

К ВОПРОСУ ГЕНЕЗИСА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД АЗЕРБАЙДЖАНА

Ю.Г.Исрафилов, Р.Г.Исрафилов

*Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 119*

В статье дан анализ условий и факторов формирования термальных вод, а также обосновывается расположение их очагов в разрезе недр республики.

Постановка вопроса. Термальные воды являются естественными и возобновляемыми природными источниками энергии недр, энергетический потенциал которых огромен. Факт повсеместного развития термальных вод подтверждается и на территории Азербайджанской Республики. Ресурсы термальных вод (непосредственно термальные воды, воды нефтяных месторождений, промышленные воды) составляют более 450 т·м³/сут., в том числе подсчитанные прогнозные и эксплуатационные запасы составляют более 50% из общего объема (Кашкай, 1952; Аскеров, 1954; Кенгерлинская, 1973; Тагиев и др., 2001; Əliquliyev və b., 2002; Али-Заде, 2008; İsrafilov və b., 2011).

Результаты многочисленных исследований констатируют наличие в земной коре сплошной подземной гидросферы термальных вод с температурой более 20⁰С, переходящих глубже в перегретые воды (более 100⁰С) (Аверьев, 1966; Вернадский, 1936; Григорьев, 1954; Иванов, 1952 и другие). К сожалению, вопрос генезиса и условий пространственного залегания термальных вод в пределах республики до настоящего времени не исследован. Отсутствие сведений о структуре и глубине залегания очагов термальных вод и путей их миграции не позволяет использовать их неисчерпаемую энергию в различных областях народного хозяйства. Как правило, естественные выходы термальных источников приурочены к горно-складчатым областям, характеризующимся тектонической раскрытостью, т.е. наличием многочисленных глубинных тектонических разломов и трещин, по которым происходит разгрузка источников термоминеральных вод. В то же время предгорные равнины и низменности покрыты мощным чехлом осадочных пород с высокими коллекторскими свойствами, в которых скважинами вскрыты водоносные горизонты термальных вод. Изучению качественных и количественных

параметров источников этих вод посвящено множество работ, по результатам которых ниже приведены их краткие обобщенные параметры (Кашкай, 1952; Аскеров, 1954; Кенгерлинская, 1973; Бабаев, 2000; Тагиев и др., 2001; Əliquliyev və b., 2002; Ализаде, 2008; İsrafilov və b., 2011).

Обобщенные параметры термальных вод. Естественные выходы термальных вод выявлены в пределах всех горно-складчатых областей Кавказа и Талыша. Основными путями разгрузки термальных вод здесь являются разнонаправленные тектонические разрывы и разломы с различной амплитудой. Температура естественных источников варьирует в пределах 28-62⁰С, дебиты составляют порядка 0,1-2,0 л/с, редко 5,0-8,0 л/с, минерализация их изменяется от 0,4 до 5,8 г/л. Газовый состав всех источников характеризуется на Большом Кавказе и Талыше содержанием метан-азот-сероводородной смеси, а в пределах Малого Кавказа – в основном углекислым составом. По химическому составу воды большей частью гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциево-магниевые, реже хлоридные натриево-кальциевые.

В пределах предгорных равнин и низменностей республики также выявлены термальные воды, залегающие на различных глубинах в различных по возрасту (от четвертичных до юрских) коллекторах пластово-поровых водоносных горизонтов (Боревский и др., 1981; Кенгерлинская, 1973; Мехтиев, Мирзаджанзаде, 1960; Əliyev, Əliyeva, 2011). Термальные водоносные горизонты в разной степени напорные, однако в естественных условиях они не выклиниваются на дневную поверхность. Вскрыты они главным образом разведочными на нефть скважинами, по данным которых определены их параметры (табл. 1). Термальные воды здесь выявлены с глубин 200-250 до 8200 м (забой самой глубокой Саатлинской скважины). Воды напорные, пьезометрические уровни над

кровлей горизонтов устанавливаются в скважинах на глубине от 2137 м до +40 м выше поверхности земли. Минерализация вод хаотично варьирует в широких пределах – от 0,5 г/л до 220 г/л в независимости от глубины залегания водоносного горизонта. В зависимости от степени минерализации вод изменяется их тип: от гидрокарбонатных до хлоридных со смешанным катионным составом. Температуры вод варьируют от 20 до 160⁰С, в целом увеличиваясь с глубиной, однако часто встречаются водоносные горизонты с меньшей температурой, чем в вышележающем горизонте. Отмечается резкое уменьшение степени минерализации и температур в различных интервалах термальных водоносных горизонтов. Хаотич-

