

Е. К. МАРХИНИН, Л. И. БОЖКОВА

ЗАВИСИМОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ОТ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И ХИМИЗМ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ПОДНОЖИЯ ВУЛКАНА МЕНДЕЛЕЕВА В 1965—1966 ГГ.

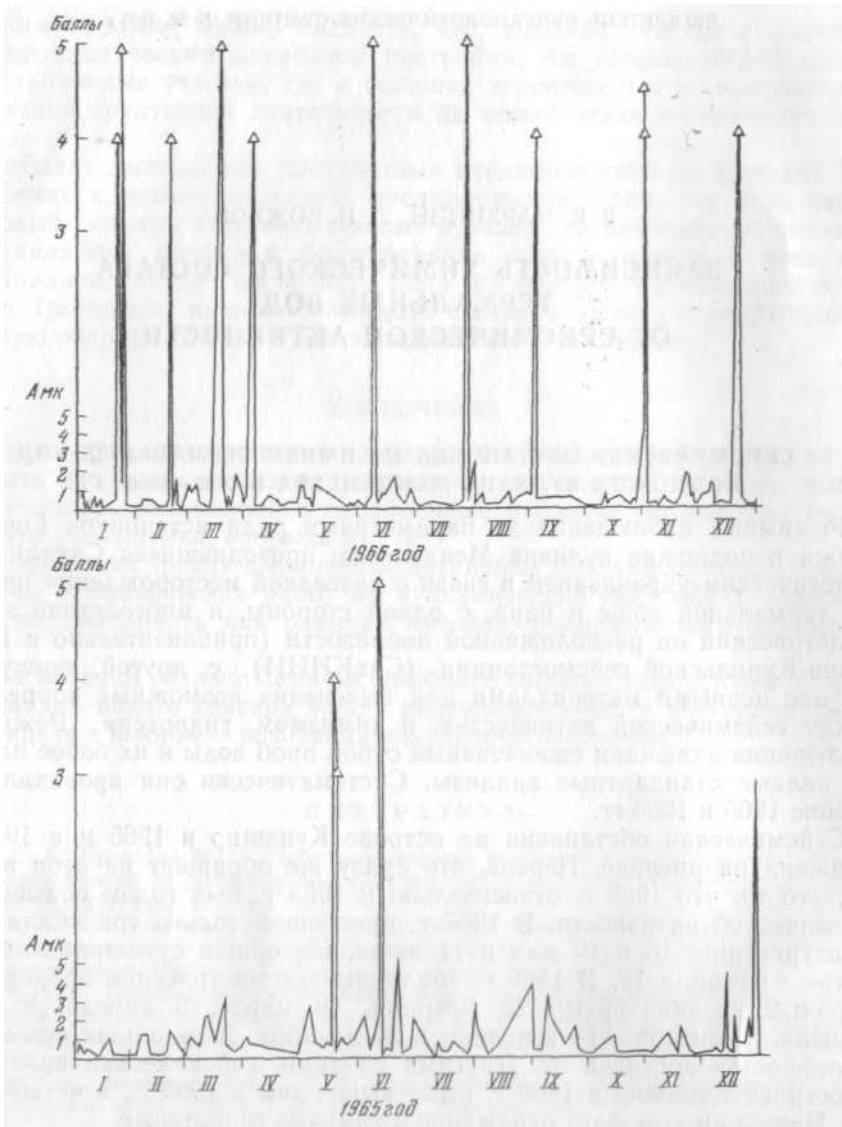
Режимные наблюдения за параметрами ряда источников Горячего Пляжа и подножия вулкана Менделеева, проводившиеся Сахалинским геологическим управлением в связи с разведкой месторождения природной термальной воды и пара, с одной стороны, и многолетние записи землетрясений на расположенной поблизости (приблизительно в 10 км) Южно-Курильской сейсмостанции (СахКНИИ), с другой, послужили для нас первыми материалами для выяснения возможных корреляций между сейсмической активностью и химизмом гидротерм. Режимные наблюдения включали ежемесячный отбор проб воды и их более или менее полные стандартные анализы. Систематически они проводились в течение 1965 и 1966 гг.

Сейсмическая обстановка на острове Кунашир в 1965 и в 1966 гг. отражена на рисунке. Первое, что сразу же обращает на себя внимание, это то, что 1966 г. относительно к 1965 г. был годом повышенной сейсмической активности. В 1965 г. произошло только три «балльных» землетрясения: 18 и 19 мая и 11 июня. Их общая суммарная «балльность» составила 12. В 1966 г. «балльные» землетрясения происходили 12 раз: 2, 23 января, 19, 22 февраля, 19 марта, 5 апреля, 9 июня, 29 июля, 3 сентября, 1—2 ноября и 22 декабря. А их общая суммарная «балльность» достигла 52. Другими словами, сейсмическая активность на острове Кунашир в 1966 г. была выше, чем в 1965 г., в четыре-пять раз. Нашел ли этот факт отражение в химизме гидротерм?

