Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIV, № 4, 86—92, 1981

УДК 553.7(479.25)

Г. И. БУАЧИДЗЕ

К ВОПРОСУ ГЕНЕЗИСА ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

В статье в результате обобщения и анализа материалов исследования спонтанных газов основных месторождений минеральных вод Армянской ССР дается схема формирования этих вод и указывается на большую интенсивность глубинных метаморфических процессов

Армения является классической областью вулканизма, с которым связывается ее богатство углекислыми минеральными водами. У нас в стране она характеризуется наибольшим (после Камчатки) термальным напряжением недр и обладает громадными запасами углекислого газа. В силу этого обстоятельства, а также из-за многообразия ее геологического строения, изучение природных газов Армении имеет не только большое практическое, но и теоретическое значение. По этому вопросу проводилось значительное количество попутных исследований, и лишь три работы [2, 12, 14] посвящены специально газоносности Армении. Наиболее полная сводка приводится Н. Н. Долухановой [11].

В последнее время при изучении газоносности Армении представилась возможность применить современные методы исследования: хроматографические—для анализа газов и масс-спектрометрические—для определения изотопного состава углерода. Были опробованы главнейшие месторождения минеральных вод и некоторые характерные выходы, исключая газопроявления горючих газов.

Анализ производился по комплексной методике [5] на хроматографах «Луч» и «Цвет». Определялись следующие компоненты: CO_2, O_2, N_2, CH_4, тяжелые углеводороды, H_2 Ar, He. Чувствительность (минимальные концентрации) составляла $2\cdot10^{-5}$—$2\cdot10^{-2}$%; погрешность рассчитывалась для каждой серии отдельно и равнялась 0,1—1,0% относительных.

Для подземных вод, исключая грунтовые, в большинстве случаев свободный кислород считается чуждым элементом. И действительно, кроме Араратских и Арагацких источников, он нигде не встречается в количествах, больших, чем 1%. Поэтому мы считали его частью воздуха, попавшего в пробу во время отбора и, вместе с пропорциональным количеством азота и инертных газов, исключали из анализа.

С учетом особенностей методики исследований полностью углекислыми можно считать спонтанные газопроявления следующих месторож-

дений минеральных вод: 1) Джермук (скв. 7,1—К, нижний источник); 2) Анкаван (скв. 4,1/63, 3/63); 3) Дилижан (скв. 2,32); 4) Камо (скв. 1/53-К); 5) Личк (Мартуни) (скв. 1 и 2 на территории разливочного завода). Малые примеси азота имеются в Джермуке (скв. 30/62—0,2%); Арзни (скв. 3/62—0,5%); Кироваканс (скв 1—0,9%, 2—3%, 3—3,8%); Камо (скв. 2—4,2%). Количество аргона составляет—0,01—0,2%, гелия—0,001—0,015%. Метан, тяжелые углеводороды, водород и неон в исследованных газопроявлениях не обнаружены.

Данные анализов позволяют провести сравнительное геохимическое исследование газов Армении и Грузии. Для этого используем значения генетического $a = \frac{Ar \cdot 100}{N_2 \cdot 1,18}$ и возрастного $K_г = He/Ar$ коэффициентов. Для углекислых газов Армении, так же как и Грузии [3], в тех случаях, когда отсутствуют примеси метана, значение a всегда больше единицы, что указывает на атмосферное происхождение примеси азота. Это обстоятельство указывает на наличие в минеральных водах части пресных современных вод, имеющих в своем составе растворенный атмосферный азот, который затем в процессе метаморфизма (изменения условий) выделяется в спонтанную фазу.

Показатель возраста (гелий-аргоновое отношение) изменяется в пределах $K_г$=0,1—0,2, что полностью совпадает со значениями для газов Боржомской группы [3] и указывает на «средний» возраст большинства углекислых ассоциаций Армении.

Очень интересным представляются газопроявления Араратских и Арагацких источников. Эти последние представляют по существу пресные холодные воды лавовых потоков, которые насыщаются поступающим снизу углекислым газом—в этой области отмечаются и сухие выходы CO_2. Из-за редких изменений условий количество атмогенного азота в спонтанной фазе доходит до 20%, величина $a>1$ и значение $K_г$ = 0,001 приближается к атмосферному.

