

А. Л. АНАНЯН

О НЕКОТОРЫХ ТРАВЕРТИНОВЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ БАССЕЙНА
ВЕРХОВЬЕВ рр. АРПА и ВОРОТАН

Верховья р. Арпа исключительно богаты минеральными источниками. Разнообразие геологических условий, наличие широкой сети разрывных нарушений разного масштаба обуславливают развитие большой гаммы углекислых термальных, теплых и холодных минеральных вод. Почти все источники этого района сопровождаются травертиновыми щитами, покровами и куполками. Образование последних в общем происходит одинаково: минеральная вода появлялась на поверхности, в зависимости от условий выхода (трещина, отдельный источник, группа родников) отлагает травертины в виде щитов, покровов, куполов.

Выпадение карбоната кальция (травертина) при изменении газового фактора происходит по известной формуле:



При выходе минеральной воды на поверхность, из нее выделяется CO_2 и реакция сдвигается слева направо. С изменением температурных условий выпадают в осадок следующие составляющие минеральной воды: Si, Al, Fe, Mg, Sr, As. Содержание их, а также основного компонента CaCO_3 довольно сильно колеблется как на различных участках, так и в пределах одного щита.

Учитывая сравнительное постоянство природных условий (медленные вековые колебания климата не могут оказывать существенного влияния на выпадение осадков из минеральных вод), перемена состава травертинов связывается с изменением химических характеристик самих родников.

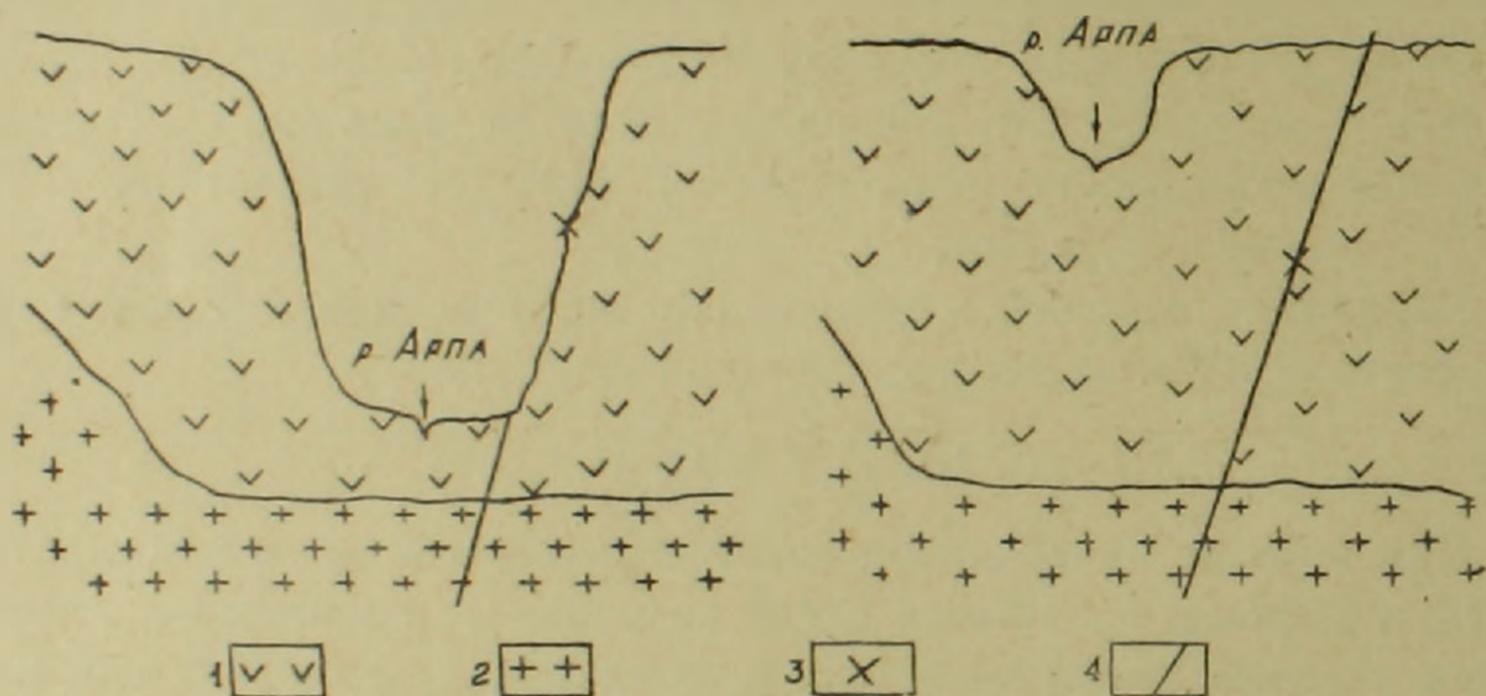
В настоящей статье рассматриваются некоторые крупные поля травертинов в бассейне р. Арпа и травертины термального минерального источника (Бугурского) в верховьях р. Воротан.

