

**Гидрохимический режим Налычевских термальных источников (п-ов Камчатка)****Е.Г. Калачева, Е.В. Волошина, Н.П. Богатко, В.П. Яремчук***Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: [keg@kscnet.ru](mailto:keg@kscnet.ru)*

Налычевская гидротермальная система приурочена к одноименной купольно-кольцевой структуре диаметром ~60 км [4]. На ее периферии находятся две группы вулканов – Корякско-Авачинская и Дзендзурско-Жупановская, свод представляет собой депрессию (кальдеру) размерами 2×25 км. В геологическом строении структуры участвуют вулканогенные образования неоген-четвертичного возраста и современные осадочные образования.

Поверхностные проявления системы представлены несколькими группами источников, вытянутых цепочкой в северо-восточном направлении от подножия вулкана Дзендзур до Корякского вулкана, пересекая разветвленную систему истоков р. Налычева (р. Шайбная, р. Шумная, р. Горячая) (рис. 1). Наиболее мощными и высокотемпературными из них являются Налычевские ключи, расположенные в долине р. Горячая у подножия древнего вулкана Купол. Основная термальная площадка – «Котел» представляет собой травертиновый щит с отлогим куполом в северной части, сложенный карбонатами кальция и гидроокислами железа, обогащенными мышьяком. На куполе расположены несколько парящих воронок, сухих или частично заполненных горячей водой. Рассредоточенное парение наблюдается и в других его частях. Разгрузка термальных вод осуществляется у северо-западного окончания площадки. Источники с температурой до 70 °С и близнеитральным рН стекают в холодный ручей, значительно подогревая его и изменяя химический состав, образуя руч. Термальный.



Рис. 1. Долина р. Налычева (а) и расположение Налычевских источников (б)

На месте пробуренной рядом с термальной площадкой в 1960 г. скважины образовался мощный выход термальных вод ( $T=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), известный как грифон Иванова. Разгрузка вод сопровождается интенсивным газоотделением. Вокруг грифона и вдоль сформированного ручья происходит значительное осадконакопление.

Горячереченские источники расположены у подножия левобережной надпойменной террасы р. Горячая. В узкой пойме на протяжении ~1 км наблюдаются многочисленные выходы термальных вод. Источники образуют несколько обособленных групп, формирующих термальные болотца, естественные и искусственно созданные запруды. На трех из них оборудованы купальни с раздевалками и дощатыми

настилами. Температура воды колеблется от 30 до 50 °С. В лужах можно наблюдать тонкие струйки газа, поднимающиеся к поверхности. Сток термальных вод осуществляется в р. Горячая.

На правом берегу р. Желтая, в 600 м от устья, у подножия надпойменной террасы расположена небольшая термальная площадка. Источники схожи с источниками р. Горячая. Все термальные воды углекислые.

Источники долины р. Налычева имеют почти вековую историю изучения. Впервые были описаны в 1928 г. [5]. Пик исследований района пришелся на 1960-е – 1970-е гг. Сведения об общем химическом составе вод и осадков, некоторые данные о газовом, изотопном, микрокомпонентном составе есть в работах [1-5 и др.].

В последние несколько десятилетий не было публикаций, посвященных геохимии термальных вод района. В данной работе приводятся геохимические данные по Налычевским ключам, полученные в ходе полевых работ 2018-2020 гг. Дается оценка гидротермального выноса растворенных компонентов и представлены первые результаты режимных наблюдений за изменением их химического состава во времени (с 01.10.2018 г по 01.02.2020 г.).

### Результаты и их обсуждение

В таблице приведены результаты химического анализа термальных вод.

Как отмечалось ранее, источники относятся к Na-Cl типу вод с минерализацией до 4 г/л и близнейтральным pH (6.2-7.0). Характерной особенностью вод являются высокие концентрации  $H_3BO_3$  (180-380 мг/л), As (до 11 мг/л), Sr (до 2.2 мг/л), Li (до 5.9 мг/л).

Таблица. Химический состав термальных вод, мг/л (на 16.09.2018 г.)

