

## **Сравнительная характеристика Малкинских и Начикинских термальных вод (п-ов Камчатка)**

***Калачева Е.Г., Волошина Е.В.***

### **Comparative characteristics of Malkinsky and Nachikinsky thermal waters (Kamchatka Peninsula)**

***Kalacheva E.G., Voloshina E.V.***

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;  
e-mail: keg@kscnet.ru*

Используя данные опробования разных лет, приводится сравнительная геохимическая характеристика двух представителей щелочных азотных кремнистых термальных вод Камчатки, разгружающихся в виде Малкинских и Начикинских горячих источников.

Начикинские и Малкинские горячие источники расположены на расстоянии 90 км и 130 км от столицы Камчатского края по трассе Петропавловск-Камчатский – Мильково и относятся к наиболее посещаемым термопроявлениям полуострова. Обе группы источников известны с конца XVIII века. Их посещали и описывали многие исследователи, в число которых выходили А. Эрман, К. Дитмар, В.Н. Тюшов, участники экспедиции В.Л. Комарова. Первые данные о химическом составе источников представлены в сборнике «Естественные производительные силы России» в 1918 г. Комплексные исследования на термальных площадках впервые выполнены Б.И. Пийпом в 1934 г. В 1960-1970-х гг. началась разведка Малкинского и Начикинского месторождений термоминеральных вод, пробурен ряд поисковых скважин, проведен подсчет эксплуатационных запасов [1]. Наиболее продуктивные скважины функционируют в настоящее время. Термальную воду используют для водоснабжения близрасположенных потребителей, а также для наполнения бассейнов баз отдыха.

Бальнеологический потенциал источников сейчас не используется, тогда как в советское время (в 1960-1980-х гг.) на базе Начикинского месторождения работал санаторий республиканского значения, в который ежегодно приезжали порядка 2.5 тыс. человек, преимущественно жители Дальнего Востока. Лечение было основано на свойствах горячих азотных щелочных кремнистых вод, которые использовались для примочек, микроклизм, ирригации, компрессов, местных и общих ванн. Основные показания к применению: заболевания опорно-двигательного аппарата, лор-органов, поражения периферической нервной системы, остеохондроз, проблемы гинекологического характера, кожные болезни [2].

Несмотря на доступность источников для исследования, в современной научной литературе практически нет сведений об этих водах, слабо изучен их элементный состав. Цель данной работы – общая сравнительная геохимическая характеристика Малкинских и Начикинских термальных вод, выполненная на основании собственных наблюдений последнего десятилетия (2014-2024 гг.), включая физико-химические параметры и макроэлементный состав.

### **Малкинское термальные воды**

Согласно [1], Малкинское месторождение термоминеральных вод приурочено к гидрогеологическому адмассиву, сложенному метаморфизованными вулканогенно-пирокластическими образованиями верхнемелового возраста (ирунейская свита), прорванными миоценовыми интрузиями кварцевых диоритов, диоритовых порфиритов и многочисленными субвулканическими телами андезибазальтов. С поверхности указанный породный комплекс перекрыт слабосцементированными и рыхлыми четвертичными образованиями разного генезиса мощностью до 150 м. На глубине 20-50 м скважинами вскрыт относительный водоупор, представленный слабо литифицированными конгломератами.

Естественная разгрузка термопроявлений осуществляется на левом берегу р. Ключевка несколькими группами источников со щелочной (рН до 9) водой сульфатно-хлоридного натриевого состава с минерализацией 0.5-0.6 г/л. В основной массе источники малодобитные, но встречаются и крупные грифоны. Самый горячий выход с температурой воды 82 °С каптирован, сток из него по трубе сливается в искусственно углубленное термальное озерцо. Дно озерца частично покрыто термофильными водорослями, сквозь проколы выходит газ. На термальной площадке есть еще несколько подобных небольших термальных озер и луж, используемых для купания (рис. 1).



Рис. 1. Расположение Малкинских горячих источников.

