

пределах от 160 до 318 мг/л и от 561 до 1105 мг/л соответственно. Для морских вод, помимо высокой общей жесткости, характерно большое содержание сульфат-иона: Белое море – 2390 мг/л, Баренцево море – 2537 мг/л, и далее концентрация снижается до 98 мг/л в районе полуострова Ямал. Сам по себе в ионной форме сульфат характерен для природных вод с малой минерализацией, но с увеличением минерализации он образует устойчивые ассоциированные нейтральные пары с Ca^{2+} и Mg^{2+} . Также одной из причин такого высокого содержания сульфата является поступление в воду отмерших и окислившихся растительных и животных организмов, поступающих с подземным стоком. В высокоминерализованных морских водах в анионном составе преобладает хлорид-ион, источником появления которого являются магматические породы, состоящие из хлорсодержащих минералов [3]. Его концентрация изменяется от 17530 мг/л в Белом море до 8937 мг/л в Карском море и затем опять наблюдается увеличение до 12800 мг/л в районе полуострова Ямал. Концентрации ионов Na^+ и K^+ уменьшаются от Белого моря до полуострова Ямал от 9930 до 7180 мг/л и от 336 до 246 мг/л соответственно. В месте, где Карское море переходит в Обскую губу наблюдается слабосоленоватые воды с минерализацией 1913,4 мг/л, за счет смешения пресных вод с морскими [8].

Воды Обской губы пресные с минерализацией от 58,8 до 103,2 мг/л, нейтральные $\text{pH}=7,1-7,3$. Общая жесткость увеличивается от 0,5 до 1,1 мг-экв/л. Среди катионов преобладают ионы HCO_3^- при колебаниях концентрации от 31 до 65 мг/л. Среди анионов преобладающими являются Ca^{2+} и Na^+ , концентрация которых увеличивается от 6 до 15,1 мг/л и уменьшается от 7 до 6,2 мг/л в районе поселка Дровяной до Нового порта соответственно. Концентрация железа общего увеличивается от 1,5 мг/л в районе поселка Дровяной до 5,3 мг/л в Новом порту.

По мере приближения от Белого моря до Обской губы и далее до места впадения реки Оби в Обскую губу наблюдается увеличение содержания органического вещества, примерно в 4,5 раза (от 2,9 мг/л в Белом море до 13,5 мг/л в районе Нового порта), вместе с тем происходит переход от слабощелочных вод к нейтральным. Согласно [2] изучение потоков осадочного вещества на исследуемой территории показало, что в речных водах потоки осадочного вещества выше, чем на территории морей и наблюдается достаточно быстрое осаждение взвесей, которые содержат большое количество различных бактерий.

Таким образом, воды прибрежной части арктических морей (вплоть до входа в Обскую губу) по химическому типу преимущественно сульфатные натриевые, соленые, очень жесткие и по кислотно-щелочному показателю - переходные от нейтральных к слабощелочным. В месте смешения морских вод с Обскими воды являются нейтральными, собственно пресными, жесткими и также сульфатно-натриевыми. Воды Обской губы гидрокарбонатные, преимущественно кальциевые, иногда натриевые, ультрапресные, очень мягкие и по значению pH переходные от нейтральных к слабощелочным [8].

Общее содержание химических компонентов исследуемых вод практически соответствует среднему содержанию этих компонентов в зоне гипергенеза, что свидетельствует об отсутствии в настоящее время антропогенного воздействия на данные воды.

Большие превышения наблюдаются по $\text{Fe}_{\text{общ}}$: в Белом море содержание превышено в 32 раза, в районе мыса Ханарасала в 156 раз, а в Новом порту в 132,5 раза. Повышенное содержание характерно для данных вод, так как они приурочены к водам с высокими фоновыми содержаниями железа из-за присутствия в них органического вещества, способствующего миграции железа в исследуемых водах.

