30	0,20	0,24	2,07	35,64	Ани

Хим. лаборатория ИГН НАНА, аналитики А Назарян, Б Талиашвили.

и нацело замещенные кальцитом, и изредка раковинки гастропод и скелеты рыб. Описанная разновидность травертинов, максимально развитая в месторождениях Веди-Аралатского поля,

отличается чистотой состава - содержание CaO находится главным образом в пределах 51,5-55,4% и редко опускается ниже 50% (табл.1, № 1-9; 12, 18).



Рис 1 Тонкослоистые травертины Веди-Аралатского поля

2. Травертины массивного облика (рис.2) в большей мере связаны пространственными переходами с предыдущим типом, а также формируют самостоятельные залежи. Это преимущественно серые и светло-коричневые крепкие породы с остроребристым изломом. Пористость неравномерная: крупные поры кучно расположены небольшими участками (2-5 x 3-6 см) с переходом к монолитно-плотному строению. Растительный

детрит в одних случаях ориентирован по простиранию залежей, в других беспорядочно; по сравнению с предыдущим типом его количество слегка возрастает. В составе некоторых залежей развиты буро-красные ожелезненные слои и включения. По чистоте состава данный тип несколько уступает пластовым тонко- и толсто-слоистым травертинам Арарата, которые являются уникальным карбонатным сырьем