ность распределения параметров минерализации и температуры по разрезу исследованной толщи четко указывает на фактор смешения поступающих из глубин по тектоническим разломам высокотемпературных и высокоминерализованных седиментационных термальных вод с пресными и холодными инфильтрационными водами зоны активного и затрудненного (нижний водоупор не определен) водообмена гидросферы. Обращает на себя внимание повсеместное подавляющее преобладание в составе терм катиона натрия. Важно также отметить, что возраст водоносных пород и горизонтов как в горных, так и низменных регионах не играет определяющей роли в формировании термоминеральных вод.

Таблица 1

Обобщенные поинтервальные параметры термальных водоносных горизонтов по данным разведочных скважин

№	Интервал опробования (м)	Возраст вод. толщ	Статич. уровень (м)	Температура (°С)	Минерализация (г/л)	Газовый состав (%)	Микрокомпоненты	Химический тип воды
1	2	3	5	6	7	8	9	10
Гусарская предгорная равнина								
1	338-607	$Q_{IV} + N_2^3$	-40 до + ↑	26,0–26,9	0,3-1,2	$N_2; CH_4; CO_2$	$SiO_2; B_2O_3$	HCO_3 / Na
2	619-766	—//—	-40 до -52	40,9 -51,0	0,6-1,3	$N_2; O_2$	—//—	HCO_3 / Na
3	240-580	$N_1^2 + N_1^1$	—	27,1	13,7	нет свед.	нет свед.	Cl / Na
4	600-1531	—//—	—	42,5 – 44,4	16,2-43,3	нет свед.	$Br; J; B_2O_3; SiO_2$	—//—
5	1500-2012	—//—	—	48,5-59,4	20,2-31,8	нет свед.	—//—	—//—
6	2042-2485	K+J	-3,0	72,0-85,0	3,6-94,3	$N_2; CH_4; H_2S$	$Br; B_2O_3; J$	$HCO_3 + Cl / Na$
7	2936-3671	—//—	-5,0 до + ↑	98,0-115,0	65,5-95,0	—//—	—//—	Cl / Na
Абшеронский п-ов								
1	527-720	N_2^2 пр	нет свед.	33,1-38,0	55,7-190,0	$N_2; CH_4; H_2S$	$Bi_2O_3; Br; J$	Cl / Na
2	776-958	—//—	+ ↑	41,5-45,9	11,4-118,7	—//—	—//—	$Cl + HCO_3 / Na$
3	940-1250	—//—	нет свед.	46,1-52,7	11,4-70,0	—//—	—//—	Cl / Na
4	1425-1427	—//—	нет свед.	57,2	28,1	—//—	—//—	—//—
5	1610-1618	—//—	нет свед.	60,0	14,7	—//—	—//—	$Cl + HCO_3 / Na$
6	1818-2125	—//—	нет свед.	50,3-69,0	11,8-15,8	—//—	—//—	—//—
7	2260-2760	—//—	нет свед.	71,3-79,9	9,0-67,6	—//—	—//—	—//—
8	3100-3600	—//—	нет свед.	83,0-85,6	4,8-15,5	—//—	—//—	—//—
9	4462-4734	—//—	нет свед.	101,5-129,8	14,4-16,9	—//—	—//—	—//—

