

Член-корреспондент АН СССР Ю. П. БУЛАШЕВИЧ, П. И. ЧАЛОВ,
Т. В. ТУЗОВА, В. М. АЛЁХИНА, К. И. МЕРКУЛОВА, Н. А. СВЕТИЧНАЯ

ИЗБЫТОК ^{234}U И СОДЕРЖАНИЕ He В ВОДАХ РАЗЛОМОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ КИРГИЗИИ

Для выявления разломов земной коры используется определение содержания He в подземных водах. Широкое применение этот метод получил после детальных исследований его информативности (¹⁻⁶). Наиболее надежные результаты он дает в тех случаях, когда пробы вод для анализов отбираются из достаточно глубоких скважин. Последнее условие, весьма желательное для получения однозначной информации, во многих случаях выполнить невозможно, поскольку необходимая сеть скважин есть только в густо населенных районах.

Использование гелиевого метода для изучения естественных выходов подземных вод приводит к неоднозначности интерпретации полученных результатов, особенно в тех случаях, когда при подходе вод разломов к земной поверхности возникают условия для существенных потерь He (например, в зоне дробления пород или в рыхлых отложениях). Чтобы получить информацию о наличии или отсутствии разломов в этих условиях необходимы другие радиологические или иные показатели, которые не меняются или меняются несущественно при движении вод в повейших отложениях.

Наиболее устойчивыми показателями такого рода могут оказаться изотопные отношения, особенно отношения изотопов одного и того же элемента. В качестве такого параметра нами исследовано отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$.

Чтобы проверить пригодность указанного параметра для выявления вод разломов земной коры выполнены исследования, включающие следующие этапы:

1. Сопоставление содержания He и отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в наиболее представительных источниках вод разломов — достаточно глубоких скважинах термальных вод Северной Киргизии.

2. Сравнение изменений указанных параметров для одних и тех же разломов, выходящих в одном случае из глубокой скважины, в другом — естественным путем.

3. Исследование временных вариаций содержания He и отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах разломов.

4. Изучение избытка ^{234}U в водах, имеющих фоновые концентрации He , но по геологическим данным относящихся к водам разломов.

Исследования выполнены на источниках вод разломов северного склона Киргизского хребта; зоны разломов Чон-Кеминского грабена; узла сопряжений Киргизского, Чон-Кеминского и Терскойского разломов; Терскойского разлома; Джергалаанского прогиба и Южно-Кунгейского разлома (^{7, 8}). Описание источников приведено в работах (^{9, 10})

При выполнении первого из этапов изучено содержание He и отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах термальных скважин ущелья Аламедин и курорта «Иссык-Ата» (разломы северного склона Киргизского хребта), ущелья Джуюкучак, курорта «Джеты-Огуз» и санатория «Ак-Су» (Терскойский разлом), курорта «Джергалаан» (Джергалаанский прогиб). Результаты этих исследований сведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание Не и отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах разломов
Северной Киргизии

№№ п.п.	Местонахождение и название источника	Не, 10^{-3} об. %	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ед. акт.
Зона разломов северного склона Киргизского хребта			
1	Ущелье Аламедин, скв. № 915	$8,0 \pm 0,1$	$1,34 \pm 0,05$
2	р. Аламедин выше скв. № 915	$\leq 0,5$	$1,09 \pm 0,01$
3	Курорт «Иссык-Ата», скв. № 1	$6,2 \pm 0,3$	$1,50 \pm 0,03$
4	» » » 2	$3,8 \pm 0,5$	$1,46 \pm 0,04$
5	» » » 3	$4,4 \pm 0,2$	$1,36 \pm 0,04$
6	» » » 3к	$3,9 \pm 0,3$	$1,61 \pm 0,07$
7	» » » 6к	$3,1 \pm 0,2$	$1,46 \pm 0,04$
8	» » » 7	$3,1 \pm 0,6$	$1,31 \pm 0,03$
9	р. Иссык-Ата выше скважин	$\leq 0,5$	$1,03 \pm 0,02$
10	Курорт «Иссык-Ата», грунтовые воды	$\leq 0,5$	$1,06 \pm 0,01$