Курорт Джермук. Травертины района курорта Джермук располагаются пятнами на значительной площади, но в общем вытянуты вдоль ущелья р. Арпа. Особо крупные поля травертинов отмечаются на левом берегу и северо-восточнее, восточнее и юго-восточнее вулканического конуса, в виде террас. В некоторых местах мощность травертиновых щитов достигает 3—5 м. Северо-восточнее вулканического конуса, отвесный обрыв высотой 4—5 м сложен обломочным вулканическим материалом, сцементированным травертинами.

По сообщению К. И. Карапетяна в шлифе из этой породы наблюдается большое количество пепла, что указывает на одновременность проявления вулканизма и гидротермальной деятельности. Вниз по течению, на правом берегу р. Арпа, находится еще один крупный обрыв травертинов. В обоих местах сейчас минеральных источников нет.

На большую давность терм указывает и находка травертина, цементирующего брекчию в ныне обнаженном потоке андезито-базальтов, на высоте 30—35 м над уровнем реки. Ясно, что образование этих травертинов происходило в эпоху неполного вреза реки. Поток андезито-базальтов не был сильно эродирован, что позволило термальной воде подниматься по трещинам на большую высоту, не изливаясь сбоку. Таким образом, время образования травертинов примерно равно времени, необходимому для углубления р. Арпа на 30—40 м (фиг. 1).

Около действующих ныне минеральных источников и скважин выпадение травертинов продолжается. Современные их разности пред-



Фиг. 1. Схематичные профили через а) современное и б) древнее ущелье р. Арпа; 1) андезито—базальты; 2) гранодиориты; 3) местонахождение травертинов; 4) трещина, подводящая минеральную воду.

ставлены рыхлой слабослоистой массой желтоватого цвета. Так как в летнее время водой скважин снабжается ванное здание санатория, замерить количество выпадающих минеральных осадков не удалось. Тем не менее осаждение травертинов значительное, судя по скорости заполнения труб, которыми минеральная вода подводится от источника к зданию. В случае отсутствия предохранительных мер, трубы диаметром 10 см могут заполниться травертином в течение 4—5 мес. Травертин плотный, состоит из множества мелких радиально расположенных кристалликов.

Иногда наличие травертинов рассматривается как признак уже угасшей термальной деятельности недр. С таким мнением вряд ли можно согласиться полностью. Охлаждение недр безусловно имело место. Но сокращению участков развития терм сильно содействовала закупорка травертином путей движения минеральных углекислых вод.

В связи с наличием в горячей минеральной воде значительного количества газов, кальматация трещин будет происходить на боль-

шой глубине. Уже при концентрации 5 г/л CO_2 и температуре 50°C требуется давление в 6,5 атм. для удержания CO_2 в растворе вода-газ. Следовательно с глубины 60--65 м начнется выделение газа и выпадение в осадок CaCO_3 . Подтверждением этого являются данные бурения в Джермуке, показывающие, что травертиновые и кальцитовые прожилки встречались на еще больших глубинах. Ясно, что интенсивность закупорки будет возрастать снизу—вверх.

Сел. Агаракадзор. Крупное поле массивных травертинов беловатого, реже желтого цвета, расположено в 4—4,5 км к югу от с. Агаракадзор, на правом берегу р. Грав, впадающей в р. Арпа. Вода, отлагающая осадок, имеет температуру 14°C , выделение углекислого газа обильное. Несмотря на это образование CaCO_3 сейчас происходит крайне медленно. Можно предположить, что в прошлом температура вод была выше и образование травертинового щита, местами имеющего мощность 4—5 м, происходило более интенсивно.