Место отбора	Желто-реченские	Горячереченские			Грифон Иванова	Котел	Руч. Горячий ниже разгрузки
		Группа 1	Группа 3	Группа 4			
$T_{max}, ^\circ C$	38.3	46.7	48.0	44.8	68.4	71.4	9.4
pH	6.33	6.98	6.54	6.25	6.27	6.31	6.72
F <sup>-</sup>	0.60	0.43	0.55	0.56	0.76	0.74	0
Cl <sup>-</sup>	1229	716	870	1016	1379	1494	76.7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	402	257	245	298	470	437	26.9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	349	304	276	388	422	373	47.0
Na <sup>+</sup>	864	597	593	661	1005	1016	52.6
K <sup>+</sup>	123	83.4	92.8	104	136	142	8.38
Ca <sup>2+</sup>	194	75.2	116.6	159	193	192	16.0
Mg <sup>2+</sup>	26.5	18.3	17.4	26.0	3.54	22.1	2.71
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	326	-	178	240	351	383	24.4
SiO <sub>2</sub>	139	-	121	128	138	156	32.4
Li	4.56	3.09	3.92	-	5.93	-	-
Sr	1.90	1.34	1.58	-	2.24	-	-
As	11.6	6.54	7.47	-	9.29	-	-
M, г/л	3.33	2.05	2.33	2.78	3.75	3.83	0.26

Дренирующим водотоком всех трех термальных площадок (Котел, Горячереченские и Желтореченские источники) является р. Горячая. Ее расход ниже Горячереченских источников (на 16.09.2018 г.) и составляет 2.71 м<sup>3</sup>/с. Зная объем воды реки, ее химический состав и среднее содержание макрокомпонентов в поверхностных водотоках района, не подверженных влиянию термальных вод, можно сделать предварительную оценку гидротермального выноса глубинных компонентов, в первую

очередь хлора и серы. Реки и озёра района ультрапресные ( $M < 10-12$  мг/л), преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Концентрация  $Cl^-$  в этих водах колеблется от 0 мг/л (р. Камышникова) до 2.3 мг/л (оз. Бабье), что дает нам общий вынос глубинного хлора (без учета Желтореченских источников) – 17.5 т/сутки. Содержания  $SO_4^{2-}$  варьирует от 2 до 4 мг/л, что соответствует количественному потоку серы в 1.8 т/сутки (как S).

Для изучения сезонного колебания физико-химических параметров термальных вод и их химического состава на Нальчевских ключах, осенью 2018 г. нами был организован еженедельный отбор проб из грифона Иванова, термального источника площадки Котел и третьей группы Горячереченских источников. На рис. 2 показаны вариации температуры, pH, концентраций хлор- и сульфат-ионов в период с 01.10.2018 г. по 01.02.2020 г. в точках опробования.