Мы располагали 82 анализами воды 10 источников за 1965 г. и 81 анализом воды тех же источников за 1966 г. Сравнение анализов показало следующее. Среднее содержание Cl^- в г/л в 1966 г. оказалось больше, чем в 1965 г., на 0,08 г/л, или на 10%. Среднее содержание SO_4^{2-} в г/л в 1966 г. было больше, чем в 1965 г., на 0,01 г/л, или на 3%. Сумма $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ отличалась в 1966 г. на 0,09 г/л, или приблизительно на 10%, а отношение $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ — на 0,2, или примерно на 5% (табл. 1).

Проведено сравнение содержаний NH_4^+ и HBO_2 . Результаты показали, что средние концентрации и NH_4^+ , и HBO_2 в 1966 г. были выше, чем в 1965 г. (табл. 3, 4). Интересно отметить, что средние содержания HBO_2 в 1966 г. были существенно более высокие во всех источниках.

Проведено сопоставление химического состава термальных вод с метеорологическими условиями (по данным, представленным Южно-Курильской аэрологической станцией). Зависимость концентраций Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , CO_2 , HBO_2 от количества атмосферных осадков и времени



Сейсмическая обстановка на острове Кунашир и 1965 и 1966 гг.

года (с учетом того, что основная часть проб отобрана в дни, когда обильные атмосферные осадки не зарегистрированы) не наблюдалась. То, что годовое количество осадков в 1965 г. (1171 мм) было ниже, чем в 1966 г. (1549 мм), позволяет сказать, что более низкие концентрации рассматриваемых компонентов в 1965 г. не вызваны разбавлением термальных вод атмосферными осадками. Таким образом, выявленные изменения химического состава в 1965—1966 гг. не связаны с изменением климатических условий.

Мы предполагаем, что увеличение содержания Cl^- , SO_4^{2-} , CO_2 , NH_4^+ , HNO_2 в термальных водах района вулкана Менделеева в 1966 г. по сравнению с 1965 г. причинно связано с повышением сейсмической активности.

Таблица 1
Среднее содержание Cl^- в источниках, г/л за 1965 и 1966 гг.

Источник	1965	1966	Источник	1965	1966
1	0,9472 (9)	0,9745 (12)	6	0,2563 (6)	0,3508 (1)
1-а	1,3425 (9)	1,2468 (9)	7	0,7484 (11)	1,0613 (7)
2	1,2273 (8)	1,2808 (12)	8	2,0101 (6)	2,2436 (И)
3	0,0665 (5)	0,0571 (7)	10	0,0591 (7)	0,0612 (7)
4	0,5931 (10)	0,5966 (7)	Среднее значение	0,7728 (82)	0,8468 (81)
5	0,4778 (9)	0,5950 (8)			

Примечание. В скобках указано количество анализов, разница в определении содержания свободной углекислоты в шести источниках. В 1965 г. в среднем она составляла 0,036 г/л, а в 1966 г. — 0,040, или на 11% больше (табл. 2).

Таблица 2
Среднее содержание свободной углекислоты, г/л за 1965 и 1966 гг.

Источник	1965	1966	Источник	1965	1966
4	0,0471 (10)	0,0644 (5)	8	0,0220 (8)	0,028 (7)
5	0,0711 (8)	0,0729 (2)	10	0,0172 (6)	0,0245 (7)
6	0,0256 (6)	0,0264 (1)	Среднее значение	0,0359 (48)	0,040 (27)
7	0,0193 (10)	0,024 (5)			

Примечание. См. примеч. к табл. 1.

Таблица 3
Содержание NH_4^+ , г/л за 1965 и 1966 гг.

Источник	1965	1966	Источник	1965	1966
1	0,0017 (9)	0,0101 (12)	5	0,0018 (8)	0,0021 (7)
1-а	0,0025 (9)	0,0089 (8)	7	0,0007 (10)	0,0009 (7)
2	0,0132 (7)	0,0117 (10)	8	0,0020 (7)	0,0015 (11)
4	0,0013 (9)	0,0036 (8)	10	0,0004 (6)	0,0017 (3)

Примечание. См. примеч. к табл. 1.

Таблица 4
Среднее содержание HCO_2^- г/л за 1965 и 1966 гг.

Источник	1965	1966	Источник	1965	1966
1	0,0095 (9)	0,0205 (9)	5	0,0064 (10)	0,0113 (8)
1-а	0,0131 (9)	0,0189 (8)	7	0,0083 (11)	0,0097 (6)
2	0,0196 (8)	0,0275 (10)	8	0,0230 (8)	0,0350 (10)
4	0,0056 (10)	0,0095 (8)			

Примечание. См. примеч. к табл. 1.