Сел. Меличка. То же самое можно сказать о минеральных водах с. Меличка, образовавших два травертиновых купола. Дебит источника незначителен, температура воды $13—14^\circ\text{C}$. Небольшая трещина, на которой находятся купола, очевидно, была закупорена травертинами и дала два центральных выхода, которые в свою очередь сильно уменьшились в размерах.

Верховья р. Бугур. Более крупный чем в Меличке куполовидный щит травертинов находится в верховьях р. Бугур (приток верхнего течения р. Воротан). Несмотря на большие размеры (20×15 м), выходное отверстие закупорено не сильно. Дебит источника 2—3 л/сек. Рост щита сейчас происходит крайне медленно, так как из бассейна размером 3×4 м, где вода выбивает несколькими грифонами, она отводится небольшой канавкой в реку. Часть карбоната кальция осаждается в канавке, но большая часть его уходит с речной водой.

Бугурский источник чрезвычайно интересен в отношении физико-химических и динамических показателей. Выходя на высоте 2800 м и имея температуру $34—35^\circ\text{C}$ он представляет в некоторой степени исключение. Лишь отдельные лавовые покровы и шлаковые конусы поднимаются выше уровня выхода из источника.

Подогрев пресных подлавовых вод горячим газом следует исключить, так как для этого надо предположить истечение огромных количеств газа. Предположение о существовании газлифта также не приемлемо ввиду значительных глубин (порядка нескольких сотен метров). Остается допустить приподнятость основного водоносного горизонта известняково-мергельной свиты (предположительно верхнемелового возраста) на значительную высоту, вследствие чего совокупность артезианского напора и газлифта могут обусловить подъем и истечение воды. Косвенным подтверждением этого является химический состав минеральной термальной воды на р. Бугур. Он характеризуется как углекислый гидрокарбонатно-кальциевый, аналогичный водам Арарата, Татева и Айриджи, заведомо связанных с известняками и мергелями (различие возраста последних не имеет существенного значения).

Наличие в воде некоторого количества сульфат-иона и натрия связывается с влиянием измененных вулканогенных пород, слагающих „остальную“ верхнюю часть разреза.

Речка Дара-юрт. Другим районом широкого развития травертинов является средняя часть долины р. Дара-юрт, одного из правых притоков р. Арпа. Речка Дара-юрт берет начало на Джермукском плато, течет к югу, затем резко поворачивает на восток, огибая лавовое поле с юга. Здесь в живописной долине по обоим берегам выходит множество мелких источников, отложивших большие поля травертинов.

Дебит источников ничтожен, судя по травертинам, которые протянулись вдоль речки более чем на 500—700 м, количество минеральной воды, выходящей на поверхность было очень большим. Минеральная вода несомненно закупорила места своих выходов, так как даже небольшая расчистка геологическим молотком на одном небольшом источнике значительно увеличила его дебит.

Химизм минеральных вод и травертинов

Колебания химического состава травертинов в пределах одного щита не дают возможности четко различить все описанные травертины. Однако, последние, образовавшиеся из минеральных вод, имеющих различные химические характеристики, при детальном рассмотрении обнаруживают слабые различия.

Химическая характеристика минеральных вод, отлагающих травертины, следующая:

1. Джермукские термы—углекислые гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциево-магниевые.

2. Агаракадзорская минеральная вода углекислая гидрокарбонатно-кальциево-магниева.

3. Меличкинская минеральная вода—углекислая гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-кальциевая.

4. Бугурские термы—углекислые гидрокарбонатно-кальциево-натриевые.

5. Источники р. Дара-юрт—углекислые хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевые.

Приняты во внимание главнейшие компоненты.

Джермукские термы представляют сложный тип минеральной воды. Высокая температура и насыщенность углекислым газом определяет большую активность терм, выщелачивающих многие компоненты пород, в которых она циркулирует.

Учитывая то, что с травертинами выпадают трудно мигрируемые элементы, состав Джермукских травертинов следует считать очень насыщенным. В травертинах отсутствуют (и то не всегда) такие элементы, как: Zn, Mo, Cu, Pb, присутствующие в воде. Присутствуют же Ca, Mg, Al, Na, Fe, Mn, Ti, Cr, Bi, Ag, As, Sr и другие.

