

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДЫ С ОСНОВНОЙ ПОРОДОЙ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ В ПРИРОДНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В.В. Дребот

Научный руководитель доцент О.Е. Лепокурова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия, Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Томск, Россия

Согласно развиваемой С.Л. Шварцевым концепцией о геологической эволюции системы вода-порода [3, 4], одной из первой геологической системы Земли являются вода-базальты. Данные породы изначально образовали нашу планету и равновесие вод к ним никогда не достигается. Не вдаваясь в сложности данных теоретических положений, перед автором стала более узкая задача – изучить начальный этап взаимодействия системы атмосферная вода – основная порода (базальты) в реальных условиях на примере природных вод района Торейских озёр, как меняется химический состав вод в процессе данного взаимодействия.

Район исследований приурочен к территории водосборных бассейнов бессточных озёр Зун- и Барун-Торей Восточного Забайкалья. Основной особенностью природных условий здесь является резко континентальный, засушливый климат, а значит в формировании химического состава вод огромную роль играет испарение, ускоряющее процессы взаимодействия [1, 2, 5]. Согласно геологическому строению впадина сложена песчано-глинистыми маломощными отложениями, перекрывающими эффузивно-осадочные меловые породы, выходящие на дневную поверхность в районе озер. В обрамлении впадины развиты осадочно-метаморфические породы среднего палеозоя [1]. На территории встречены небольшие по площади покровы базальтов и андезито-базальтов мелового возраста.

В работе были использованы данные химического опробования природных вод, проведенного в летние периоды 2017 г. и 2018 г. совместно с сотрудниками Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (ИПРЭК СО РАН, г. Чита) и при непосредственном участии автора. В ходе проведения эксперимента в полевых условиях были отобраны атмосферные осадки. Для этого было оборудовано углубление в земле объемом около 2 л, покрытое чистой полиэтиленовой плёнкой, и затем воды атмосферных осадков переливались в бутылки (1,5 л) и пробирки.

Для изучения начального этапа взаимодействия вода – базальты в природных условиях была отобрана проба воды, скопившейся на базальтах о. Мырген после дождя. Также процесс был смоделирован в лабораторных условиях путём смешения вод атмосферных осадков с образцом алюмосиликатной породы, отобранной непосредственно в районе исследований. Кроме того, отобраны 11 образцов горных пород в пределах района исследований, изучение которых будет дальнейшим этапом наших работ. Термодинамические параметры эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Термодинамические параметры эксперимента

Параметр	Т, °С	Природные условия				Эксперимент			
		V воды, л	Вес породы, кг	IgP _{CO2}	Время взаимодействия, ч	V воды	Вес породы, кг	IgP _{CO2}	Время взаимодействия, ч
Величина	25	~ 6	-	0,07	~ 24	6	3	-0,96	24

Химический анализ проводился в аттестованной лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии ИПРЭК СО РАН, а также в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ). Измерения Eh и pH природных растворов производили в поле аниономерами типа CG 837 (Schott) и Анион 7000 (Инфраспак-Аналит), комбинированными электродами Platin Elektrod Blu Line 31 RX и ЭСК 10061. Изучение химического состава выполнено с использованием различных методов анализа: потенциометрическим методом (HCO₃⁻, CO₃²⁻, Cl⁻ и F⁻), атомной эмиссией (Na⁺ и K⁺), пламенной абсорбцией (Ca²⁺ и Mg²⁺), коллометрическим методом (Si, P), фотометрией (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻), SO₄²⁻ определён в виде BaSO₄ в кислой среде с помощью гликолевого реагента.

Результаты проведенного исследования показывают, что взаимодействие атмосферные осадки-базальты на раннем этапе проходит весьма стремительно [7]. О чем говорит резко возросшие значения pH и общей минерализации. Величина водородного показателя в течение первых 24 часов в ходе взаимодействия увеличилась с 6,65 до 8 (в лабораторных условиях) и до 8,74 – в природных. Соленость увеличилась с 0,04 г/л до 0,2 г/л и 0,34 г/л в полевых и моделируемых условиях соответственно. Среди анионов наиболее стремительно возрастают концентрации HCO₃⁻: с 16 мг/л в составе атмосферных осадков, до 106 мг/л и 207 мг/л в составе экспериментального раствора и вод на базальтах в природных условиях соответственно. В составе катионной составляющей наиболее значительно возрастают концентрации натрия. Так, до взаимодействия его содержание в составе осадков составляло 8,7 мг/л, а по прошествии 24-х часов составило уже 45,7 мг/л в составе моделируемого раствора и до 64,8 мг/л в полевых условиях. Концентрации Ca²⁺, Mg²⁺ и K⁺ в составе катионной составляющей также увеличиваются: с 1,09 мг/л, и 1,1 мг/л и 0,87 мг/л в составе атмосферных осадков до 4,86 мг/л, 4,9 мг/л и 1,77 мг/л – в лабораторных и 12,0 мг/л, 8,26 мг/л и 10,9 мг/л в природных условиях.