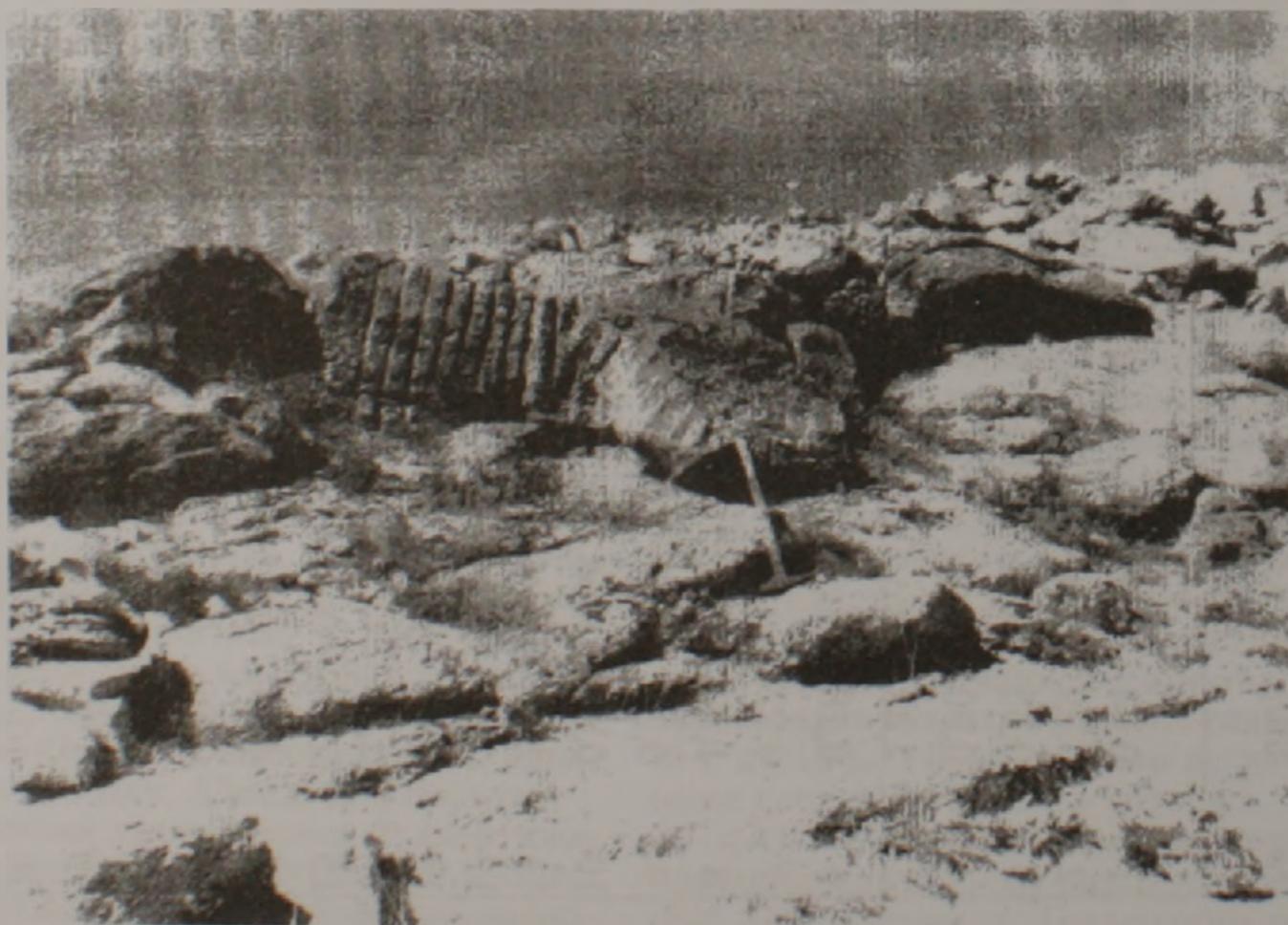


Рис 2 Массивные травертины с матрацевидной формой выветривания

многоцелевого использования. Здесь же содержание СаО колеблется в пределах 47,6-54,0% (табл 1, № 10-16) и опускается ниже лишь в отдельных пачках, обогащенных терригенным материалом. В случае устойчивых мощностей массивные травертины формируют своеобразные террасы, сглаживающие неровности рельефа, что отчетливо проявлено по бортам ущелий р. Воротан, Горис-джур, многим притокам Арпы и Раздана. Помимо листьев в них иногда присутствуют вертикально стоящие кусты, инкрустированные кальцитом.

3. *Слойчатые, сильно пористые травертины пестро-красноцветного облика* формируют залежи и щиты мощностью от 0,25 до 5,5-5 м, редко более, а также присутствуют в виде ячеисто-губчатых скоплений в пластовых и массивных травертинах. Они характеризуются светло-коричневой, оранжевой, буро-красной и лиловой окраской. Содержат листья, следы корневой системы, растительный детрит и карбонизированные скопления мха. По особенностям химизма (табл.1, № 17,19) данный тип сильно отличается от главной массы травертинов. Прежде всего это высокие содержания Fe_2O_3 , наличие FeO, значительная сумма щелочей. Заметны также расхождения по содержанию ряда микроэлементов. Вопрос этот требует специального освещения, и здесь отметим лишь присутствие в 5 пробах мышьяка в пределах 0,01-0,32%, что подчеркивает специфику формирования ячеисто-губчатой разновидности. Но сначала рассмотрим проблему в целом.

Как известно, четвертичные озерные отложения заметно представлены в Араратской котловине, причем имеется тенденция увязывать расширение озерного режима с таянием горных ледников [2]. По мере развития восходящих движений озерный бассейн мелел, пересыхал и временами восстанавливался в границах. И в этой палеогеографической обстановке протекала интенсивная разгрузка гидрокарбонатно-кальциевых вод и их смешанных разностей, которая обеспечивала пересыщение пресных вод $CaCO_3$ с его дальнейшим хемогенным и биохемогенным осаждением с формированием *травертиновых известняков*. Именно этим термином обозначим слоистые травертины, занимающие большие площади. Судя по особенностям строения, травертины массивного облика характеризуют переходы от озерных к озерно-болотным условиям, а также обстановке речных запруд, развивавшихся в горных ущельях.

Образование слоистых, сильно пористых травертинов (тип 3) связано с продолжением разгрузки минеральных вод в слабо обводненных или сухих условиях (озерных отмелей, пересыхающих болот, речных террас, старых русел, оврагов, склонов и бортов ущелий). В условиях быстрого остывания и газоотдачи это приводит к интенсивной садке карбонатной составляющей в форме кальцита или арагонита. И развиваясь по поверхности наслоения, вновь образованные слои могут огибать неровности микрорельефа с возникновением бугорчатости или волнистой слоистости. А повышенное содержание железа,

щелочей и других компонентов в травертинах этой группы коррелируется с составом их отлагающих вод. К примеру, в минеральных водах Арпинского поля содержание железа достигает 50 мг/л, натрия – 1192 мг/л, калия – 86 мг/л (Демехин, 1958).

