

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ВЕРХОВЬЯ РЕКИ ВОРОТАН И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОМИНЕРАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ДЖЕРМАХПЮР

© 2005 г. Г. А. Туманян, Р. А. Пашаян, А. Л. Ананян

Гарнийская геофизическая обсерватория НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hakhleor@sci.am
Поступила в редакцию 27.12.2004 г.

В работе представлены геологическая характеристика левобережья верховья р. Воротан и гидрогеохимические особенности термального источника Джермахпюр. Составлена геологическая карта исследуемого участка с использованием геофизических и аэрокосмических данных. Исследованы ионный и газовый составы и изотопия воды термоминерального источника. Приведены данные спектрального анализа травертинного образования источника и температурные условия формирования воды.

Для выявления геологических критериев формирования и локализации проявлений глубинного тепла, а также с целью выяснения структурного положения бассейна р. Воротан, в 2004 году было проведено обобщение результатов сейсмометрических работ Г. В. Егоркиной и И. А. Соколовой (1961), космофотогеологических (Туманян, 1983) и профильных геолого-геофизических исследований Г. А. Туманяна, В. О. Яникяна и И. Б. Осиповой (1983), с использованием данных гравиметрии и аэромагнитометрии из работы Г. А. Русакова, Г. А. Сироткиной и др. (1971), геологического картирования из работы В. М. Амаряна и Д. А. Оганесяна (1972) и поисков геотермальных месторождений, представленных в работе О. Г. Азизбеяна, К. И. Матевосова, Р. Т. Мириджаняна, В. О. Яникяна и др. (1987).

Трасса Воротанского геолого-геофизического профиля (VII) вкост простирания пересекает ЮЗ склон СЗ части Сюникского нагорья и СВ склон центральной части Зангезурского хребта, пересекая поперек бассейн р. Воротан, проходит по бассейнам левого и правого притоков Бугур и Мадан, частично охватывая бассейны притоков Уре, Сандухлу и Мухуртарян (рис. 1). Профильное изучение проведено в 1983 году Г. А. Туманяном, В. О. Яникяном, И. Б. Осиповой путем геологического картирования полосы шириной в среднем около 9 км и сейсморазведочного, гравиметрического, магнитотеллурического профилирования в процессе бурения скважин глубинами 500-1200 м.

В результате анализа предыдущих и проведенных нами исследований получены новые данные о глубинном строении складчатого комплекса метаморфического фундамента и структурном положении Воротанского антиклинория, а также выявлены региональные локализационные структуры аномалий глубинного тепла, "скрытые" под покровным лавовым комплексом левобережья верховья р. Воротан.

Краткая геологическая характеристика бассейна верховья р. Воротан

Бассейн верховья р. Воротан в пределах левых притоков Бугур и Мухуртарян, где расположены Джермахпюрский и Каркарский участки

проявления глубинного тепла, на тектонических схемах выделяется в составе Цахкунк-Зангезурской мегантиклинальной зоны (Асланян, 1981) или Анкаван-Сюникской антиклинорной подзоны (Габриелян и др., 1981). В пределах VII геолого-геофизического профиля Г. А. Туманяном, В. О. Яникяном, И. Б. Осиповой (1983) границы Воротанской антиклинали СЗ-ЮВ простирания проведены по ЮЗ близводораздельному склону Сюникского нагорья и по водоразделу – Зангезурскому хребту, соответственно выраженные Верхне-Бугурским и Верхне-Маданским разломами.

На левобережьи верховья р. Воротан широко распространены неогеновые образования, представленные верхнемиоценовыми (200-300, реже до 500 м) и ниже- и верхнеплиоценовыми (70-500 и 100-500 м) циклами развития лавовых покровов, в основном андезит-базальт – андезит-андезито-дацит – риодацитового ряда, а также четвертичные (до 50 м) и современные (20-130 м) потоки андезит-базальтов, общая мощность которых ($N1^3-Q IV$), включая и верхнеплиоценовую диатомитовую свиту, колеблется в пределах 500-1800 м.

По данным Г. А. Туманяна, В. О. Яникяна, Г. М. Бабуряна (1983), образования складчатого комплекса Mz-Kz вскрыты эрозией на отдельных изолированных участках и представлены (рис. 1, 2) в верхней части разреза верхнеолигоцен-нижнемиоценовой и верхнеэоцен-нижнеолигоценной трансгрессивными, в основном, грубообломочной туфо-песчано-конгломерат-олистолитовой ($P3^3-N1^1$, 500, реже до 700 м) и туфо-песчано-конгломерат-брекчиевой ($P2^3-P3^1$, 300-700 м) свитами, с отдельными потоками андезитов; в средней части разреза – среднеэоценовыми базальт-андезитовой толщей (500-600 м) и базальтовой туфо-конгломерат-брекчиево-известково-песчаной свитой, с отдельными потоками базальтов и андезитов (мощность свыше 250 м). Образования Mz не обнажаются, они вскрыты в своде Воротанской антиклинали, в приустьевой части низовья р. Уре, на участке слияния с р. Воротан, у бывшего с Базарчай профильной скв. 7, в интервале 625-1015 м (рис. 1, 2). Они залегают под базальтовой свитой эоцена (скв. 7, 41-290 м) и пред-