Более сложная картина рисуется в Араратской долине. Интересной чертой этих газопроявлений следует считать присутствие в спонтанной фазе значительных (до 5—10%) количеств кислорода. Косвенно это обстоятельство подтверждается и старыми исследованиями [11], где в анализах газов сумма всех компонентов составляет 93—97%. После исключения растворенного воздуха состав Араратских газов (источник и скв. Ахгел) выглядит так: CO_2—45%, N_2—54%, Ar—1,01%, He—0,01%. Генетический коэффициент a=1,6, что указывает на атмосферное происхождение азота. Эти данные позволяют предположить следующую схему генезиса Араратских вод. Углекислота и гелий вместе с водами, обогащенными микрокомпонентами, поднимаются по Араратскому разлому, где смешиваются с атмогенными субтермальными водами Араратского артезианского бассейна, насыщенными азотом. Третья составляющая представлена грунтовыми водами с растворенным воздухом

(часть кислорода тратится на окислительные процессы), которые формируются в непосредственной близости от выходов. Этой генетической модели соответствуют общая низкая минерализация, характер химизма и режим вод, а также «небольшой» возраст газовой ассоциации ($K_г$=0,01). Воды с аналогичными параметрами (но чаще без углекислоты) широко распространены в вулканогенных отложениях среднего эоцена Аджаро-Триалетской системы [3].

Наибольший интерес представляет вопрос генезиса углекислоты. Общепризнанным считается его связь с процессами вулканизма и сопутствующего метаморфизма; роль последнего в генерации CO_2 оценивается различными исследователями по-разному. Объективными критериями при решении этих вопросов могут служить данные изотопного состава углерода CO_2. Работами [8, 10] доказана общность углерода эндогенной CO_2 с углеродом мантии. При этом, на основании многих данных, Э. М. Галимов за среднее значение принимает δC^{13}=—0,7% [10]. В результате работ, проведенных в Грузии, были выявлены случаи аномального «облегчения» и «утяжеления» углерода CO_2. Было высказано предположение, что последнее вызывается интенсивным развитием метаморфических процессов, в результате которых образуется CO_2, наследующая углерод осадочного комплекса, обогащенный C^{13} [4]. И действительно, были обнаружены такие крайние случаи, когда газопроявления в гранитах имели δC^{13}=—1,2% (только эндогенная составляющая), а в области развития карбонатных пород δC^{13} имела положительные значения. С такой точки зрения, весьма интересным представляется территория Армении, где углекислые газы распространены в самых различных геологических условиях. Исследования проводились по методике, описанной в [4]; результаты приведены в табл. 1.

Первое, что бросается в глаза,—это общее «утяжеление» углерода CO_2 для всех главнейших месторождений углекислых минеральных вод. Второе, не менее важное обстоятельство,—это отсутствие прямой связи изотопного состава CO_2 с характером структур вулканизма и литологии месторождений. Сходные значения δC^{13} имеют газы таких месторождений как Арзни и Арарат; очень большая разница в геологическом строении Дилижанского и Анкаванского месторождений, имеющих равные изотопные составы CO_2.

Оба отмеченных обстоятельства указывают на большую интенсивность процессов метаморфизма на всей территории Армении, при которых генерируется CO_2, «утяжеляющая» изотопный состав углекислых газов. При этом совсем не обязательно наличие «чисто» карбонатных отложений. Как показали Н. Г. Киссин и С. И. Пахомов [13], интенсивное образование CO_2 происходит и в толщах с небольшим количеством карбонатов. Работы Г. С. Вартаняна [6] и других исследователей [13] дают основание предполагать, что процесс выделения CO_2 при метаморфизме начинается при достаточно низких температурах (до 100°С). В этом отношении территория Армении находится в особо

благоприятных условиях из-за высокой термической напряженности недр.