Количество некоторых элементов в Джермукских травертинах превышает таковое у других. Это относится к Na (совместно с K), который извлекается из гранитоидных пород и Sr — элементу химически сродному с Ca. Если вариации Ca, содержащегося в количестве 50—55% обычно незаметны, то колебания содержаний Sr от десятков долей процента до 1—3% хорошо улавливаются. В Джермукских травертинах стронция, как правило, больше 1%, иногда до 3%.

Это по нашему мнению, указывает на несомненную связь минеральных вод Джермука с досреднеэоценовыми известковистыми породами (предположительно верхнемеловая, сенонская толща), в которых присутствует стронций.

По данным И. Г. Гаспарян целестин был обнаружен в гальке известняков. Галька находилась в среднеэоценовых породах (следовательно была моложе их) и очень напоминала верхнемеловые породы. На повышение содержания стронция в верхнемеловых известняках северной Армении, указывают также другие исследователи [1].

Интересна зависимость содержания Si в водах, а также в травертинах от температуры воды. В Джермуке источники левого берега, имеющие температуру 50—55°C содержат кремний в количестве 1—2%, тогда как минеральные воды на плато с более повышенной температурой 60—64°C откладывали травертин с содержанием Si до 5%.

Прямая зависимость увеличения количества Si с повышением температур воды (при прочих равных условиях) указывалась в литературе [4]. Поэтому при наблюдении разновозрастных отложений одного и того же минерального источника, содержание Si может явиться своеобразным термометром.

Таким путем можно проследить постепенное охлаждение воды минеральных источников р. Дара-юрт. С большого щита травертинов были отобраны и анализированы (химически и спектроскопически) пять образцов: 1) рыхлый травертин (современный); 2) сталактит (сравнительно новый); 3) верх щита (молодой); 4) середина щита (старый); 5) низ щита (древний).

Данные анализов представлены в табл. 1 (спектр. анализы) и табл. 2 (хим. анализы).

Из табл. 1 и 2 видно увеличение содержания кремнекислоты с глубиной (т. е. с древностью). Соответственно с этим наблюдается слабое (в общем) уменьшение количества окиси Ca в том же направлении. В содержаниях других элементов и их окисей особые связи не устанавливаются. Только окись алюминия, присутствующая в малых количествах ведет себя подобно SiO₂. Это очевидно, связано с увеличением растворимости Al₂O₃ при повышении температур.

Еще резче различия содержаний SiO₂ видны в травертиновом щите Бугурского минерального источника. Поведение Na, Ca и Al

Таблица 1

Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ti	Cu	Y	Sr	B ₁	Na	As	Be
1-0,3	0,03	0,3-1	> 10	1	1	0,003-0,01	0,001	—	0,3	0,003	0,1-0,3	0,01-0,03	0,0003
1-0,3	0,01-0,03	1-3	> 10	0,1	0,03-0,1	0,003-0,001	0,0001-0,0003	—	0,1-0,3	0,003-0,01	0,3	0,01-0,03	—
1	0,1-0,3	3	> 10	0,3-1	0,3-1	0,003-0,01	0,0001-0,0003	—	0,3	0,001	0,1-0,3	0,1	—
1-5	0,03	1-3	> 10	1	1	0,003-0,001	0,001-0,0003	0,001	0,3	0,001-0,003	0,3	0,3-0,1	0,0003
1-5	0,3-1	1-3	> 10	1	0,3-1	0,003-0,01	0,0001	—	0,3-1	0,001-0,003	0,3-1	0,01-0,03	0,0003

Таблица 2

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	п. п. п.	Сумма
0,74	сл.	0,36	1,51	0,13	0,09	52,93	0,75	0,71	41,99	99,59
1,02	не об.	0,28	0,08	0,13	0,02	54,07	0,21	0,94	43,3	100,19
1,48	не об.	0,41	0,81	0,09	0,13	53,48	0,48	0,33	42,4	99,83
2,74	не об.	0,87	0,89	0,06	0,16	52,20	0,47	0,41	41,5	99,48
3,50	не об.	0,90	1,31	0,33	0,21	51,55	1,45	0,81	40,4	99,81

(Na_2O , CaO , Al_2O_3) здесь идентично нижеописанному. Данные анализов представлены в табл. 3 и 4 (табл. 3—спектр. анализ, табл. 4—хим. анализ).