Зона Терскойского разлома

11	Ущелье Джуукучак, термальная скважина	$6,0 \pm 0,3$	$1,52 \pm 0,04$
12	р. Джуукучак выше термальной скважины	$\leq 0,5$	$1,23 \pm 0,02$
13	Курорт «Джеты-Огуз», скв. № 1к	62 ± 3	$1,59 \pm 0,04$
14	» » » 5	92 ± 10	$1,51 \pm 0,08$
15	» » » 6	173 ± 15	$2,61 \pm 0,09$
16	» » » 15	25 ± 3	$3,73 \pm 0,07$
17	» » » 18	20 ± 3	$2,91 \pm 0,05$
18	» » » 20	87 ± 1	$3,10 \pm 0,14$
19	» » » 10		
	(грунтовые воды)	$\leq 0,5$	$1,50 \pm 0,02$
20	р. Джеты-Огуз у курорта	$\leq 0,5$	$1,27 \pm 0,01$
21	Санаторий «Ак-Су», скв. № 2	$1,6 \pm 0,1$	$1,53 \pm 0,03$
22	» » » № 2	$2,8 \pm 0,2$	$1,72 \pm 0,08$
23	» » » № 3	$4,8 \pm 0,5$	$1,61 \pm 0,06$
24	р. Ак-Су ниже санатория	$\leq 0,5$	$1,12 \pm 0,03$

Джергаланский прогиб

25	Курорт «Джергалан», термальная скважина	$0,8 \pm 0,1$	$1,60 \pm 0,07$
26	» » грунтовые воды	$\leq 0,5$	$1,20 \pm 0,02$
27	р. Джергалан ниже курорта	$\leq 0,5$	$1,23 \pm 0,01$

Таблица 2

Содержание Не и отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ для скв. № 915
и естественных выходов термальных вод ущелья Аламедин

№№ п.п.	Местонахождение и название источника	Не, 10^{-3} об. %	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ед. акт.	U, 10^{-6} г/л
1	Скв. № 915 (глубина 450 м, начало водозабора с глубины 250 м)	$8,0 \pm 0,1$	$1,34 \pm 0,05$	$0,20 \pm 0,04$
2	Левый борт р. Аламедин, родник верхний	$2,4 \pm 0,3$	$1,30 \pm 0,01$	13 ± 1
3	То же, родник средний	$1,0 \pm 0,2$	$1,29 \pm 0,01$	13 ± 1
4	То же, родник нижний	$1,3 \pm 0,1$	$1,28 \pm 0,01$	17 ± 2
5	Правый борт р. Аламедин, родник верхний	$0,7 \pm 0,1$	$1,35 \pm 0,01$	$7,9 \pm 0,2$
6	То же, родник нижний	0,5	$1,31 \pm 0,01$	$7,9 \pm 0,2$
Среднее (по Не — для №№ 2–5, по остальным параметрам — для №№ 2–6)		$1,3 \pm 0,5$	$1,31 \pm 0,02$	$11,8 \pm 3,1$

Приведенные данные показывают, что наиболее представительные источники вод разломов Северной Киргизии, наряду с повышенным содержанием He, на фоне поверхностных и грунтовых вод имеют повышенное отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Следовательно, последний параметр также можно рассматривать как характерный показатель принадлежности исследованных вод к водам разломов.

Чтобы проверить, насколько эти параметры меняются при движении вод разломов в новейших отложениях, проведено их сравнение для вод скв. № 915 и естественных выходов аламединских термальных вод. Результаты этого сравнения приведены в табл. 2.