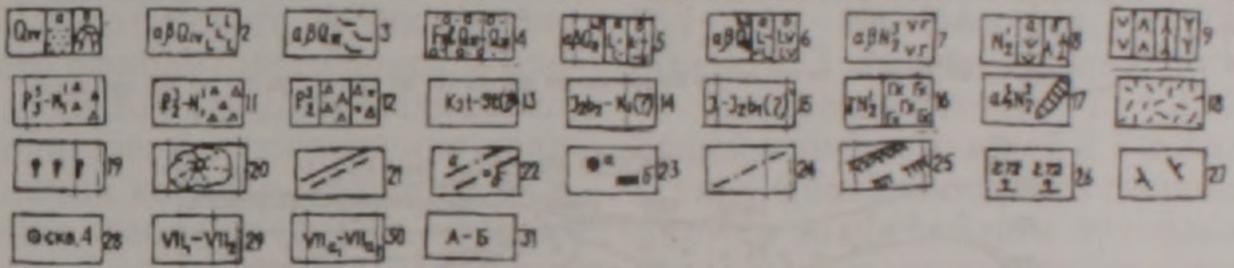


Рис 1. Геологическая карта верховья р Воротан (составил Туманян). Условные обозначения.

1. Q_{iv} – Современные отложения: а) аллювиальные, озерно-аллювиальные, водноледниковые галечники, гравий, пески, глины; аллювиально-делювиальные пески, щебеночные россыпи; делювиально-пролювиальные и элювиально-делювиальные глыбо-щебенистые пески, россыпи, осыпи и др; общая мощность до 70м. б) травертины источника Джермахпюр. 2. $\alpha\beta Q_{iv}^{1,2}$ – голоценовые андезиты-базальты (А,Б,В,Г,Д,Е), мощность 10-70м. 3. $\alpha\beta Q_{ii}$ – верхнечетвертичные андезиты-базальты, мощностью до 30м. 4. $FglQ_{ii,iii}$ – средне-верхнечетвертичные(?) ледниковые отложения. 5. $\alpha\beta Q_{ii}^{1,2}$ – среднетчетвертичные андезиты-базальты: нижний и верхний потоки, мощность 50-150м; 6. $\alpha\beta Q_{i}^{1,2}$ – нижнетчетвертичные андезиты-базальты: нижний и верхний потоки, мощность 50-150м; 7. $\alpha\beta N_2^3$ – верхний плиоцен: андезиты-базальты, мощность до 100м; 8. $\alpha\gamma N_2^1$ – нижний плиоцен: а) N_2^1 – андезиты, до 200м; – риолиты, перлиты-обсидианы, более 300м; 9. $\alpha\xi N_1^3$ – верхний миоцен: а) N_1^3 – андезиты, $\alpha\xi N_1^3$ – андезиты-дациты, λN_1^3 – риодациты, $\alpha\xi N_1^3$ – андезиты, андезиты-дациты, трахиандезиты-дациты, дациты, риодациты, их туфы и туфобрекчии, нерасчлененные, общая мощность 200-300м. 10. $P_3 - N_1^1$ – верхний олигоцен-нижний миоцен: конгломераты, линзы древних галечников(олистолитов), пестроцветные глины, туфы, туфопесчаники, андезиты, мощность колеблется в пределах 400-700м. 11. $P_3 - P_1$ – верхний эоцен-нижний олигоцен: туфоконгломераты, туфобрекчии, туфопесчаники, андезиты, мощность 300-650м; 12. P_2 – средний эоцен: а) свита (нижняя) конгломератов, туфобрекчии, туфопесчаников, известковистых песчаников, туфов, реже встречаются андезиты, базальты, общая мощность около 250м; б) толща (верхняя) чередующихся базальтов, андезитов-базальтов, андезитов, туфов, туфопесчаников, мощность 500-600м. 13. $K_2t - Sr$ – турон-сантон (предположительно) срабердская, сваранцкая и татевская свиты без подразделения, со средней плотностью $2,64 \text{ г/см}^3$; андезиты, туфоконгломераты, туфобрекчии, туфопесчаники, известковые песчаники, известняки, алевролиты, мощность 1200-1500м. 14. $J_2b_1 - K_1$ – средняя юра (верхний байос)-нижний мел: чередующиеся вулканогенно-осадочные свиты и вулканогенные толщи общей мощностью 2500м. Выделяются предположительно по $2,72 \text{ г/см}^3$ гравиметрической общей плотностной характеристике, а также по МТЗ и КМПВ. 15. $J_1 - J_2b_1$ – нижняя – раннесредняя юра: зеленокаменно-измененная вулканогенная толща основного-среднего состава. Выделяется по $2,77 \text{ г/см}^3$ плотностной характеристике, по данным МТЗ и КМПВ, а также по аналогии, мощностью около 2500м. 16. N_2^{1-2} – Габбро-сиениты, кварцевые монцодиориты, нижне-среднеплиоценовые (только в разрезе скв 4-ГТ, 123-1000м). 17. $\alpha\xi N_2^{1-2}$ – дайки андезитов, андезиты-дацитов, нижне-среднеплиоценовые; 18. Гидротермально измененные породы: каолинизированные, лимонитизированные, пиритизированные, местами нацело окварцованные. 19. Термальные источники. 20. Вулканические центры извержения – шлаковые и шлаково-лавовые конусы. 21. Разрывные нарушения и зоны развития тектонических трещин, прослеженные и предполагаемые. 22. Разрывные нарушения, установленные геологической интерпретацией данных КМПВ, гравиметрии, магнитометрии и проведенные на поверхности в виде „скрытых“, подлавовых разломов, б) линейные зоны. 23. Положение кровли и подошвы проводящего опорного электрического горизонта по данным МТЗ 1981-82гг. соответственно, фиксирующих подошвы неоген-четвертичного покровного лавового и верхнеэоцен-нижнемиоценового вулканогенно-обломочного комплексов. 24. Границы литолого-возрастных комплексов, установленные сопоставлением данных КМПВ, МТЗ, гравиметрии и магнитометрии. 25. Кровля опорного горизонта (кристаллического фундамента), выделенная по данным КМПВ и предположительно по геологическим соображениям. 26. Плотности выделенных литолого-возрастных „слоев“ коры; 27. Направление падения слоев. 28. Буровая скважина (скв 4, ГТ), пройденная в 1988г. 29. $VII_1 - VII_2$; СВ часть основного геолого-геофизического разреза VII-Воротанского профиля. 30. $VIIa_1 - VIIa_2$; СВ часть вспомогательного геологического разреза VII профиля. 31. А-Б: Линия геологического разреза профиля.