Интересно поведение свободной углекислоты в источниках в 1965 г. На фоне общей слабой активности в мае — июне произошли землетрясения силой приблизительно 4 балла. В остальные месяцы «балльных» землетрясений не наблюдалось. При этом повышенные содержания свободной углекислоты отмечены большей частью в течение апреля, т. е. месяца, предшествовавшего двум месяцам с землетрясениями; в мае — июне, когда имели место землетрясения, и в июле — в течение месяца после землетрясений. Средние значения свободной углекислоты в апреле — июле 1965 г. в шести источниках приведены в табл. 5.

Таблица 5
Среднее содержание свободной углекислоты, $г/л$ за 1965 г.

Источник	Месяцы IV-VII	Все другие месяцы	Источник	Месяцы IV-VII	Все другие месяцы
4	0,0495 (4)	0,0455 (6)	8	0,0601 (3)	0,022 (5)
5	0,0748 (3)	0,0574 (5)	10	0,0264 (1)	0,0167 (5)
6	0,0264 (4)	0,0242 (2)	Среднее по шести источникам	0,0432 (18)	0,0306 (30)
7	0,0222 (3)	0,0181 (7)			

Примечание. См. примеч. к табл. 1.

Таблица 6
Среднее содержание H_2SiO_3 , $г/л$ за 1965 г.

Источник	Месяцы V-VI	Все другие месяцы	Источник	Месяцы V-VI	Все другие месяцы
1	0,2788 (2)	0,2151 (6)	6	0,1053 (2)	0,0567 (4)
1-а	0,3692 (1)	0,2548 (8)	7	0,1970 (2)	0,1328 (9)
2	0,4472 (1)	0,3005 (7)	8	0,2340(1)	0,1057 (7)
3	0,0416 (2)	0,0279 (4)	10	0,1430 (1)	0,0644 (6)
4	0,2532 (2)	0,1366 (8)	Среднее значение	0,2275 (16)	0,1395 (67)
5	0,2054(2)	0,1008(8)			

Примечание. См. примеч. к табл. 1.

Для сравнения в ней даны также средние величины за все остальные месяцы. Среднее значение по всем шести источникам за апрель — июль составляет 0,0432 $г/л$, а за все остальные месяцы — 0,0306 $г/л$, т. е. заметно меньше.

Выявлено изменение концентраций H_2SiO_3 в связи с землетрясениями в мае — июне 1965 г. Во всех исследованных источниках наблюдались резко повышенные средние содержания H_2SiO_3 в мае — июне, когда произошли землетрясения (табл. 6). Среднее значение H_2SiO_3 по десяти источникам за май — июнь составляет 0,2275 $г/л$, за все остальные месяцы — 0,1395 $г/л$, что на 38,7% меньше.

Повышенные значения содержания в воде горячих источников свободной углекислоты в период апреля — июля и кремнекислоты в период мая — июня мы причинно связываем с землетрясениями.

Было проанализировано отношение Cl/SO_4 в эквивалент-процентах в связи с землетрясениями мая — июня 1965 г.

Происшедшие землетрясения, по-видимому, вызвали в общем уменьшение этого отношения. Но в одних случаях (источники 7 и 5) это уменьшение предшествовало землетрясениям, в других — их сопровождало (источники 10 и 4), в третьих — несколько запаздывало (источник 6).

Рекомендовать использовать это отношение для прогноза землетрясений было бы преждевременно. Но вопрос требует дальнейшего изучения.

**ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД
ПОДНОЖИЯ ВУЛКАНА МЕНДЕЛЕЕВА
В СВЯЗИ С СИЛЬНЫМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ
17 и 24 июня 1973 г.**

17 и 24 июня 1973 г. на острове Кунашир произошли сильные землетрясения интенсивностью приблизительно 6 баллов, с очагами, расположенными юго-восточнее острова Шикотан.

Подмечено резкое увеличение содержания СГ в пробах воды, взятых в термальной скважине № 5 после землетрясения. Так, содержание хлора в апреле 1973 г. составляло 4,85 г/л, после же землетрясения (в июле), по данным семи проб, оно было в пределах 5,5—5,8 г/л.

В источнике № 6 перед землетрясением (проба взята 3 июня) содержание Cl' составило 1,35 г/л. На второй день после землетрясения (19 июня) — 1,59 г/л.

В источнике № 1 перед землетрясениями (29.IV 1973 г.) мг-экв Cl' составлял 25,4. После землетрясения (30.VI 1973 г.) — 26,4.

Приведенные данные позволяют говорить о том, что зависимость химического состава термальных вод от сейсмической активности можно считать установленной.

Зависимость эта достаточно сложная и требует дальнейшего изучения с целью выработки критериев прогноза землетрясений.