Таблица 3

Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ti	Cu	Y	Sr	Ba	Na	Mo
0,3	0,03—0,1	~1	>10	0,3—1	0,3—1	0,001— 0,003	сл.	—	0,1— 0,3	0,01	0,03— 0,01	0,001
5	~1	~1	>10	0,3—1	0,3—1	0,01— —0,03	сл.	0,001	0,1	0,01	0,1— 0,3	0,001

Таблица 4

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	п.п.п.	Сумма
0,58	0,02	0,07	0,99	0,46	0,11	54,9	0,95	не. об.	42,2	100,87
6,04	не. об.	0,74	1,66	не. об.	0,32	43,9	2,98	0,64	36,0	99,70

Образец № 1 (современный травертин) и образец № 2 (древний травертин).

Химизм Бугурского источника кратко рассматривается ниже.

Несмотря на то, что минеральные воды *сс.* Меличка и Агаракадзор территориально сравнительно близки, отложившиеся травертины, а также и сами воды несколько отличаются по своему химизму.

Характеристика Агаракадзорской воды (см. ниже) указывает на тесную связь с карбонатными породами и отсутствие в разрезе (где вода циркулирует) изверженных пород. Наоборот, состав Меличкинских вод позволяет думать, что при формировании их химизма наблюдалось влияние магматогенных пород вместе с наличием в разрезе карбонатных разностей. Присутствие последних не вызывает сомнения—это известняковая свита среднего эоцена и нижележащие породы верхнего мела. Неясна связь с изверженными образованиями. Возможно это верхнетретичная Газминская интрузия гранодиоритов. Возможно, и более вероятно, влияние молодого четвертичного вулкана Далик и его прикорневых частей.

Разница химизма воды, естественно, отразилась и на составе травертинов—увеличение окисей кремния и алюминия в Меличкинских и повышение CaO в Агаракадзорских водах (см. табл. 5).

Таблица 5

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	п.п.п.	Сумма
5,23	0,05	1,68	0,82	50,75	0,72	0,05	40,51	100,14
0,58	сл.	0,23	0,07	54,97	1,0	0,03	43,69	100,30

1) Меличкинский травертин и 2) Агаракадзорский травертин.

Кроме „нормальных“ известковистых образований интересные разности осадков из минеральных вод наблюдались в долине р. Дара-юрт. В одном и том же обрыве, среды желтоватых травертинов, в виде прослоев отлагалась нецементированная масса буроватого цвета. При просмотре биноклем выяснилось, что прослойка состоит примерно из 70% неправильных зерен минералов гидроокиси железа. Остальные 30% представлены аморфными травертинами, сростками кристаллов кальцита, сбломками кварца и редко органическими остатками.

Данные спектрального анализа показали следующий состав вещества прослойки (табл. 6).

Таблица

Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ti	Cu	Y	Sr	Ba	Na	As	Be
1—5	0,03— —0,1	>0,3	>5	3—10	1—3	0,003	0,001— 0,003	0,01— 0,03	0,1— 0,3	0,03	1	>3	0,001

Обращает на себя внимание высокое содержание мышьяка обычно присутствующего в травертинах в сотых, реже десятых долях процента. Отложения минеральных вод, богатые мышьяком (в виде минералов скородита, гайдингерита) отмечались в районах Камчатки [3, 4] и Йеллоустонского парка. На иную возможность выпадения мышьяка с гидроокислами железа указала С. И. Набоко [2]. Последние наблюдаются в Дара-юрте, где связь мышьяка с минералами гидроокисей железа несомненна.

Гораздо труднее объяснить резкие перемены в жизни источника, осаждающего то травертины с содержанием As 0,01—0,03%, то гидроокиси железа (с травертином) As—1—3%.

Можно лишь отметить, что своеобразный химический состав вод Дара-юрта (не схожий с минеральными водами района) указывает на такие условия формирования и циркуляции, которые предполагают наличие на глубине соленосных и мышьяковых образований. Некоторая аналогия с водами Арзии и Дары-дага (Нахичеванская АССР) является подтверждением этому.