ставлены зеленокаменно-измененной базальт-андезитовой, с прослоями и пачками туф-тефроидов (скв.7, 290-625 м), и глубоко зеленокаменно-измененной, преимущественно превращенной в карбонат-кварц-эпидотовый метасоматит (625-1015 м), толщами.

каменно измененные толщи обнаруживают сходные черты с нижнеюрской зеленокаменно-измененной толщей Капанского и Алавердского антиклинориев, а также с Апаранской и, особенно, Меградзорской базальт-андезитовой толщами.

По аналогии их можно отнести к основанию Мз. Здесь, по-видимому, выпадают из разреза от-

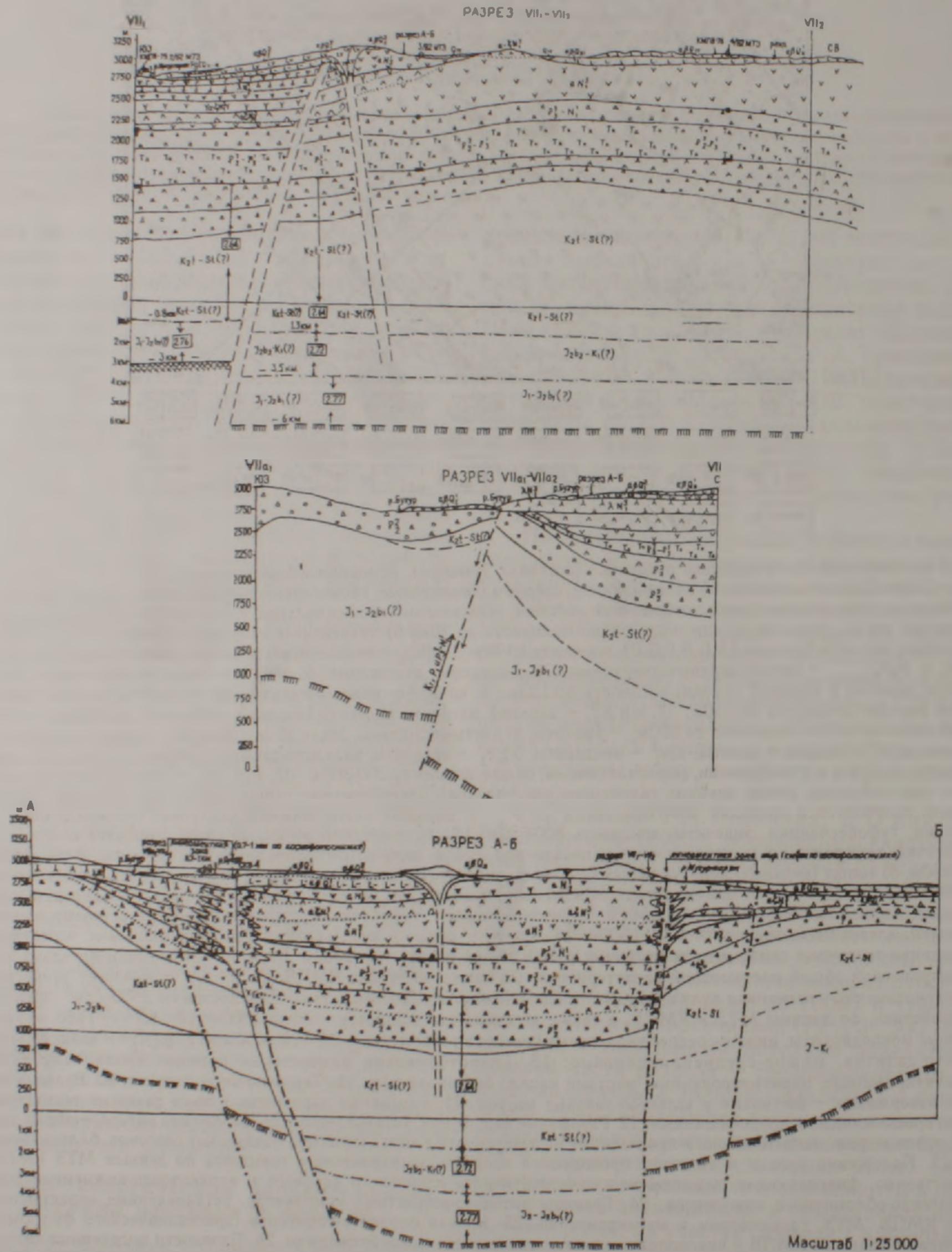


Рис 2. Геолого-геофизические разрезы к геологической карте верховья р Воротан

ложения средней-верхней юры и мела, и согласно анализу данных геофизики – также и палеозоя. По данным профильных сейсморазведочных и гравимагнитных исследований, в присводовой части Воротанского антиклинория на глубинах от +1 до +0,4 км и от -0,5 до -1 км указанная зеленокаменно-измененная нижняя толща залегает на кристаллическом фундаменте коры.