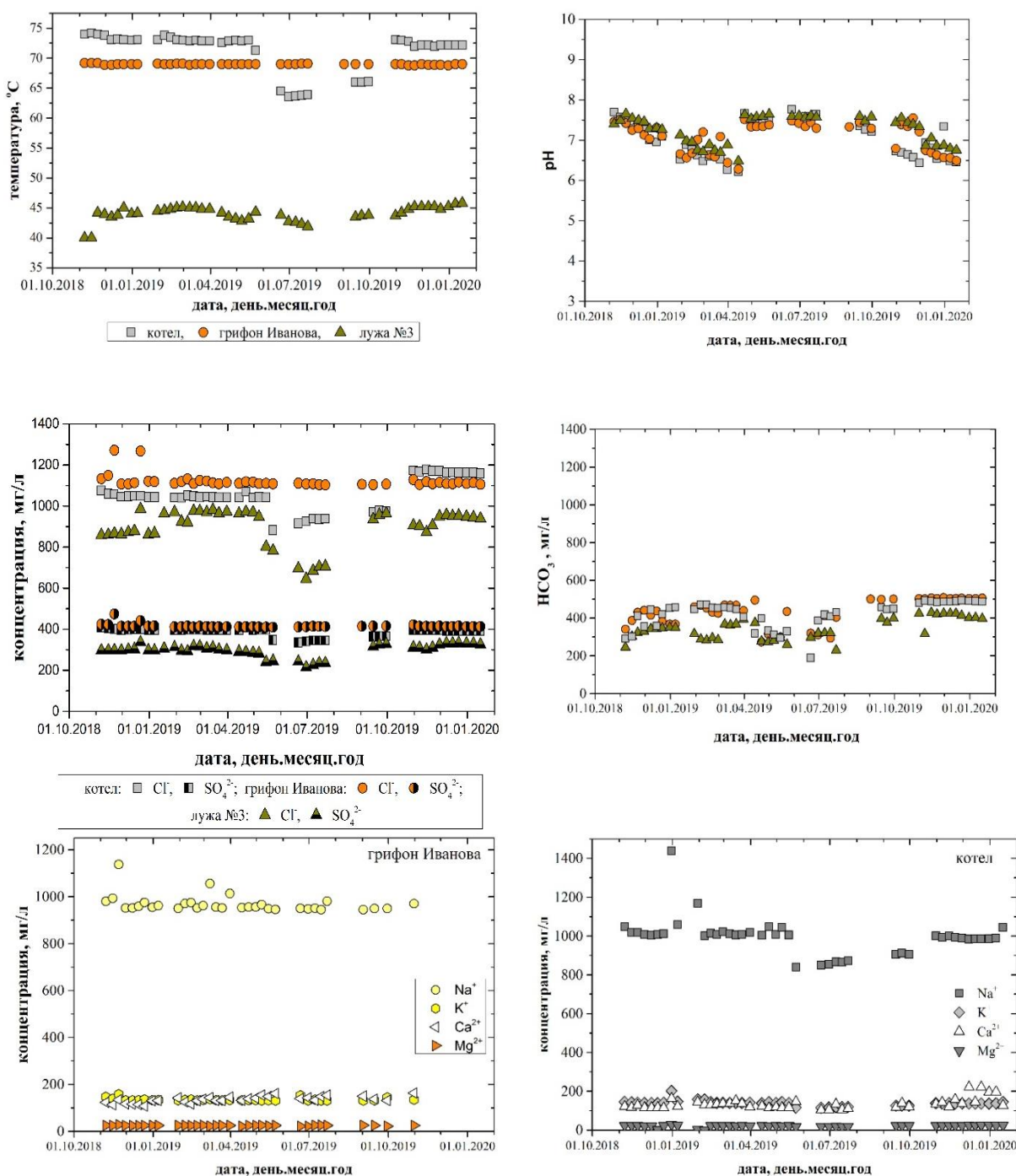


Рис. 2. Временные ряды наблюдения за изменением физико-химических параметров и макрокомпонентного состава в термальных водах.

Для итоговых заключений о режиме термальных источников и их сезонном характере данных недостаточно, но уже сейчас можно сказать, что искусственно созданный грифон Иванова практически не подвержен сезонным колебаниям. Температура в летне-осенний период значительно (на 10 °С) снижается в термальных водах, разгружающихся из-под травертинового щита площадки Котел. Для этих вод и вод Горячереченских источников характерны и уменьшения концентраций хлор-иона в теплый период. Катионный состав источников площадки Котел и грифона Иванова постоянен во времени. Понижение значений содержаний натрий-ионов ярко выражено в летне-осенний период только в водах термальной площадки Котел. При этом наблюдается прямая зависимость концентраций  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  во времени. Значение рН в точках наблюдения изменяется синхронно, увеличиваясь до 7.5-7.7 в летне-осенний период и уменьшаясь до 6.2-6.4 в зимнюю межень.

### **Предварительные выводы**

Термальные воды, разгружающиеся у подножия древнего вулкана Купол в долине р. Горячая, относятся к одному гидрохимическому типу хлоридных натриевых вод с температурой до 75 °С с высокими концентрациями бора, мышьяка, стронция. Общий вынос гидротермального хлора источниками термальной площадки Котел и р. Горячая составляет 17.5 т/сутки, серы – 1.6 т/сутки.

Первые результаты режимных наблюдений свидетельствуют о следующем:

– Химический состав и температура вод грифона Иванова практически не подвержены сезонным колебаниям, что указывает на изолированность питающего водоносного горизонта.

– Наиболее значимые изменения проявляются в источниках, разгружающихся в северо-западной части термальной площадки Котел, что связано, вероятнее всего, с разубоживанием термальных вод грунтовыми водами, фильтрующимися сквозь рыхлые отложения, слагающие травертиновый щит.

– Колебание значений рН во всех точках опробования осуществляется синхронно, увеличиваясь до 7.5-7.7 в летне-осенний период и уменьшаясь до 6.2-6.4 в зимнюю межень.

### **Список литературы**

1. *Апрелков С.Е., Харченко Ю.И.* Налычевские термы // Вопросы географии Камчатки. 1966. Вып. 4. С. 104-105.
2. *Ковалев Г.Н., Комкова Л.А., Масуренков Ю.П.* О связи между некоторыми физико-химическими параметрами Налычевских гидротерм // Бюллетень вулканологических станций. 1969. № 45. С. 39-47.
3. *Комкова Л.А.* Гидрохимическая зональность фильтрующегося потока на примере Налычевского месторождения термальных вод // Молодые гидротермально измененные породы и минералы Камчатки и Курильских островов. М.: Наука, 1969. С. 161-170.
4. *Масуренков Ю.П., Комкова Л.А.* Геодинамика и рудообразование в купольно-кольцевой структуре вулканического пояса. М.: Наука, 1978. 273 с.
5. *Новограбленов П.Т.* Налычевские и Краеведческие горячие ключи на Камчатке // Оттиски из библиотеки Б.И. Пийпа, 1929. С. 120-132.