### Начикинские термальные воды

Начикинское месторождение термоминеральных вод находится в 90 км от г. Петропавловск-Камчатский по трассе в сторону с. Мильково вблизи п. Начики. Как показано в [1], это месторождение приурочено гидрогеологическому адмассиву, сложенному вулканогенными образованиями мел-палеоценового возраста (кирганикская свита), прорванными миоценовой интрузией гранит-диоритов. Породы перекрыты рыхлыми четвертичными отложениями мощностью до 35 м. В нижней части разреза современные отложения сцементированы и служат относительным водоупором. Термовмещающими являются зоны открытой трещиноватости, связанные с разломами северо-западного и северо-восточного направлений, а также трещиноватые зоны коры выветривания.

Естественная разгрузка осуществляется на первой надпойменной террасе правого берега р. Плотникова рядом с п. Начики. В современном виде представлены слабо сочащимися минерализованными (0.9-1.2 г/л) источниками с температурами до 70 °С и слабощелочной реакцией (рН=7.3-8.2). Они встречаются вблизи, а также непосредственно в обрыве небольшого котлована, заполненного термальной водой. Питание этого озерца происходит как от естественных выходов, так и за счет сброса со скважин, вскрывающих термальных горизонт. Сток из озера регулируется искусственной дамбой, ниже которой расположены еще несколько источников с незначительными дебитами. Руслу сформированных источниками ручейков, донья луж и озерца покрыты термофильными водорослями, в местах высачиваний встречаются солевые выпоты. Ранее термальную площадку пересекал холодный ручей, который в ходе разведки месторождения во второй половине XX века был отведен в сторону р. Плотникова (рис. 2).



Рис. 2. Схема расположения Начикинских источников. Фрагмент карты Google Earth.

### Химический состав термальных вод

Малкинские и Начикинские горячие источники относятся к одному из наиболее распространенных на Камчатке типу термальных вод – азотные щелочные слабоминерализованные кремнистые (содержание диоксида кремния в обеих группах в среднем составляет 80-90 мг/л). Всего в регионе насчитывается более 30 групп термопроявлений с подобным типом вод, концентрирующихся преимущественно в областях развития раннечетвертичного вулканизма: Паратунско-Начикинский, Анавгай-Киреунский, Паланско-Карагинский районы [3].

Рассматриваемые термальные воды имеют Na-SO<sub>4</sub>-Cl состав, но отличаются отношениями SO<sub>4</sub>/Cl (рис. 3). В Начикинских термопроявлениях (источники и скважинные воды) диапазон колебания величины SO<sub>4</sub>/Cl очень узкий и составляет 2.3-2.5. На треугольных диаграммах (рис. 3а, в) точки, отражающие состав вод, образуют очень компактные группы. Разброс точек на графике, отражающем содержания сульфат- и хлорид-ионов (рис. 3б), образуется за счет разбавления грунтовыми водами с крайне низкими концентрациями этих компонентов. В Малкинских источниках ситуация более сложная, для них характерен более широкий диапазон колебаний отношений SO<sub>4</sub>/Cl (1.0-2.0), в зависимости от концентрации сульфат-ионов в воде. Как демонстрирует расположение точек на бинарном графике (рис. 3б), такое поведение возможно при смешении термальных растворов с подземными водами с повышенными (не менее 80 мг/л) содержаниями SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. В Малкинских источниках наблюдается и более высокая доля гидрокарбонат-ионов.

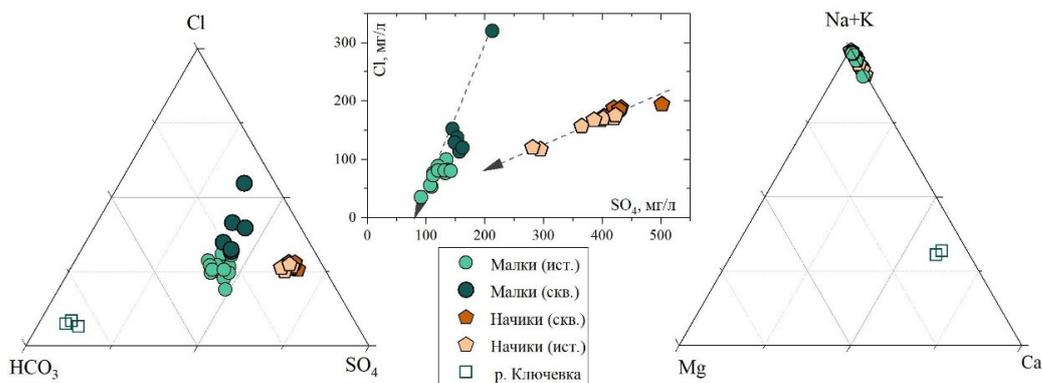


Рис. 3. Химический состав Малкинских и Начикинских термальных вод.