1	2	3	5	6	7	8	9	10
Куринская впадина								
1	200-500	$Q_{IV} + N_2^3$	-2,01 до + ↑	20,5-30,0	0,3-1,9	N_2 ; CH_4 ; O_2	Bi_2O_3 ; SiO_2	HCO_3/Na
2	500-1000	N_2^3 ap+ак	-1,75 до + ↑	31,0-40,0	55,9-68,9	N_2 ; CH_4 ; H_2S	Bi_2O_3 ; Br; J; SiO_2	Cl / Na
3	500-1000	N_1^2	-8,0 до + ↑	31,6-44,5	10,7-19,0	—//—	—//—	Cl+ HCO_3/Na
4	1000-1500	—//—	-5,4 до + 3,2	48,6-60,0	1,0-13,4	—//—	—//—	HCO_3/Na
5	1000-1500	N_2^1 в	-5,7 до + ↑	45,0-58,4	17,9-38,2	—//—	—//—	HCO_3+Cl/Na
6	1500-2500	N_1^1 в	-7,0-10,0	69,5-83,6	4,0-34,8	—//—	—//—	Cl+ HCO_3/Na
7	1500-2500	N_2^1 в	-5,0 до + ↑	50,9-71,1	11,3-221,1	—//—	—//—	—//—
8	2500-3500	N_2^1 в	-3,0 + ↑	66,8-78,0	9,7-34,3	—//—	—//—	—//—
Малый Кавказ, Илису-Кяльбаджарский район								
1	25,5-87,0	—	-12,0 до + ↑	56,0-62,0	4,3	нет свед.	SiO_2 , B_2O_3	HCO_3+SO_4/Na
2	173,0-300,0	—	-0,2 до +1,2	55,0-65,0	4,8-6,9	нет свед.	—//—	HCO_3+Cl/Na
3	236,0-365,0	—	-10,0	74,0	6,7	нет свед.	—//—	—//—
4	648,8-662,0	—	-22,0	62,0	5,1	нет свед.	—//—	HCO_3+SO_4/Na

Возникает вопрос, из каких глубин поступают термы и где располагаются очаги их формирования?

О нижней границе гидросферы. Одной из наименее исследованных в современной глубинной гидрогеодинамике является проблема нижней границы гидрогеосферы. На основе обобщения накопленных данных по проницаемости нефтегазовых коллекторов делается вывод о том, что на глубинах до 5 км все еще могут происходить процессы латеральной миграции жидкостей (и прежде всего воды). Считалось, что ниже этих отметок гидрогеологические процессы не протекают, поскольку здесь в условиях высоких геостатических давлений любые толщи горных пород утрачивают свои изначальные емкостные свойства (Вернадский, 1936; Маврицкий, 1971; Бондаренко, 1986 и др.). В работе (Бондаренко, 1986) модель глубинных систем дренажа и стока представляется таким образом, что «осложненные зоны – магматические тела и глубинные разломы – дренируют мантию и одновременно обеспечивают проникновение вглубь вадозных вод, т. е. океанические и континентальные рифты создают условия для восходящего и нисходящего движения воды». Причем движущей силой является в основном различие в плотности жидкостей

в зависимости от их температуры. Выдвинутая в работе (Григорьев, 1954) гипотеза о существовании дренажной оболочки у основания континентальной коры предполагает, что под действием сил гравитации и постепенного увеличения плотности свободной (жидкой) воды образуются нисходящие токи, которые, достигнув дренажной оболочки, вытесняют пар. При этом растворы, нагреваясь до температур 425-450°C, сами переходят в парообразное состояние.

В этой связи интерес представляют данные бурения Кольской (СГ-3) и Саатлинской (СГ-1) сверхглубоких скважин (Боревский и др., 1981; Козловский, 1984; Ализаде, 2000). Исследованиями в Кольской сверхглубокой скважине установлено, что свободные гравитационные подземные воды распространены по всей толще древних глубокометаморфизованных пород протерозоя и архея Печенгского субартезианского бассейна до глубины более 10 км. По химическому составу они являются седиментационными водами, претерпевшими длительную и сложную эволюцию.

Саатлинская скважина СГ-1 глубиной 8263 метра пробурена в восточной части Среднекуринского прогиба на Кюрдамир-Саатлинском выступе, представляющем собой крупную приподнятую глыбу, ограниченную глубинными разломами. В разрезе скважины участвуют от-

ложения от современных до юрских (палеоген отсутствует), подстилающиеся нерасчлененной вулканогенно-осадочной толщей. Скважина не вскрыла поверхность консолидированной коры и не вышла из комплекса мезозойских вулканогенно-осадочных пород (базальты, андезиты, порфириды). Вся вскрытая толща водоносна и складывается из грунтового и десяти напорных водоносных комплексов, гидрогеологические параметры которых сведены в табл. 2. Из таблицы следует, что верхняя четвертичная терригенно-карбонатная водоносная толща мощностью порядка 700 метров сложена из грунтового и трех напорных пластово-поровых водоносных комплексов и формирует верхний гидрогеологический этаж активного водообмена (свободной циркуляции). Ниже до интервала 2830 метров залегает этаж затрудненного водообмена. Далее в габбро-диоритах и андезитодацитах вплоть до забоя скважины (8263 м) залегает зона весьма затрудненного водообмена, сложенная из комплекса маломощных напорных водоносных гори-

зонтов со слабой гидравлической связью между собой. Данная гидрогеологическая зональность относится только к локальному разрезу СГ-1, а для всей подземной гидросферы республики необходимо проведение специальных комплексных геолого-гидрогеологических исследований.