Воротанская складчато-блоковая антиклиналь представлена приподнятым сводовым блоком и относительно погруженными блоками-крыльями, ограниченными Воротанским (по прирусловому левобережью р. Воротан), Средне-Бугурским (поперек верховья р. Сандухт и низовья р. Бугур) и вышеотмеченными граничными Верхне-Бугурским и Верхне-Маданским разломами СЗ-ЮВ простирания. По сейсморазведочным и гравимагнитным данным, складчатый комплекс указанных блоков свода и крыльев антиклинория, соответственно, имеют одно- и двухслойное строение с 2,72/2, 2,55-2,64/1,2-2 и 2,76/2,3 км значениями плотностей и мощностей, а выделенная поверхность кристаллического фундамента коры, на основе изменений скоростей сейсмических волн и 2,72-2,76-2,80 плотностной границы соответственно, залегает на глубинах от +1 до -1 и около -3 км. На границе Воротанского антиклинория и Севан-Акеринского офиолитового пояса, в пределах последнего, вдоль Каркар-Джермахпюрского разлома происходит резкое погружение кристаллического основания коры до глубины -6 км, а также увеличение геофизических «слоев» складчатого комплекса, с плотностями и мощностями 2,64/2,75, 2,72/2,5, 2,77/2,5 км (рис. 1,2).

Таким образом, от присводовой части Воротанского антиклинория до переходной-краевой части Севано-Акеринской подзоны мощность складчатого комплекса (J-P2²) ступенчато увеличивается от 2, через 4,3 до 7,75 км, с появлениями в разрезе образований средней-верхней юры и мела.

В этом регионе также выделена неоген-четвертичная З-СЗ простирания, наложенная поперек Mz-Kz структур впадина, в основном охватывающая левобережье р. Воротан (Габриелян и др., 1981).

Обнаруженная нами неоген-четвертичная грабенообразная структура поперечного СВ-ЮЗ простирания фиксируется изменениями мощностей образований Kz в СЗ-ЮВ направлениях, контролируется тремя линеаментами СВ-ЮЗ простираний, прослеженными примерно по бассейнам притоков реки Воротан – Уре, Бугур и Мухуртарян (Туманян, 1983) (рис. 1,2). Результаты сопоставления и интерпретации всего материала и экстраполяции разрезов VII геолого-геофизического профиля показывают (разрез А-В), что отмеченные линеаменты представлены зонами систем разломов шириной 0,7-1,3 км, скрытых под неоген-четвертичным лавовым покровом. При этом междуречье Бугур-Мухуртарян представлено грабенообразно опущенной, а Бугур-Уре – горстообразно приподнятой структурами СВ-ЮЗ простираний.

Таким образом, сопоставлением результатов

вышеотмеченных поисковых работ О.Г. Азизбекяна, К.И. Матевосова, Р.Т. Мириджаняна, В.О. Яникяна и др. (1987) с представленной геологической картой впервые для рассматриваемого региона выделяется узловая локализационная структура глубинного тепла – Джермахпюрская и Каркарская аномалии, расположенные вдоль Верхне-Бугурского (Чалсар-Джермахпюрского) разлома СЗ-ЮВ простираний и, соответственно, вытянутые вдоль Бугурской и Мухуртарянской линеаментных зон СВ-ЮЗ простираний, что свидетельствует о перспективности грабенообразно опущенного блока, ограниченного указанными линеаментными зонами и разломом, а также предполагаемым разломом на СВ, по-видимому, развитым в водораздельной части рек Воротан-Акера, на полосе поднятия фундамента коры.

Геохимические особенности

На участке исследований, по данным, приводимым в работе (Геология АрмССР, 1969), расположены два минеральных источника: Бугур-1, Бугур-2. Источник Бугур-1 (D-2.0 л/сек. T – 29°C) (Джермахпюр) расположен на правом берегу небольшого притока р. Бугур, а источник Бугур-2 – (D-0.4 л/сек. T – 22°C) находится в 30 м к ЮЗ от предыдущего источника.

Бугурские теплые (T – 22-29°C) источники с общей минерализацией 2-1,2 Змг/л относятся ко II типу Сисианских. Это гидрокарбонат-сульфатные (со значительным преобладанием гидрокарбонатов) кальциево-магниевые-натриевые (при значительном преобладании кальция и равновеликом содержании натрия и магния). Источники выходят на контакте четвертичных андезитобазальтов с туфогенными породами среднего эоцена.

В 1983-86 гг. в районе р. Воротан был проведен большой объем буровых работ и геотермических наблюдений. Этот регион характеризуется развитием многочисленных известных естественных источников углекислых субтермальных вод “Сисиан”. Здесь же пробурены скважины глубиной от 500 до 1200 м. Одна скважина глубиной до 1000 м пройдена в районе самого высокогорного углекислого источника (гипсометрическая отметка – 2800 м) в Армении – Джермахпюр. В большей части скважин встречены водоносные зоны с самоизливом субтермальных и термальных (35-50°C) углекислых вод. Характерной особенностью их является то, что второе место в катионном составе после натрия занимает ион магния. Геологический разрез скважины, пробуренной в непосредственной близости от минерального источника Джермахпюр, сильно отличался от разрезов остальных скважин, на забое 950 м была промерена самая высокая температура горных пород в Армении на этом уровне – 100°C. Азизбекян и др. (1987) связывают большие температуры пород с близостью к промежуточному, неполностью остывшему очагу.