Литература

1. Евзеров В.Я. Эволюция осадконакопления в прибрежных районах Баренцева и Белого морей в поздне- и послеледниковое время. – В кн.: Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М., «Наука», 1979, с. 29–33;
2. Лисицын А.П., В.П. Шевченко, М.Е. Виноградов, О.В. Северина, В.В. Вавилова, И.Н. Мицкевич «Потоки осадочного вещества в Карском море и в эстуариях Оби и Енисея» 1994, том 34, № 5, с. 748–758;
3. Неорганические вещества. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bio.krc.karelia.ru/misc/hydro/mon4.html> (дата обращения: 21.11.2017);
4. Репкина Т.Ю. «Морфолитодинамика побережья и шельфа Баренцева моря». Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Москва, 2005. – 194 с.;
5. Романенко Ф.А. «Региональные особенности развития берегов Арктических морей в голоцене». - Москва, Московский государственный университет, 2012. – 92 с.;
6. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых/А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.: ил.;
7. Чухарева Н.В. «Основные положения устойчивого развития применительно к Арктическим проектам». Творчество юных – шаг в успешное будущее: Труды X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и ее освоение». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 466 с.
8. Шварцев С.Л. «Общая гидрогеология»: Учебн. для вузов – М.: Недра, 1996 г. – 423 с.: ил.;

ПОВЕДЕНИЕ ФТОРИД-ИОНА В ВОДАХ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС

Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель кандидат геолого-минералогических наук Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В природе фтор не встречается в свободном состоянии, является частью соединений с различными элементами, которые распадаясь при определенных условиях, образуют ионы фтора. Его соединения можно найти в почве, воде, продуктах питания. Это жизненно необходимый элемент для человека, но польза фтора отделяется от его вредного воздействия очень небольшой границей. Следует знать, что фтор является активным участником в

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

обмене веществ, минерализации костной ткани, снижает вероятность остеопороза, принимает участие в формировании скелета, стимулирует кровеносную и иммунную систему. Вред фтора может проявляться при его больших концентрациях в организме. Причиной флюороза зубов, артрита и флюороза костей является регулярное превышение суточной нормы фтора в организме человека.

Согласно [4] в подземных водах наиболее высокие концентрации фтора характерны для подземных вод палеозоя, для подземных источников, относящихся к месторождениям F-содержащих минералов, к областям бывшей или существующей вулканической и тектонической деятельности, а также для термальных и минеральных вод. В вышеперечисленных районах, фиксируются максимальные концентрации фтора в поверхностных (0,5-20 мг/дм³), грунтовых (до 7 мг/дм³) и артезианских (до 20 мг/дм³) водах. В водах термальных источников концентрации фтора могут достигать нескольких десятков мг/л; в азотных термальных водах, например, до 27 мг/дм³ и более [4]. Следует отметить, что требования по контролю качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим показателям [2] концентрации фтора в лечебных водах не должно превышать 15 мг/дм³.

Одной из важнейших проблем является выявление источников фторид-иона в термальных водах, которые часто используются в бальнеологических целях. Согласно [5] работам И.С. Ломоносова источником этого элемента в термах являются растворы магматического генезиса (ювенильные воды). Согласно [7] одним из самых важных процессов формирования химического состава терм является степень взаимодействия воды с горными породами, которая в значительной степени определяется временем их контакта, т.е. промежутком между проникновением воды в горные породы и выходом ее на поверхность.

Цель работы – исследование поведение фтора в природных водах Тарыса, Восточная Тыва. Тарыс – большая группа термальных источников, расположенных в высокогорной местности на юго-востоке Республики Тыва в Тере-Хольском районе, вблизи границы с Монголией [6]. Опробование 29 родников проводилось в 2015 г. сотрудниками ТПУ. В полевых условиях были определены температура воды, pH, Eh.