По всему разрезу обращает на себя внимание факт хаотичного изменения степени минерализации вод, что указывает на наличие вертикальной фильтрации в обоих направлениях. Только смешением поступающих сверху пресных инфильтрационных вод с внедренными из глубин высокоминерализованными седиментационными водами можно объяснить хаотичные колебания степени минерализации вод от 0,6 до 213,0 г/л и более в различных интервалах разреза. Так, понижения минерализации вод нижних II, V, VI и VIII водоносных комплексов от 213 г/л до 0,6 г/л четко указывают на смешение их на глубине с пресными инфильтрационными водами. Причем смешения эти возможны только посредством глубинных тектонических разломов.

Таблица 2

Гидрогеологические параметры водоносной толщи, вскрытой
Саатлинской сверхглубокой разведочной скважиной СГ-1

№	Водоносные горизонты и комплексы	Геол. возраст	Интервал залегания (м)	Лит. состав водовмещающих пород K_{ϕ} (м/сут.)	Мощность вод. слоя (м)	Величина напора над кровлей горизонта (м)	Химический состав и минерализация воды
1	Грунтовой	Q_{1-IV}	10-40	Супесь 3-5	30	-	$\underline{Cl-SO_4-Na}$ 10 г/л
2	I НВК	Q_{1-IV}	50-80	Галечники 4,5	30	25 – 45	$\underline{Cl-Na}$ 60 г/л
3	II НВК	N_2^2	120-160	Галечники 15-20	40	75-90	$\underline{Cl-Na}$ 0,6-2,5 г/л
4	III НВК	N_2^2	600-680	Супесь 17-19	80	+36	$\underline{Cl-Na}$ ≈ 20 г/л
5	IV НВК	N_2^2	1500-1550	Песок 2,5	5-10	н.с.	$\underline{Cl-Na}$ 100 г/л
6	V НВК	N_2^3	2200-2220	Алевриты < 1,0	20	н.с.	$\underline{Cl-HCO_3}$ 2,0 г/л
7	VI НВК	N_{21b}	2250-2780	Песчаники 0,04-1,0	4-9	-	$\underline{Cl Na-Ca}$ 6,3-213,03 г/л
8	VII НВК	N_1^2c	2780- 2830	Песчаники $\approx 1,0$	3-6	1900	$\underline{HCO_3+Cl Na}$ 28,0-75,0 г/л
9	VIII НВК	K_1	2830-3150	Базальты $\approx 0,5$	3-7	2137	$\underline{Cl+HCO_3 Na}$ 30,0-60,0 г/л.
10	IX НВК	J_3	5500 -7524	Габбро-диорит н.с.	3-5	1375-1910	$\underline{Cl Na}$ до 100 г/л
11	X НВК	J_2	7556-8200	Андезито-дациты	нет свед.	нет свед.	нет свед.

Теплофизическими исследованиями скважины СГ-1 были определены температуры недр и изменения теплового потока по разрезу вскрываемых пород, а также направление движения подземных вод. Для сравнения полученных результатов были обобщены величины температур, измеренные в глубоких разведочных скважинах Мурадханлы, Джарлы, Мильская, расположенных в пределах Кюрдамир-Саатлинского выступа. Результаты измерения температур сведены в табл. 3. Из таблицы следует, что изменения температур по глубине по всем скважинам резко отличаются друг от друга, несмотря на то, что все они располагаются рядом в пределах единой геолого-тектонической структуры. Например, температура пород 58°C в Мильской, Джарлинской и Саатлинской скважинах выявлена в интервалах глубин соответственно 1950-2500-2890 метров, то есть разница в отметках составляет 550-940 метров. Еще большие амплитуды отмечаются для температур 75°C, 80°C, 105°C (соответственно 1178 м, 1321 м, 1156 м). Данные параметры также указывают на наличие смещения инфильтрационных и седиментационных вод в указанных интервалах, влияющих на геотермические условия толщи пород.