В августе 2004 г. в Гарнийской геофизической обсерватории (в рамках хоздоговорной темы) вновь были обследованы гидрогеологические условия формирования источника Джермахпюр.

отобраны пробы травертина с разных участков травертинового щита (рис.2) для последующих химического и спектрального анализов. Следует отметить, что выход второго минерального источника, известного в литературе (Геология АрмССР, 1969) под названием Бугур-2, не обнаружен.

Источник Джермахпюр расположен на правом берегу р.Бугур, на небольшом холме. Река Бугур южнее источника прорывает гидротермально измененные породы небольшим ущельем

глубиной 15-20м. Основное направление реки до источника с севера на юг, около холма, сложенного травертином, речка поворачивает на запад, далее на юг и впадает в р.Воротан. Травертиновый щит вокруг источника Джермахпюр имеет площадь примерно 100м^2 , толщина щита 5-6м.

Источник представляет собой ванну длиной 6м, шириной 4м и глубиной 90см. Из ванны местами выбиваются грифоны газа, вода грязно-желтоватого цвета. В ванне наблюдается водная

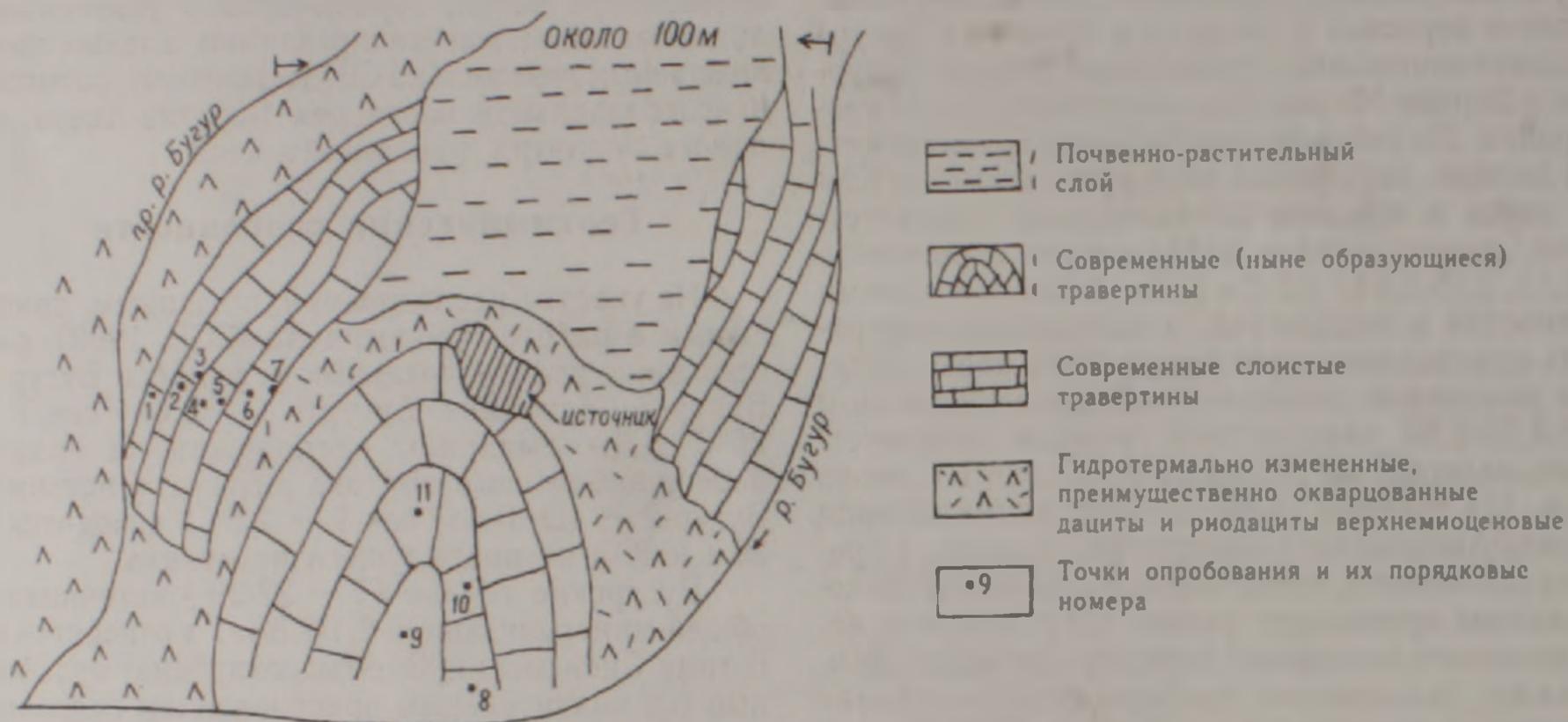


Рис 3. Зарисовка обнажений участка источника Джермахпюр

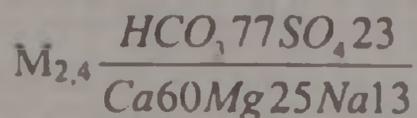
Таблица 1

Результаты анализа общего химического состава, сухого остатка и газового состава минеральной воды

N	Ионы	Минеральный источник Джермахпюр		
		мг/л	мг-экв/л	экв %
1	Li^+	0.10	0.01	0.03
2	NH_4^+	0.30	0.02	0.07
3	Na^+	89.89	3.91	13.06
4	K^+	10.28	0.26	0.87
5	Ca^{2+}	360.00	17.96	60.01
6	Mg^{2+}	91.20	7.51	25.09
7	Sr^{2+}	6.00	0.14	0.47
8	$\text{Fe}_{\text{сум}}$	2.24	0.12	0.40
	Σ		29.93	100
9	Cl^-	4.97	0.14	0.47
10	SO_4^{2-}	326.70	6.80	22.72
11	HCO_3^-	1403.00	22.99	76.81
12	NO_3^-	не обнаружено		
13	NO_2^-	не обнаружено		
	Σ		29.93	100
14	H_4SiO_4	75.00		
15	Общ. минер.	2369.68		
16	Сух. ост.	1762.80		
17	Общ. жестк.	25.47		
18	CO_2	492.83		
19	Cl_2	не обнаружено		
20	O_2	3.97		
21	pH	6.36		

растительность, температура воды 28-29°C. На дне ванны образуется 10-15 см слой ила и при взмучивании вода приобретает черный цвет.