Принятая концепция генезиса углекислоты предполагает наличие связи изотопного состава углерода CO_2 с общим геотектоническим строением региона. В условиях Грузии эта связь маскируется вторичными процессами, хотя единичные факты и отмечаются. Для территории Армении, на наш взгляд, можно выявить подобную закономерность, если

Таблица 1

№№ п/п	Месторождения	№№ скважин (название источников)	δC^{13}, %	Среднее δC^{13}, % для месторождения
1	Дилижан	2/32	—0,21	—0,21
2		4	—0,20	
3	Анкаван	1/63	—0,19	—0,20
4		3/63	—0,22	
5	Камо	1/53 к	—0,45	—0,46
6		2	—0,47	
7		3/62	—0,36	
8	Арзни	15/63	—0,35	—0,37
9		15/64	—0,40	
10	Джермук	1—к	—0,18	
11		30/62	—0,22	
12		7	—0,17	—0,20
13		нижний источник	—0,22	
14	Арарат	главный грифон	—0,34	—0,34
15	Сомхетская	Ах-керпи	—0,06	+0,02
16	группа	Волчьи ворота	—0,09	
17		1 (у бани)	—0,03	
18	Кировакан	2 (у Автогенмаша)	—0,07	—0,02
19		3 (у Вокзала)	+0,05	

рассматривать вопросы геотектоники в аспекте возраста складчатости [9]. Сравнение изотопного состава углерода CO_2 по областям с различным возрастом складчатости показывает наличие небольшой, но значимой разницы в изотопном составе (табл. 2). Малая величина разницы обусловлена небольшим разбросом значений δC^{13}, характерным для всей территории Армении. В то же время значимость разницы подтверждается статистической обработкой данных.

Закономерным выглядит факт утяжеления изотопного состава углерода CO_2 с увеличением возраста складчатости. При этом CO_2 с более тяжелым изотопным составом углерода будет приурочено к областям с более древним возрастом складчатости, где длительный процесс метаморфизма вызывает общее утяжеление изотопного состава. Можно предположить, что это положение затрагивает и вторичные расплавы, летучие которых будут обогащены тяжелым изотопом углерода.

В раннеальпийской области складчатости в результате процесса регионального метаморфизма доля тяжелой CO_2 значительно превалирует над сравнительно легкой (мантийной) CO_2. А. Т. Асланян, рассматривая генезис углекислого газа Армении, указывал, что он «образовался, в основном,...в результате регионального метаморфизма известковистых образований» [1]. В то же время Г. С. Вартанян характеризует модуль подземного стока углекислых вод (и углекислоты) как в 5—10 раз превышающий в области позднеальпийской складчатости по сравнению с раннеальпийской [7]. Н. Н. Долуханова указывает на «затухающий характер разломов, могущих подавать глубинный хлор» для раннеальпийской области складчатости [11]. Эти же разломы являлись путями для подъема мантийного CO_2, доля которого также уменьшалась. Чем меньше общий возраст складчатости, тем меньше изменений вносится в изотопный состав углерода и тем ближе состав CO_2 приближается к глубинному (мантийному). Хотя необходимо подчеркнуть, что, по изотопным данным, в целом на территории Армении процессы метаморфизма очень интенсивны в течение всего альпийского периода.

Таблица 2

№№ п/п	Области складчатости	Месторождения	Среднее δC^{13}, % для месторождения	Среднее δC^{13}, % для области
1	Раннеальпийская	Сомхетская группа Кировакан	+0,02 −0,02	0,00
2	Среднеальпийская	Анкаван Джермук Дилижан	−0,20 −0,20 −0,21	−0,20
3	Позднеальпийская	Камо Арзни Арарат	−0,46 −0,37 −0,34	−0,39

Заключая, можно констатировать: применение масс-спектрометрического и хроматографического методов анализа позволило провести сравнительное геохимическое исследование газов Грузии и главнейших месторождений минеральных вод Армении. В последних выделяются «чисто» углекислые струи для таких месторождений, как Джермук, Анкаван, Дилижан, Камо, Личк (Мартуни), которые имеют сходный с Боржомским «средний» возраст. Азот в углекислых ассоциациях Армении имеет атмосферное происхождение; аргон парагенетичен азоту, а гелий связан с углекислыми струями; метан, тяжелые углеводороды, водород и неон в исследованных газопроявлениях не обнаружены. Геохимические данные подтверждают трехкомпонентную схему формирования газов минеральных вод Араратской долины, имеющих «небольшой» возраст, аналогичный с некоторыми газовыми ассоциациями Аджаро-Триалетии. Уг-

лекислота, связанная с вулканическими процессами, предполагается двух генераций: глубинная (мантийная) и метаморфическая с более тяжелым углеродом. По изотопным данным, для всей территории Армении характерно общее «утяжеление» углерода CO_2, что должно указывать на большую интенсивность метаморфических процессов.