Таблица 3

Результаты измерения температур в скважинах

Глубина замера, м	Температура (°C) в скважине			
	Саатлы	Мурадханлы	Джарлы	Мильская
790	24			
(1950)				(58)
(2500)			(58)	
2625			64	
2705				63
[2822]			[75]	
(2890)	(57)			
2990				66
{3079}			{80}	
3148			88	
3475	67			
3705				85
[4000]	[75]			
4130		110		
{4400}	{81}			
“4494”				“105”
4600		127		
4700	91			
5000	98			
5080	98			
5260	100			
5330	102			
“5650”	“105”			

Из термограммы и графика геотермического градиента скважины СГ-1 следует, что она пересекала разлом в интервале 3200-3400 м, являющемся местом преимущественной разгрузки опускающихся из терригенной формации подземных вод (Боревский, 1981). В целом результаты теплофизических исследований в СГ-1 выявили изменение величины вертикальной компоненты теплового потока по глубине при отсутствии установленных значительных источников генерации или поглощения тепла внутри толщи пород. Это свидетельствует о существовании конвективной составляющей теплового потока и, в частности, о наличии вертикальной фильтрации подземных вод. При этом движение подземных вод направлено вниз, т.е. седиментационные воды осадочных пород опускаются в вулканогенную формацию. Косвенным подтверждением сказанного являются результаты определения величин изотопных сдвигов карбонатов, заполняющих трещины в вулканогенных породах на глубине до 5300 м, указывающие, что источником карбонатного материала служили известняки верхнего мела. Указанные выше аномалии объясняются главным образом смешением в разной степени нисходящих маломинерализованных инфильтрационных вод с внедряющимися высокоминерализованными седиментационными термальными водами посредством глубинных тектонических разломов. Определенную роль в данном случае играет и наличие гидрогеодеформационных полей, активно участвующих как в динамике подземных вод, так и в формировании параметров тепловых потоков (Бондаренко, 1986).

Интерес представляет также и газовый состав термоминеральных вод республики. Естественные источники горно-складчатых областей четко разделяются на две части: Большой Кавказ и Талыш с подавляющей частью источников с азот-метан-сероводородной смесью газов и Малый Кавказ с углекислыми источниками. Известно, что метановые термы формируются исключительно в осадочных отложениях в глубоких частях артезианских бассейнов, в областях развития биохимических процессов и представляют собой древние седиментационные воды с различной степенью минерализации и состава, с примесью инфильтрационных атмосферных вод. Термы эти на достаточных глубинах весьма широко распространены как в платформенных, так и в горно-складчатых областях. Подтверждением тому явились данные газового каротажа в сква-

жине СГ-1, определившие максимальные значения метана (вплоть до ураганных) в интервале 3500 метров и в целом углеводородов на глубине 4650 м, с последующим резким уменьшением с глубиной. При этом граница эта характеризуется сменой осадочных пород мезокайнозой вулканогенно-осадочными отложениями. Углекислые термы образуются в глубинных восстановительных условиях, в областях молодой магматической деятельности в результате поступления в подземные воды CO_2 преимущественно термометаморфического происхождения. В большинстве случаев они рассматриваются не как вулканические выделения, а как результат дегазации углекислых вод (Крайча, 1980; Щербаков, 1968). В скважинах, вскрывших пластово-поровые термы на всех интервалах, подавляющая часть газов (75-85%) состоит из азота, встречающегося, как правило, в погруженных породах. Исходя из гипотезы о существовании дренажной оболочки у основания континентальной коры, следует, что генезис газов (азот-метан-сероводород и углекислый газ), сопутствующих термальным водам, не связан с мантией. Формируются они посредством процессов термометаморфизма в толще осадочных пород, гораздо выше основания континентальной коры, с последующим внедрением в состав термоминеральных вод по пути их миграции по глубинным разломам от очагов формирования.