Исходя из общего химического анализа пробы воды источника Джермахпюр, формула Курлова имеет следующий вид:



Характерной особенностью вод минерального источника Джермахпюр является то, что в катионном составе после кальция идет магний, а в анионном составе почти нет хлора.

Вода источника солоноватая. Газовый анализ пробы воды из источника определил наличие в воде $CO_2 - 492,83 \text{ мг/л}$, $O_2 - 3,97 \text{ мг/л}$. Сухой остаток воды равен $1762,80 \text{ мг/л}$.

Спектральный анализ сухого остатка определил процентное содержание элементов: Si, Al, Mg, Ca, Fe, при этом кальций составляет 16, магний 21, а содержание $(K+Na) > 4,0$.

Из разных слоев травертина (рис.3) отображены 11 образцов на спектральный анализ. Спектральный анализ образцов показал процентное содержание следующих элементов: $Ca \gg 10$ на всех 5-и слоях травертинов, содержание $Si > 10,0$ на нижнем (1 слой) и среднем (3 слой) слоях травертина, содержание Al колеблется от 0,56 до 0,056, Mg – от 3,2 до 0,56, Fe – от 0,71 до 1,0, содержание остальных элементов определено в сотых и тысячных долях процента.

Как видно из графика, вариационные кривые элементов имеют периодичность. Кривая вариаций Si имеет два пика, вероятнее всего связанных с повышением температуры воды источника. Резкий скачок Al в нижнем слое травертинов (1-ый слой, рис.3), возможно, связан с выщелачиванием коренной породы в исследуемом образце. По кривой вариаций Mg в верхних слоях

травертинов (4-5 слой, рис.3) наблюдается тенденция к повышению процентного содержания его, что совпадает с процентным содержанием Mg в анализе сухого остатка воды источника.

Таким образом предполагается, что вода формируется в коллекторах, где преобладают карбонаты (табл.3) – CaO и CO_2 . Повышенное значение SiO_2 в травертине указывает на то, что температурный фон формирования вод источника Джермахпюр высокий. При сопоставлении химического анализа травертинов источника Джермахпюр с химическими анализами травертинов других участков региона Армении (Мандалян, 2002) выявлено повышенное содержание следующих элементов: SiO_2, Al_2O_3, FeO, MnO и MgO .

Гидрохимические геотермометры

Для оценки глубинных температур участка источника Джермахпюр по гидрохимическим показателям приводятся некоторые геотермометры, рассчитанные по табл. 2 (Геотерм. и геохим., 1986),

$$1. T^{\circ}C = \frac{1309}{5.19 - \lg SiO_2} - 273^{\circ} = \frac{1309}{5.19 - \lg 74} - 273^{\circ} = 118^{\circ}$$

$$2. T^{\circ}C = \frac{1522}{5.75 - \lg SiO_2} - 273^{\circ} = \frac{1522}{5.75 - \lg 74} - 273^{\circ} = 117^{\circ}$$

$$3. T^{\circ}C = \frac{855.6}{\lg(Na/K) + 0.8573} - 273^{\circ} = \frac{855.6}{\lg 8.74 + 0.8573} - 273^{\circ} = 202^{\circ}$$

$$4. T^{\circ}C = \frac{933}{\lg(Na/K) + 0.993} - 273^{\circ} = \frac{933}{\lg 8.74 + 0.933} - 273^{\circ} = 209^{\circ}$$