Радиоактивность травертинов. Интересные результаты получены при изучении радиоактивности травертинов. Была замерена β и γ радиоактивность Джермукских, Аярских и Араратских травертинов и железистой прослойки в Дара-юрте.

Как и ожидалось β и γ радиоактивность, связанная преимущественно с элементами уранового и ториевого ряда, оказалась наибольшей в Джермукских травертинах. Агаракадзорские и Араратские травертины имеют незначительные величины β и γ радиоактивности.

Данные измерений, произведенных в Лаборатории агрохимии АН Армянской ССР, сведены в табл. 7.

Таблица 7

Название образца	β-радиоактивность			γ-радиоактивность		
	число импульсов в мин. на 100 гр	относит. ошибка измерен. (%)	в γ Си на 100 гр	число импульсов в мин. на 100 гр	относит. ошибка измерен. %	В эквивалентах (уран) %
Травертин Джермука Железистая прослойка Дара-юрт . .	256,9	0,3	$139,0 \cdot 10^{-4}$	142	0,8	0,019
Травертин Агаракадзора	3—4	6,6	$1,1 \cdot 10^{-4}$	1—2	23	—
Травертин Арарата .	2—3	6,0	$1,1 \cdot 10^{-4}$	1—2	12	—
	не превышает фона			не превышает фона		

Эти результаты подтверждают связь минеральных вод Джермука с интрузивными телами, и, наоборот, указывают на отсутствие связи с глубинными магматическими телами в источниках Агаракадзора, Арарата.

В дальнейшем с увеличением числа анализированных на радиоактивность травертинов и с измерением α—радиоактивности, будут возможным более широкие обобщения.

Таким образом, исследование минеральных вод оказывается явно неполным без тщательного изучения травертинов, которое должно включить опробование химизма, радиоактивности и минералогического состава. Все эти данные, наряду с изучением физико-химических и геолого-структурных особенностей минеральных вод дадут возможность глубже понимать вопросы генезиса и циркуляции минеральных вод.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 1.XII.1959.

Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ

ԱՐՓԱ ԵՎ ՈՐՈՏԱՆ ԳԵՏԵՐԻ ՎԵՐԻՆ ՀՈՍԱՆՔԻՆԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՏՐԱՎԵՐՏԻՆԱՅԻՆ ԳՈՅԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Արփա գետի վերին հոսանքի ավազանը հարուստ է հանքային աղբյուրներով: Շրջանի բարդ երկրաբանական կառուցվածքը և մի քանի խզումներ, պայմանավորում են տարբեր տեսակի հանքային ջրերի առաջացումը: Համարյա բոլոր հանքային աղբյուրները գուրս գալով երկրի մակերես նստեցնում են կալցիումի կարբոնատ (տրավերտին)՝ վահանների, ծածկոցների և փոքր գմբեթների ձևով:

Տրավերտինների նստեցումը կատարվում է համաձայն հարտնի բանաձևի $Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 + H_2O + CO_2$, երբ ջուրը գուրս է գալիս երկրի մակերես, ամիաթթու գազը անջատվում է նրանից, որի պատճառով սեպիցիան շարժվում է դեպի աջ:

Տրավերտինի մեծ ծածկոցներ կան Ջերմուկի շրջանում Արփա գետի երկու ափերին: Հրարիային կոնից դեպի արևելք տրավերտինները ցեմեն-

տացնում են մեծ քանակությամբ հրաբխային մոխիր: Դա ապացուցում է այն, որ Ջերմուկի հանքային ջրերը և չորրորդական լավաները ունեն միևնույն հասակ:

Տրավերտինների խոշոր դաշտ է գտնվում Գուալ գետի աջ ափին, Աղարակաձոր գյուղից 4,5 կմ դեպի հարավ: Այդ տրավերտինները նստեցնող ջրի ջերմաստիճանը 14°C է, և նրանում ածխաթթու գազի պարունակությունը մեծ է: Չնայած դրան, տրավերտինների աճը ներկայումս դանդաղ է ընթանում:

Նույնը կարելի է ասել Մալիշկա գյուղի հանքային աղբյուրների մասին, որոնք առաջացրել են տրավերտինային երկու գմբեթներ:

Ավելի մեծ տրավերտինային վահան գտնվում է Որոտան գետի վերին հոսանքում: Այստեղի աղբյուրը հայտնի է Կոթուր-Իստի սու անվան տակ: Ջրի ջերմաստիճանը $34-35^{\circ}\text{C}$ է, և դեբիտը հավասար է 2—3 լիտր վայրկյանում: Այդ աղբյուրը, գտնվելով 2800 մետր բարձրության վրա (ծովի մակերեսից), շատ հետաքրքիր է և կարող է հանդիսանալ հատուկ ուսումնասիրության առարկա:

Տրավերտինների տարածման մյուս վայրը Արիա գետի աջ վտակի՝ Դարա-լուրտի միջին հոսանքն է: Այստեղ 500—700 մետր տարածության վրա գետի երկու ափերին կան տրավերտինների մեծ կուտակումներ:

Հանքային ջրի քանակությունը այժմ փոքր է: Հավանական է, որ տրավերտինները նստելիս փակել են ջրի ելքի ճանապարհը:

Շրջանում տարածված հանքային ջրերը ունեն տարբեր քիմիական կազմ:

Տրավերտինների քիմիզմի մեջ նույնպես նկատվում են որոշ տարբերություններ: Այսպես, օրինակ՝ Ջերմուկի տրավերտինների մեջ նատրիումի համեմատաբար մեծ քանակությունը ցույց է տալիս հանքային ջրերի սերտ կապը գրանոդիորիտային ապարների հետ:

Տաք և սառը ջրերի նստվածքներում Si պարունակությունը տարբեր է, այն գերակշռում է տաք ջրերում: Քանի որ հին տրավերտիններում Si քանակությունը շատ է, կարելի է ասել, որ անցյալում հանքային ջրերը ավելի տաք են եղել քան այժմ:

Բացի տրավերտիններից հանքային աղբյուրները երբեմն առաջացնում են հատուկ նստվածքներ: Դարա-լուրտի այդ նստվածքները ներկայացված են գորշ գույնի փխրուն զանգվածով, որի մեջ կան երկաթի հիդրօքսիդներ, բյուրեղային կալցիումի և կվարցի բեկորներ:

Հետաքրքիր է երկաթի և մկնդեղի մեծ քանակությունը այդ նստվածքներում ($\text{Fe } 3 - 10\%$, $\text{As } > 3\%$) Դարա-լուրտի հանքային ջրի առանձնահատկությունը և տրավերտինների այդպիսի կազմը թույլ են տալիս մտածել, որ ջրի առաջացումը և շրջապտույտը կատարվում են այնպիսի պայմաններում, որոնք չեն ժխտում խորքում աղային և մկնդեղային նստվածքների առկայությունը:

Տրավերտինների β և γ ռադիոակտիվության ամենամեծ թվերը բնորոշ են Ջերմուկի թերմների նստվածքների համար: Համեմատության համար չափված Արարատի և Ապարակաձորի տրավերտինները β և γ ակտիվություն չհայտարարեցին:

Ընդհանրացնելով կարելի է ասել, որ հանքային ջրերի ուսումնասիրու-

թխանք անպայման պետք է հաջորդի տրավերտինների ուսումնասիրութիւնը: Այդպիսի կոմպլեքս հետազոտումները թույլ կտան ավելի խորը հասկանալ հանքալին ջրերի ծագման և շրջանառութիւն հարցերը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Մարտիրոսյան Մ. Կ., Մկրտչյան Դ. Մ., Տաւան Մ. Ա.* О содержании Sr и Ba в верхнесенонской карбонатной толще Северной Армении (Иджеванский и Ноемберянский районы). Тр. первой Зак. конф. молод. научн. сотр. АН АрмССР. 1959.
2. *Набоко С. И.* Вулканические эксгалации и продукты их реакций. Тр. Лаб. Вулканологии, вып. 16, АН СССР, 1959.
3. *Пийп Б. И.* Термальные ключи Камчатки, АН СССР, 1937.
4. *Allen E. T. a Day A. L.* Hot Springs of Jellowstone National Park.—Carnegie Inst. Wash. publ., № 466, 1935.