Коротко о существующих гипотезах механизма подъема термальных вод. Одни ученые отводят гидростатическому напору роль ведущей силы, определяющей движение флюидов в глубоких зонах литосферы. Другие придерживаются теории воздействия гравитационного поля Земли, имеются также сторонники теории эрлифта с участием газового фактора. В целом данная проблема требует специальных исследований, однако газовый фактор терм, даже при весьма высокой их газонасыщенности, не может влиять на больших глубинах на условия их циркуляции, так как при высоких давлениях все газы, как правило, находятся в водах в растворенном виде, в связи с чем возможность эрлифта полностью отпадает. Более обоснованными, по нашему мнению, являются представление о механизме подъема термальных вод с больших глубин (гораздо глубже 10 км) посредством выбросов флюидов под большим давлением по глубинным разломам из магматической оболочки земной коры совместно с геостатическими силовыми полями геосферы, а также и механизм термоконвекции, возникающий в области температурного воздействия от магматической камеры.

Выводы

- Подземная гидросфера горно-складчатых областей состоит главным образом из трещинно-жильных вод инфильтрационного генезиса, в пределы которых в зону активного водообмена (максимальной мощностью 1500-1800 м) и затрудненного (глубокого) подземного стока по глубинным тектоническим разломам внедряются высоко минерализованные седиментационные напорные термальные воды, выклинивающиеся на земную поверхность в виде восходящих источников. Степень минерализации и температура вод источников отражают результат смешения инфильтрационных и седиментационных вод. Важно отметить, что газовый состав вод Большого Кавказа и Талыша складывается в основном из смеси метана, азота и сероводорода, а на Малом Кавказе – воды повсеместно углекислые.
- Подземная гидросфера предгорных равнин и низменностей также складывается из залегающего сверху этажа активного водообмена мощностью порядка 200-1700 метров и состоящей из инфильтрационных пластово-поровых вод осадочной четвертичной – неоген-палеогеновой водоносной толщи. По данным скважины СГ-1 мощность активной зоны здесь составляет порядка 700 метров. Ниже до интервала 2830 метров залегает этаж затрудненного водообмена, сложенный из мало-мощных водоносных коллекторов неогена. Подстилается данная толща водоносными коренными породами зоны весьма затрудненного водообмена (глубокого подземного стока), она исследована на максимальную глубину до 8263 метров и сложена из пород мела и юры.
- Благодаря высоким коллекторским параметрам водовмещающих пород зон активного и затрудненного водообмена осадочной толщи, здесь сформировались многослойного строения подземные бассейны обычно высоконапорных и самоизливающихся вод с пьезометрическими уровнями над кровлей горизонтов в пределах от 1375 м до 2137 м, местами выше земной поверхности на +40 м. Термальные воды вскрываются уже с глубин 200 метров и встречаются по всему разрезу. Важно отметить, что если и отмечается в целом тенденция увеличения с глубиной температур, одновременно выявляются и многочисленные аномальные участки с понижением их в плане и в разрезе всей водоносной толщи. Еще более пестрый характер в пространственном распределении термальных

вод наблюдается по степени минерализации, часто выявляются аномальные участки с резкими понижениями с глубиной степени минерализации с различными векторами.

- Приведенные выше факторы позволили констатировать, что в зону активного водообмена трещинно-жильных и пластово-поровых вод из более глубоких слоев коренных пород по глубинным тектоническим разломам внедряются напорные высоко минерализованные термальные воды из подстилающих коренных пород кристаллического фундамента. Внедряясь в верхние гидрогеологические этажи, они в разной степени смешиваются с нисходящими холодными пресными инфильтрационными водами, что и объясняет широкий разброс температур и степени минерализации термальных вод в плане и разрезе подземной гидросферы республики. Причем разломы служат проводниками как холодных инфильтрационных, так и термальных вод.
- Генезис газов (азот-метан-сероводород и углекислый газ), сопутствующих термальным водам, не связан с мантией. По данным скважины СГ-1 формируются они посредством процессов термометаморфизма в надкристаллической толще осадочных пород гораздо выше основания континентальной коры в интервале 3500-4650 метров и смешиваются с термальными водами по пути их миграции в тектонических разломах.
- Газовый фактор терм, даже при весьма высокой их газонасыщенности, не влияет на больших глубинах на условия их циркуляции, так как при высоких давлениях все газы, как правило, находятся в водах в растворенном виде, в связи с чем возможность эрлифта полностью отпадает. Подтверждается предпосылка В.И.Вернадского, утверждавшего, что «...горячий водяной пар в областях метаморфической и магматической оболочек земной коры – это не только могучий фактор метаморфизации, его силой поднимаются к земной поверхности огромные массы воды и расплавленная магма» (Вернадский, 1936).
- С уверенностью можно предположить, что термальные воды республики тесно связаны с флюидами, поступающими по глубинным тектоническим разломам из континентальной магмы. Однако недостаточность данных о глубине залегания кристаллического фунда-