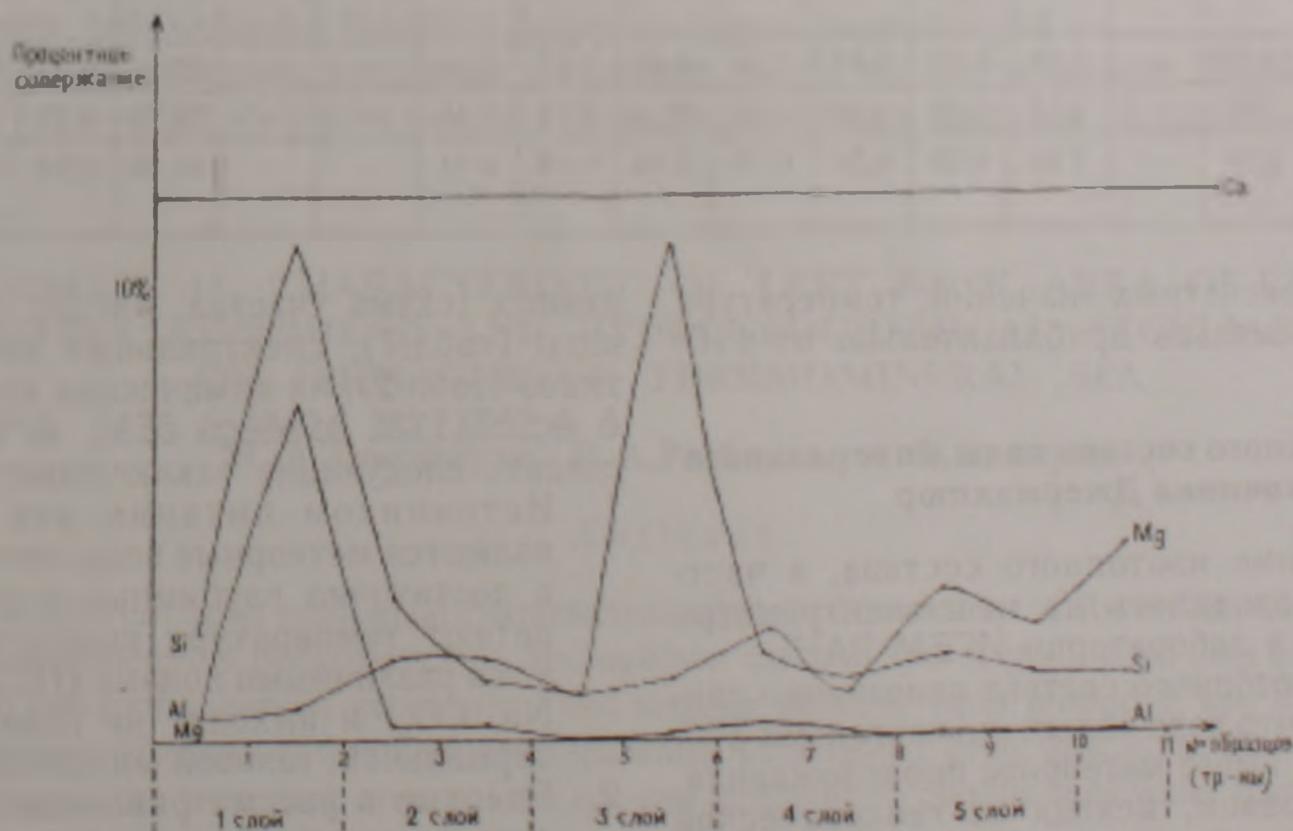


Рис.4 График изменения процентного содержания Ca, Si, Mg, Al в слоях травертинов источника Джермахпюр

Таблица 2

Результаты микрокомпонентного анализа травертина и сухого остатка воды

NN	NN проб Элемент	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	Остаток
1.	Si	2.4	≥10.0	3.2	1.3	1.0	≥10.0	1.8	1.3	1.8	1.3	2.4	1.3
2.	Al	0.56	7.5	0.32	0.42	0.024	0.10	0.42	0.10	0.10	0.032	0.056	0.1
3.	Mg	0.56	0.75	1.8	1.8	1.0	1.3	2.4	1.0	3.2	2.4	4.2	18-24
4.	Ca	>>10.0	>10.0	>>10.0	>>10.0	>10.0	>>10.0	>>10.0	>>10.0	>>10.0	>>10.0	>>10.0	15.18
5.	Fe	1.0	1.8	1.3	1.0	1.3	1.3	0.75	1.0	0.75	1.0	1.3	2.5
6.	Na												>4.0
7.	K												
8.	Mn	0.18	0.042	0.42	0.42	0.10	0.42	0.18	0.32	0.56	0.42	0.56	0.13
9.	Ni	-	0.0018	0.00032	0.00032	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.	Ti	0.075	0.56	0.075	0.056	0.018	0.056	0.013	0.056	0.018	0.010	0.013	0.010
12.	V	0.032	0.0075	0.032	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-
13.	Cr	0.024	0.0042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	Mo	0.0032	0.0013	0.0032	0.0032	-	-	-	0.0018	0.0010	-	-	-
15.	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.	Zr	0.018	0.024	0.018	0.018	0.10	0.018	0.001	0.0032	0.0024	0.0013	0.0010	-
17.	Hf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.	Nb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.	Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.	Cu	0.0010	0.0018	0.00056	0.00056	0.00042	0.00056	0.0032	0.0075	0.0001	0.0001	0.0001	0.001
21.	Pb	0.013	0.0013	0.0010	0.00042	0.0013	0.00056	-	-	-	-	-	-
22.	Ag	0.000075	0.00001	0.00001	-	-	-	0.00001	-	0.00024	0.00013	0.00013	-
23.	Ga	-	0.00056	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.	Y	-	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.	Yb	-	0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3

Химический анализ травертина источника Джермахпюр.

N п/п	N проб	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	H ₂ O	п.п.п.	CO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма
1.	1	5.35	не обн.	1.58	0.89	0.28	0.33	50.60	1.39	0.11	не обн.	не обн.	39.20	0.35	0.04	100.12
2.	2	43.92	0.66	12.62	1.08	0.84	0.38	21.42	1.04	0.23	1.20	3.87	10.03	1.60	1.60	100.49
3.	3	6.01	-	1.81	0.27	0.84	0.30	50.40	0.92	0.11	-	-	39.00	0.30	0.04	100.00
4.	4	7.17	-	2.09	0.49	0.28	0.30	49.60	1.08	0.11	-	-	38.20	0.80	0.08	100.20
5.	5	8.37	-	15.59	0.49	0.28	0.32	41.62	1.25	0.14	-	-	32.10	0.35	не обн.	100.51
6.	6	14.70	-	1.39	0.87	0.84	0.30	45.00	1.12	0.16	-	-	35.30	0.75	0.08	100.51
7.	7	7.50	-	2.32	0.58	0.56	0.32	49.20	1.19	0.16	-	-	38.20	0.25	0.15	100.43
8.	10	2.13	-	1.66	0.38	0.56	0.30	53.06	0.98	0.11	-	-	41.10	0.30	не обн.	100.58

Исходя из расчетных значений, температура воды может меняться приблизительно от 110° до 210°С.