Другая особенность заключается в возможном участии термофильных микросообществ типа сине-зеленых водорослей (цианобактерий) в накоплении слоистых сильно пористых травертинов. И возвращаясь к вопросам терминологии, отметим, что данный тип в особенности обширно развит в отложениях голоцена равнинных и горных областей и в литературе упоминается под названием "известковые туфы" [8-10]. Условность такого названия, основанного на иллюзорном внешнем сходстве, очевидна, если учесть, что именно так именуются образования, сложенные смесью пирокластиков с органогенно-хемогенными карбонатными илами. К тому же, как это будет показано ниже, существуют травертиновые накопления с пирокластической примесью, которые нами именуются туфотравертинами.

Помимо трех главных типов в составе травертиновых полей развиты смешанные накопления. *Брекчиевые травертины* представляют собой слоистую породу, состоящую из обломков меловых известняков (фораминиферово-микрозернистых, шламово-микрозернистых) и мергелей, погруженных в обильную травертиновую массу. Форма обломков разнообразна: вытянуто-таблитчатая, черепковидная, палочкообразная, трапцевидная, редко треугольная. Контуры их четкие, без зазубрин. Размеры обломков колеблются в широких пределах – от 7-10x5-5,5 до 2-3x1,5-2 см и менее, через многие промежуточные величины. Лишь 5-10% их присуща слабая окатанность. По мере убывания обломков порода пространственно переходит в обычные разности травертинов. Этот тип максимально развит в Веди-Араратском поле, в котором слагает 4 горизонта суммарной мощностью около 7,5 м. Его формирование непосредственно связано с природой карбонатных брекчий. Наиболее вероятным представляется перемещение (обрушение) в озерный травертиноносный бассейн блоков меловых внутриформационных карбонатных брекчий с последующей кратковременной обработкой в этой среде.

Цветные конгломерато-брекчии представляют собой пестроцветную крупнообломочную породу с травертиновым заполнителем. Среди обломков преобладают полуокатанные разности (55-70%) при подчиненном количестве неокатанных и хорошо окатанных. Форма их неправильно-округлая, слегка уплощенная; преобладающая величина от 3-5 до 7-8 см по длинной оси. В составе обломков, погруженных в обильную травертиновую массу, развиты следующие породы: серые и красновато-розовые известняки (30-55%), серые и светло-серые мергели (15-20%), бурые и темно-серые эффузивы основного-среднего состава (35-50%), буро-красные и темно-серые яшмо-силициты (0-10%). Цветные конгломерато-брекчии развиты в основании - нижней части

крупных залежей и, по-видимому, являются продуктом "травертинизации" аллювиальных и пролювиальных отложений. Их мощности колеблются в пределах 2,5-7 м, однако по простиранию они не выдержаны и замещаются другими типами травертиновых накоплений.

Туфотравертины. Продукты наземных эрупций, выброшенные в атмосферу и перемещенные воздушными потоками, достигали травертиновых полей и осаждались в озерно-болотной и долинно-речной обстановках с формированием смешанных пород – туфотравертинов. От обычных травертиновых накоплений они отличаются темно-серой окраской и присутствием коричнево-бурых и зеленовато-серых включений, придающих породе мелкопятнистый облик. В шлифах видно, что по составу тефроидная примесь (15-25%) представлена пемзовыми андезидацитами, дацитами и полуугловатыми фрагментами андезитов, а также непрозрачными пепловыми частицами. Примерно в 12-15% обломков стекловидны микролейсты плагиоклазов и включения пироксенов. По гранулометрии они разнообразны – от мелко- (0,08-2 мм) до средне- и крупнообломочных (3-12 мм) разностей. Мощность туфотравертинов находится в пределах 5-45 м, а в рассеянном виде материал эрупций шире улавливается по разрезу. Химический состав (табл.1, № 20) отчетливо передает специфику их формирования: высокие содержания SiO_2 , суммарного железа, магния и в особенности – щелочей. Судя по значительному развитию молодых вулканических очагов по периферии травертиновых залежей (Ширакское плато, Гегамский хребет и др.), можно заключить, что тефроидный материал, осевший в травертинах, проходил небольшие расстояния [6].

Травертиновые новообразования возникают в литифицированных травертинах в связи с просачиванием по трещинам, межпластовым пространствам и другим пустотам термальных вод. Таким путем возникает наложенная колломорфная минерализация кальцита и арагонита в форме почко-лепешковидных агрегатов, крупных сгустков величиной с кулак, конкрециевидных агрегатов.