Диапазон температур в обеих группах примерно одинаковый (рис. 4) от 40 до 80 °С, однако, если в Начикинских источниках наблюдается выраженный тренд в снижении температуры за счет разбавления пресными грунтовыми/поверхностными водами, то изменение температурного режима в Малкинских источниках связан преимущественно с остыванием без изменения минерализации. В целом, термальные воды, разгружающиеся в районе п. Начики, практически в два раза более минерализованные, чем выходы вблизи п. Малки.

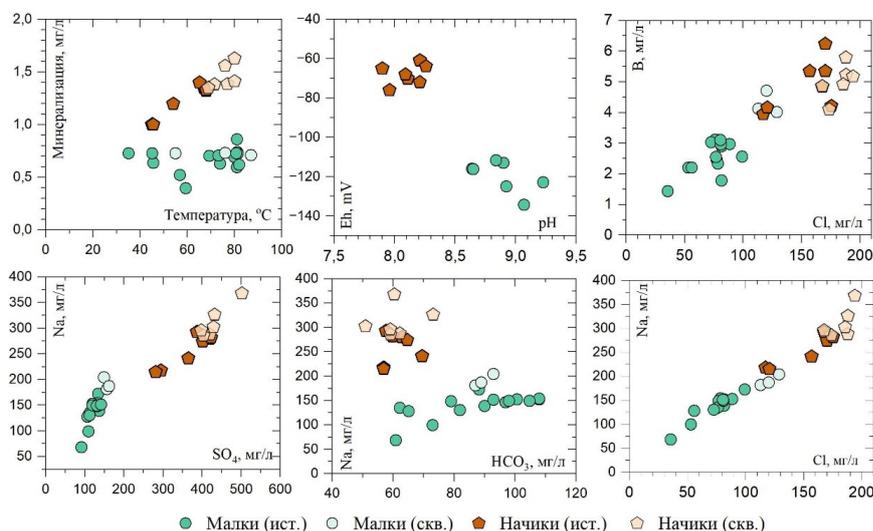


Рис. 4. Корреляционные зависимости в отношениях физико-химических параметров и макрокомпонентах термальных вод.

Существуют различия в величинах pH и Eh в этих водах (рис. 4). Для Малкинских вод характерна более щелочная реакция и восстановительная обстановка (от -140 до -120 мВ), указывающая на более глубокие условия формирования, что подтверждается результатами бурения. Водопритоки в скважинах, пробуренных на месторождении, наблюдались на глубинах до 1500 м [1]. Начикинские источники имеют слабощелочную реакцию и менее восстановительную обстановку формирования (от -80 до -60 мВ).

Обе группы источников характеризуются схожими отношениями Cl/V и Cl/Na (рис. 4), что дает возможность предположить участие в формировании как Малкинских, так и Начикинских гидротерм глубоководных хлоридных натриевых вод, а не только инфильтрационных атмосферных [3].

### Выводы

Малкинские и Начикинские термальные воды относятся к одному типу азотных щелочных термальных вод Na-SO<sub>4</sub>-Cl состава. Выявленные различия связаны преимущественно с локальными геолого-гидрогеологическими обстановками и глубиной залегания термальных вод.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВиС ДВО РАН по теме НИР № FWME-2024-0006.

### Список литературы

1. Карта полезных ископаемых Камчатской области 1:500 000. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений пунктов минерализации и ореолов рассеяния полезных ископаемых. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 1999. 563 с.
2. Лодис Ф.А., Семенов В.И. Камчатка – край лечебный // Петропавловск-Камчатский: Дальневосточное книжное издательство. Камчатское отделение, 1993. 152 с.
3. Минеральные воды СССР. Пояснительная записка к карте минеральных вод СССР масштаба 1:4 000 000 / Отв. ред. В.В. Иванов. М.: МИНЗДРАВ СССР, 1974. 324 с