Выявлена закономерная связь изотопного состава углерода CO_2 с геотектоническим строением (возрастом окладчатости) исследованной территории.

Сектор гидрогеологии и инженерной
геологии АН Гр.ССР

Поступила 16.XII.1980.

Գ. Ի. ԲՈՒԱՉԻՁԵ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՏԱՐԱԾՔԻ ԲՆԱԿԱՆ ԳԱԶԵՐԻ ԾԱԳՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ

Ամփոփում

Հայկական ՍՍՀ հանքային ջրերի հիմնական հանքավայրերի ինքնատրոհվող գազերի ուսումնասիրման նյութերի քննարկման և ընդհանրացման հիման վրա տրվում է այդ ջրերի առաջացման ուրվագիծը, ինչպես նաև ցույց է տրվում խորքային մետամորֆիկ պրոցեսների մեծ ինտենսիվությունը։

G. I. BUACHIDZE

ON THE PROBLEM OF NATURAL GAS ORIGIN OF THE ARMENIAN SSR TERRITORY

Abstract

The summarizing and analysis of the Armenian SSR mineral waters deposits main spontaneous gas investigation materials allows the author to offer a scheme of these waters formation as well as to point out the great intensity of depth metamorphical processes.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
2. *Бозоян О. А.* Газоносность минеральных вод Армянской ССР. К изучению кур. ресур. Азерб., Арм. и Груз. ССР, Тбилиси, 1954.
3. *Буачидзе Г. И.* К вопросу о геохимической характеристике природных газов бассейна верхнего течения р. Куры. Тр. НИЛ гидрогеологических и инженерно-геологических проблем, № 2, Тбилиси, 1963.
4. *Буачидзе И. М., Буачидзе Г. И., Тевзадзе И. Т.* Изотопный состав углерода CO_2 углекислых вод Грузии. Геохимия, № 6, 1972.

5. *Буачидзе Г. И., Окрапиридзе Ц. М., Чкоидзе Н. А.* Использование хроматографических методов при комплексном анализе природных газов. Материалы Всесоюзного хроматографического совещания, Тбилиси, 1973.
6. *Вартанян Г. С.* Роль процессов регионального метаморфизма в формировании некоторых типов минеральных вод и их провинции. Бюлл., МОИП, отд. геол., т. XLIII, вып. 3, 1968.
7. *Вартанян Г. С.* К формированию трещинно-жильных водонапорных ситем в горно-складчатых регионах. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. TLVIII, вып. 6, 1973.
8. *Виноградов А. П., Кропотова О. И., Устинов В. И.* Возможные источники углерода природных алмазов по изотопным данным. Геохимия, № 6, 1965.
9. *Габриелян А. А., Адамян А. И., Акопян В. Т., Вегуни А. Т., Арзуманян С. К., Саркисян О. А., Симонян Г. П.* Тектоническая карта Армянской ССР. «Митк», Ереван, 1968.
10. *Галимов Э. М.* Геохимия стабильных изотопов углерода. «Недра», М., 1968.
11. Геология Армянской ССР, т. IX, Минеральные воды, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1969.
12. *Гуревич М. Г., Кац Г. В.* Геохимическая характеристика природных газов Армении. Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. наук, № 2, т. XII, 1959.
13. *Киссин И. Г., Пахомов С. И.* К геохимии углекислоты в глубоких зонах подземной гидросферы. Геохимия, № 4, 1969.
14. *Флоренский А. А.* Природные газы Армении и Нахичеванского края. Ереван, 1932.