Анализ изотопного состава воды минерального источника Джермахпюр

Исследование изотопного состава, в частности O₁₈, проводилось на масс-спектрометре DELTA PLUS, в лаборатории ИГЕМ РАН.

Данные изотопного состава однозначно свидетельствуют, что вода облегчена изотопами δ¹⁸O и δD и что она имеет метеорное происхождение.

Таким образом, исходя из геологической карты (рис.1), общих геолого-геохимических

данных (схема участка, рис.3), общего анализа воды (табл.1), спектральных анализов травертинов (табл.2), их химических анализов (табл.3) и δ¹⁸O, δD, можно сделать следующие заключения:

1. Источником питания вод Джермахпюр являются метеорные воды, которые, проникая в достаточно глубокие горизонты, приобретают температуру коллекторов, обогащаются различными ионами (HCO₃⁻, SO₄²⁻, Ca, Mg, Na, CO₂) и выходят на поверхность в виде термальной, газовой минеральной воды.
2. Впервые в рассматриваемом регионе появилась возможность выделить регионально-локализационную структуру глубинного теп-

ла на основе сопоставления результатов поисковых работ с представленной геологической картой.

ЛИТЕРАТУРА

Аслабян А.Т. Основные черты геологического строения Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1981, N3, с.3-21.
Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмо-

тектоника Армении. Ереван, Изд. ЕрГУ, 1981, 270 с.
Геотермические и геохимические исследования высокотемпературных гидротерм, М.: Наука, 1986, 161 с.
Геология Армянской ССР, т. IX, Минеральные воды, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1969, 521 с.
Мандалян Р.А. Особенности строения травертинов, Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2002, N1-3, с.18-23.
Туманян Г.А. Глубинная структура земной коры на космических изображениях. Исследование Земли из космоса, 1983, N5, с.32-39.

ՈՐՈՏԱՆԻ ԱՎԱՋԱՆԻ ՉԱԽԱՓՆՅԱ ՎԵՐԻՆ ՄԱՍԻ ԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ՋԵՐՄԱՂՔՅՈՒՐԻ ՀԻՂՐՈՒԵՐԿՐԱՔԻՍԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Հ.Ա. Թումանյան, Ռ.Ա. Փաշայան, Ա.Լ. Անանյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կառուցվածքային առանձնահատկությունների պարզաբանման և խորքային ջերմության առաջացման ու տեղայնացման չափանիշների հայտնաբերման նպատակով 2004թ. կատարվել են Որոտանի ավազանի վերին ձախափնյա մասի պրոֆիլային երկրաբանա-երկրաֆիզիկական, երկրաբանական քարտեզագրական ուսումնասիրությունների ու խորքային ջերմության որոնողական աշխատանքների արդյունքների ընդհանրացումներ և լրացուցիչ հիդրոքիմիական հետազոտություններ: Պարզաբանվել է, որ նեոգեն-չորրորդական-վաղ ժամանակակից լավային հզոր (500-1800մ) ծածկույթով և միջին-վերին եոցենի ու օլիգոցեն-միոցենի թույլ ծալքավորված միջին կազմի հրաբխածին ու հրաբխածին-նստվածքային հաստվածքներով (մոտ 700մ) քողարկված, Որոտանի բեկորա-ծալքավոր անտիկլինալը հիմնականում զարգացել է միջին կազմի հրաբխածին (ստորին-վաղ միջին յուրա) և մայրցամաքային տիպի երկրակեղևի հիմքի մետամորֆային առաջացումներում: Վերջիններում հայտնաբերվել են միմյանց հատող հյուսիս-արևմտյան և հյուսիս-արևելյան ընդհանուր և հակակովկասյան տարածման խզվածքների համակարգեր, որոնցով եզրագծված ջերմաղբյուրի հյուսիս-արևելյան տարածման գրաբենանման խիստ ճկված տեկտոնական բեկորի սահմաններում, այսինքն նշված անտիկլինալի և Սևան-Աքերայի գոտու սահմանային մասում տարածված են խորքային ջերմության երևակումները և սեյսմիկ ալիքների տարածման ցածր արագություններով բնորոշվող առաջացումները:

Ջերմաղբյուրի հանքային թերմալ ջրի բնորոշ հատկանիշը հանդիսանում է այն, որ կատիոնային կազմում ըստ պարունակության տոկոսի կալցիումից հետո զբաղեցնում է մագնիումը, իսկ իոնային կազմում քլորը համարյա բացակայում է:

Սպեկտրալ վերլուծությունը ցույց է տալիս Ca, Si, Al, Mg տարրերի ներկայությունը: ^{18}O և D իզոտոպների քանակական վերլուծությունները վկայում են ջրի մետեորային ծագման մասին:

GEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF LEFT BANK AREA OF RIVER VOROTAN RIVERHEAD AND HYDROGEOCHEMICAL PECULIARITIES OF JERMAGHBYUR THERMOMINERAL SPA

H. A.Toumanyan, R. A.Pashayan, A. L.Ananyan

Abstract

The article contains geological characteristic of the left bank area of River Vorotan riverhead and hydrogeochemical peculiarities of *Jermaghbyur* thermal spa. A geological map of the study area with the application of geophysical and satellite data has been produced, and ion and gas composition and isotopy of thermomineral spa water investigated. In the article, the results of spectral analysis of the travertine origin of the spa and temperature condition of water formation, are provided.