мента не позволяет в настоящее время определить интервалы залегания очагов формирования терм на территории республики.

ЛИТЕРАТУРА

- АВЕРЬЕВ, В.В. 1966. Гидротермальный процесс в вулканических областях и его связь с вулканической деятельностью. В сб: *Современный вулканизм*. Наука. Москва.
- АЛИ-ЗАДЕ, Ак.А. (под ред.). 2008. Геология Азербайджана. Том VIII – Гидрогеология и инженерная геология. Nafta-Press. Москва. 380с.
- АЛИЗАДЕ, Ак.А. (под ред.). 2000. Саатлинская сверхглубокая СГ-1. Nafta-Press. Баку. 288с.
- АСКЕРОВ, А.Г. 1954. Минеральные источники Азербайджанской ССР. Изд-во АГУ. Баку. 334с.
- БАБАЕВ, А.М. 2000. Минеральные воды горно-складчатых областей Азербайджана. Чашыоглу. Баку. 384с.
- БОНДАРЕНКО, С.С. (под ред.) 1986. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод. Недра. Москва. 479с.
- БОРЕВСКИЙ, Л.В. и др. 1981. Совершенствование опробования и гидрогеологических исследований сверхглубоких скважин на Кольском полуострове и Азербайджанской ССР. Фонды ВСЕГИНГЕО. Пос. Зелёный. 73с.
- ВЕРНАДСКИЙ, В.И. 1936. История минералов земной коры. Т. II – История природных вод. Ч 1, вып. III. ОНТИ.
- КАШКАЙ, М.А. 1952. Минеральные источники Азербайджана. Изд-во АН Азерб ССР. Баку. 503с.
- ГРИГОРЬЕВ, С.М. 1954. О процессах образования и свойствах горючих ископаемых. Изд-во АН СССР. Москва.
- ИВАНОВ, В.В. 1952. О происхождении и классификации современных гидротерм. *Геохимия*, 10.
- КЕНГЕРЛИНСКАЯ, Г.Б. 1973. Объяснительная записка к карте термальных вод Азербайджанской ССР. ВСЕГИНГЕО. Москва. 155с.
- КОЗЛОВСКИЙ, Е.А. (под ред.). 1984. Кольская сверхглубокая. Недра. Москва. 490с.
- КРАЙЧА, Я. 1980. Газы в подземных водах. Недра. Москва. 343с.
- МАВРИЦКИЙ, Б.Ф. 1971. Термальные воды складчатых и платформенных областей СССР. Наука. Москва.
- МЕХТИЕВ, Ш.Ф., МИРЗАДЖАН-ЗАДЕ, А.Х. 1960. Тепловой режим нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. Азернешр. Баку.
- ТАГИЕВ, И.И., ИБРАГИМОВА, И.Ш., БАБАЕВ, А.М. 2001. Ресурсы минеральных и термальных вод Азербайджана. Чашыоглу. Баку. 167с.
- ЩЕРБАКОВ, А.В. 1968. Геохимия термальных вод. Наука. Москва. 283с.
- ƏLİQULİYEV, R.İ., İSMAYİLOVA, M.M., ƏLİQULİYEV, A.R. 2002. Naxcivan Muxtar Respublikasının mineral suları. Mütərcim. Bakı. 223s.
- ƏLİYEV, S.A. ƏLİYEV, Z.Ə. 2011. Cənubi Xəzər hövzəsinin istilik sahəsi. Elm. Bakı. 226s.
- İSRAFİLOV, Y.H. və b. 2011. Azərbaycan Respublikasının mineral suları atlasının tərtibi. ETİ-nin hesabı. AMEA Gİ fondu. Bakı. 120s.

Рецензент: д.г.м.н. В.Ю.Лаврушин