В этих же зонах присутствуют пологопадающие залежи мощностью от 0,2 до 2,5-3 м, известные под названием ониксовидные травертины. Их строению присуще чередование субпараллельных полос светло-серого, янтарно-желтого

и коричневого кальцита, которое после шлифовки придает породе декоративный вид.

И в заключение отметим факт продолжающегося в настоящее время осаднения травертинов в нескольких пунктах Веди-Араратского, Цахкуняцкого и Арпинского полей в долинной, русловой и склоновой обстановках.

Таковы главные и второстепенные типы травертинов, развитые на территории Армении. Их формирование отражает благоприятное сочетание сложных природных явлений – как древних унаследованных, так и молодых – плейстоцено-голоценовых.

Работа выполнена в рамках темы 02-1325, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананян А.Л. О некоторых травертиновых образованиях бассейна верховьев рек Арпа и Воротан. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т.13, № 3-4, 1960, с.89-99.
2. Геология СССР, том XLIII. Армянская ССР. М.: Недра, 1970, 463 с.
3. Мандалян Р.А., Варданян В.А. К проблеме травертинообразования Ерахского хребта. Изв. НАН РА. Науки о Земле, № 2-3, 1995, с.39-44.
4. Мандалян Р.А., Варданян В.А., Ананян А.Л. Условия формирования травертиновых полей Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, № 1-2, с.76-83.
5. Мандалян Р.А. Травертинообразование как показатель структурных дислокаций и сейсмичности региона. Сб. докладов научной конференции, посвященной 90-летию академика А.Г. Назарова. Ереван, 1998, с.367-371.
6. Мандалян Р.А. Вулканизм и формирование травертиновых полей Армении. Тез. докл. Второй междунар. конф. "Вулканизм и Биосфера Земли". Туапсе, 2000, с. 47-48.
7. Мандалян Р.А. Геоэкологические аспекты изучения травертиновых полей Армении. Конверсионный потенциал Армении и программы МНТЦ. Междунар. семинар, 2-7 октября 2000г. Ереван, 2000, с. 196.
8. Седлецкий В.И., Семенов Г.А., Байков А.А. Травертины Альпийского пояса. Современ. вулкан. гидротерм. минералообразование. Матер. 1 сессии Камчат. отд. ВМО. Петропавловск-Камчатский, 1989, ч.2, Владивосток, 1992, с.93-106.
9. Koban Ch.G. Faziesanalyse und Genese der quartaren sauerwasserkalke von Stuttgart, Baden-Wurtemberg Profil, 1993, v,5, p. 47-118.
10. Rieger Ted. Calcareus Tufs formations: Searles lake and Mono lake. Califor.Geol, 1992, 45, N4, p.99-109.

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏՐԱՎԵՐՏԻՆԱՅԻՆ ԴԱՇՏԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ
ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ, ՆՐԱՆՑ ԱՆՎԱՆԱԿԱՐԳԸ
ԵՎ ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՍԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ**

Ռ. Ա. Մանդալյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի տրավերտինային դաշտերի կազմում զարգացած են երեք գլխավոր տարատեսակ՝ շերտային, զանգվածային և ոսպնյակասպունգային – ծակոտկեն:

Վերոհիշյալ տարատեսակները զանազանվում են իրենց քիմիական կազմով, մանր կամ փոքր տարրերով և կենսաֆոր խառնուրդներով:

Նվազ քանակով գոյություն ունեն խառը տիպեր ընդգրկված տուֆատրավերտիններով: Դրանց օգտագործումը ոչ մետաղային հումքի համար երկրաէկոլոգիական բնութագրմամբ ունեն մեծ նշանակություն՝ գիտական և պրակտիկ:

**STRUCTURAL FEATURES OF TRAVERTINE FIELDS IN ARMENIA AND
PRINCIPLES OF TRAVERTINE CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE**

R. A. Mandalian

Abstract

Morphological types of travertine accumulations in Armenia are identified considering characteristics of their material composition and paragenesis. The importance of studying travertine is emphasized both in view of obtaining abundant information on the geological structure of the region, and in connection with wide use of travertine as a non-metallic raw material.