Подземные воды природного комплекса Тарыс разнообразны по химическому составу и температуре. Температура вод изменяется от 7,2 до 48 °С. В пределах исследуемой территории 12 источников являются горячими. Максимальная температура воды зафиксирована в источниках № 1 и № 6, их температура достигает 48 °С. Кислотно-щелочные условия характеризуются величиной pH от 7,3 до 9,8, и воды являются слабощелочными, околонейтральными, и сильнощелочными. Величина окислительно-восстановительного потенциала варьирует от – 384 до 65 мВ. Воды природного комплекса Тарыс являются пресными, минерализация, изменяется от 101 до 454 мг/дм³. Разница химического состава и различные условия формирования термальных вод природного комплекса Тарыс предопределили необходимость проведения типизации рассматриваемых вод. Для этой цели был применен метод кластерного анализа. В результате кластеризации 29 родников были выделены 3 группы родников, первый кластер (группа) включает 12 родников, второй – 10 родников, а третий – 6 [3].

Особенностью рассматриваемых вод является высокая концентрация фторид-иона. В рассматриваемых родниках первой и второй групп, отмечается высокая концентрация фторид-иона, среднее содержание которого в родниках группы 1 и 2 – 23 мг/дм³. Максимальная концентрация данного иона 23,8 мг/дм³ наблюдается в водах с pH 9,5. Фторид-ион накапливается преимущественно в щелочных водах. С увеличением минерализации происходит постепенное увеличение концентрации фторид-иона. Максимальная его концентрация - 20-25 мг/дм³ отмечается в водах с минерализацией от 370 до 460 мг/дм³.

Поведение фторид-иона в природных водах в значительной степени связано с поведением ионов кальция. При высоких концентрациях фторид-иона в водах концентрация кальция весьма низка (рис. 1а). При этом с ростом температуры наблюдается рост концентрации фторид-иона, тогда как концентрация кальция снижается.

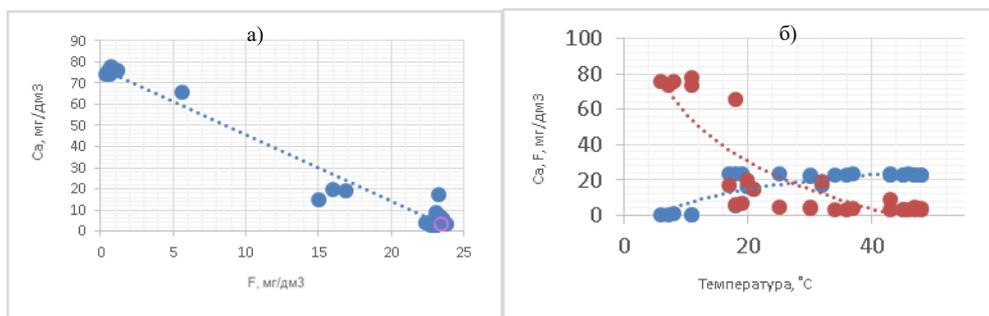


Рис.1 Поведение F⁻ при увеличении концентрации Ca²⁺ (а), поведение F⁻ и Ca²⁺ при изменении температуры (б)

Согласно [7] накопление фторид-иона в водах происходит в результате их взаимодействия с горными породами. В процессе непрерывного растворения первичных минералов и осаждения вторичных минералов в природном растворе происходит постоянное изменение соотношения между химическими элементами. Подземные воды природного комплекса Тарыс не равновесны с первичными алюмосиликатами, которые они растворяют, при этом последние выступают источниками фтора в водах. При этом рассматриваемые воды насыщены кальцитом (рис.2а), в результате чего кальций удаляется из раствора, и его концентрация в водах снижается, а содержание фторид-иона в подземных водах увеличивается до 23 мг/л. Накопление в растворе фторид-иона продолжается до тех пор, пока воды не достигнут равновесия с флюоритом (рис.2б). Насыщенность рассматриваемых вод флюоритом препятствует дальнейшему росту концентрации фторид-иона в рассматриваемых водах.