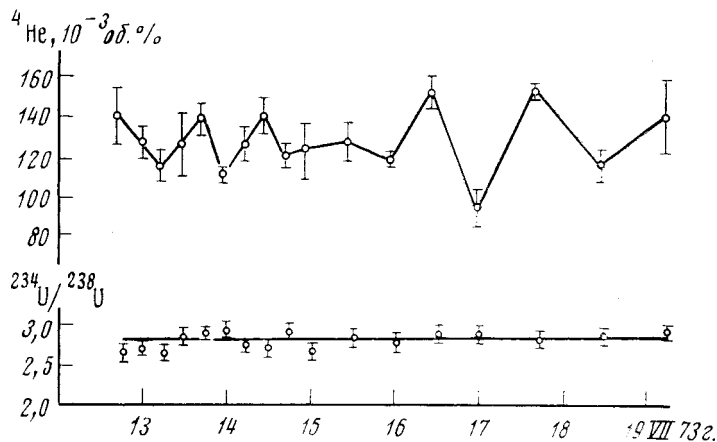


Рис. 1. Временные вариации содержания He и отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ для термальных вод курорта «Джеты-Огуз» (скв. № 6)

Полученные результаты показывают, что при движении вод разломов в зоне дробления пород и рыхлых отложениях (с глубины не менее 250 м от земной поверхности) в них остается в среднем лишь 16% He, а в некоторых случаях его концентрация уменьшается до фоновой. Отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в водах разломов при этом практически не изменяется, хотя они обогащаются U в среднем в 60 раз (максимально в 85 раз). Следовательно, избыток ^{234}U в водах разломов при движении последних в новейших отложениях является более устойчивым параметром, чем содержание He в них.

Для сравнения стабильности содержания He и отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ во времени проведены недельные измерения обоих параметров в скв. № 6 термальных вод Джеты-Огуза, результаты которых показаны на рис. 1. Из приведенных данных видно, что содержание He в водах скважины в течение недели существенно меняется (в 1,6 раза от минимального значения), тогда как избыток ^{234}U в пределах ошибок измерений остается постоянным.

Таким образом, отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$: 1) имеет повышенное значение для выявления вод разломов на фоне поверхностных и грунтовых вод района исследования; 2) практически не меняет величину при движении вод разломов в зоне дробления пород и рыхлых отложениях, когда содержание может уменьшаться до фоновой; 3) устойчиво для одного и того же источника вод разломов во времени.

Эти выводы говорят о том, что повышенное — на фоне поверхностных и грунтовых вод — отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, наряду с повышенным содержанием He, является характерным показателем вод разломов, который может быть использован для их идентификации даже при естественных выходах вод.

Использование этого показателя позволило выявить на территории Северной Киргизии 15 источников вод разломов из 19 исследованных, имеющих фоновые концентрации He , но по геологическим данным относящихся к водам разломов.

Институт физики и математики
Академии наук КиргССР
Фрунзе

Поступило
17 IV 1975

Институт геофизики
Уральского научного центра Академии наук СССР
Свердловск

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Ю. П. Булашевич, В. Н. Башорин, ДАН, т. 193, № 3, 573 (1970). ² Ю. П. Булашевич, В. Н. Башорин, ДАН, т. 201, № 4, 840 (1971). ³ Ю. П. Булашевич, В. Н. Башорин и др., ДАН, т. 208, № 4, 825 (1973). ⁴ Ю. П. Булашевич, Е. А. Любимова и др., ДАН, т. 212, № 3, 597 (1973). ⁵ В. Н. Никонов, Ю. Г. Осипов и др., Изв. АН СССР, сер. геологич., № 8, 79 (1973). ⁶ О. М. Розен, И. Н. Яницкий, ДАН, т. 216, № 2, 401 (1974). ⁷ Л. И. Турбин, Сб.: Активизированные зоны земной коры, М., 1964. ⁸ В. И. Кнауф, Физика Земли, № 7, 35 (1973). ⁹ Н. И. Караева, З. И. Мельникова и др., Подземные минеральные воды Киргизской ССР, Фрунзе, 1969. ¹⁰ Сб.: Термы и газы Тянь-Шаня, М.-Л., 1938.