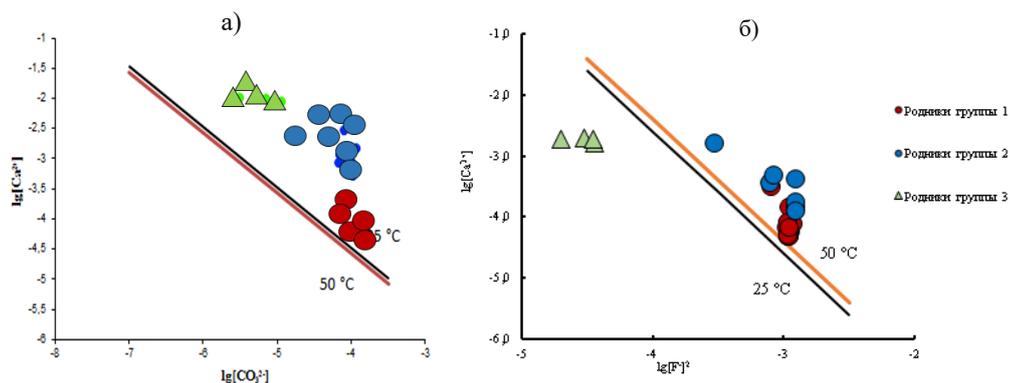


Рис.2 Диаграммы равновесия вод природного комплекса Тарыс с а)- кальцитом, б)- флюоритом

Таким образом, в подземных водах природного комплекса Тарыс максимальная концентрация фторид-иона достигает 23,8 мг/дм³. Поведение данного элемента зависит от основных параметров водной среды, а именно: рост температуры и pH приводит к увеличению концентрации фторид-иона. Основным источником фторид-иона является процесс взаимодействия воды с горной породой. Геохимическим барьером, препятствующим накоплению фторид-иона в водном растворе, является образование вторичного минерала – флюорита.

Литература

1. Ворожейкина Е. А. Применение кластерного анализа для типизации родников природного комплекса Тарыс (Тува) / Е. А. Ворожейкина, А. В. Шестакова; науч. рук. Н. В. Гусева // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 1. — С. 530–532].
2. Контроль качества и безопасности минеральных вод [Электронный ресурс] // Методические рекомендации № 96/225: [сайт]. – Режим доступа: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_673/doc673a242x551.htm, – Загл. с экрана (дата обращения: 14.05.2017).
3. Крайнов С.Р. О геохимии фтора, вольфрама и германия в азотных термальных водах кристаллических пород // Геохимия, 1965, № 11, с. 1335–1345.
4. Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. – М.: Недра, 1980. – 285 с.
5. Ломоносов И.С. Геохимия и формирование современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск, Наука, 1974, 168 с.
6. Пиннекер Е. В. Минеральные воды Тувы / Е. В. Пиннекер. - Кызыл: Тув. кн. изд., 1968. - 105 с.
7. Шварцев С.Л. Механизмы формирования фтора в азотных термах. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 12. 105–115

ХАРАКТЕР И ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ КОМПЛЕКСА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ В Г. НИЖНЕКАМСКЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

А. Р. Галиева, Н.А. Курлянов

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Город Нижнекамск широко известен своей промышленной зоной. Здесь располагаются такие предприятия, как ПАО “Нижнекамскнефтехим” (крупнейшая нефтехимическая компания Европы, первая продукция – в 1967 г.), ПАО “Нижнекамскшина” (крупнейшее предприятие шинной промышленности в РФ и СНГ). В этой зоне находятся и другие нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия.

Нижнекамская промышленная зона расположена на достаточно высоком и широком залесённом водоразделе по левобережью р. Кама, восточнее г. Нижнекамск. Общая её площадь – не менее 20 км². В геолого-структурном плане промплощадка приурочена к юго-восточному склону Северо-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы Русской платформы [1]. Верхняя часть геологического разреза сложена комплексами полигенных карбонатно-терригенных образований уржумского, казанского и уфимского ярусов средней и нижней перми общей мощностью около 250 м [3]. Характерной их особенностью является чередование в разрезе седиментационных пачек, соответствующих отдельным ритмам осадконакопления. Основания пачек обычно представлены песчаниками, а кровельные части – глинами, реже карбонатными породами. Толщина отдельных прослоев обычно составляет 2-6 м, реже более, а мощность пачек может достигать 30-40 м. Пермские отложения перекрыты четвертичным покровным комплексом, представленным, в основном, элювиально-делювиальными суглинками. Мощность суглинков 1-20 м.