В целом наблюдается рост концентраций всех основных ионов в растворах после взаимодействия, однако, увеличение показателей наблюдается в направлении атмосферные осадки – экспериментальный раствор – природный раствор, исключение составляет Cl⁻, F⁻ и Si, содержания которых в водах экспериментальной пробы выше, чем отобранной на базальтах на водосборном бассейне Торейских озер. Данная работа представляет собой начальный этап исследований. В дальнейшем планируется изучить минералогический и химический состав пород, рассчитать равновесия вода-базальты.

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

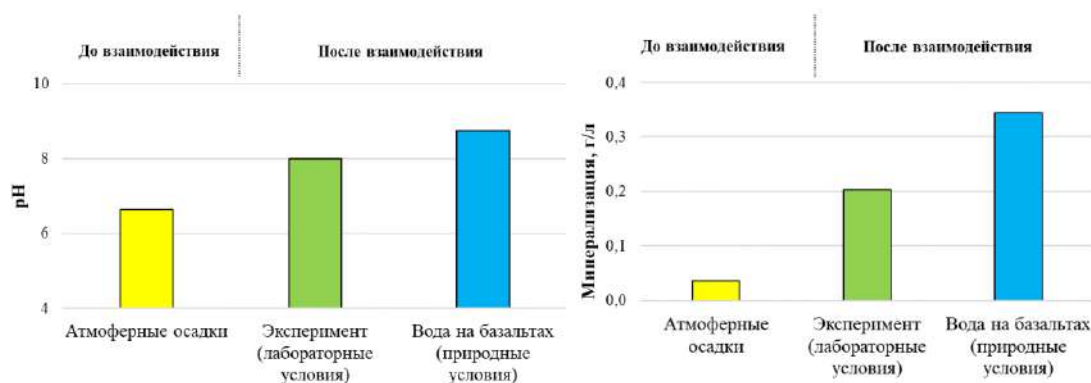


Рис. 1 Величины pH и минерализации до взаимодействия с базальтами и после

Таблица 2

Химический состав природных вод

Компонент	Ед. изм.	Атмосферные осадки	Эксперимент (лабораторные условия)	Вода на базальтах (природные условия)
pH	Ед. pH	6,65	8,00	8,74
Eh	мВ	-	-	64
Минерализация	г/дм ³	0,04	0,20	0,34
CO ₂	мг/дм ³	<0,4	<0,4	<0,4
CO ₃ ²⁻		<0,3	<0,3	6,00
HCO ₃ ⁻		16,0	106	207
SO ₄ ²⁻		4,45	19,4	31,5
Cl ⁻		4,45	19,6	9,25
F ⁻		0,03	0,99	0,36
Ca ²⁺		1,09	4,86	12,0
Mg ²⁺		1,10	4,90	8,26
Na ⁺		8,70	45,7	64,8
K ⁺		0,87	1,77	10,9
Si		0,56	1,25	0,35
P _{общ}		0,01	-	1,93

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 17-17-01158 и проекта РФФИ № 18-05-00104 А. Автор благодарит С.В. Борзенко за помощь в полевых работах и постановке эксперимента.

Литература

1. Борзенко С. В., Дребот В. В., Федоров И. А., Шварцев С. Л. Содовые воды района Торейских озер Забайкальского края: химический состав подземных и озерных вод // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием, Чита, 20-25 Августа 2018. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2018 – С. 434-437
2. Дребот В. В. Химический состав подземных вод района Торейских озер (Забайкальский край, Россия) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXII Международного симпозиума студ., аспирант. и молодых ученых, Томск, 2-7 Апреля 2018. - Томск: Изд-во ТГУ, 2018 - Т. 1 – С. 558-560
3. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
4. Шварцев С.Л. Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН, 2015, том 85, № 7, с. 632–642.
5. Drebot V. V. Geochemistry of Groundwater in the Area of Zun-Torey and Barun-Torey Lakes (Transbaikalia, Russia) // 80th EAGE Conference & Exhibition 2018, Copenhagen, June 11-14, 2018. - Copenhagen: EAGE, 2018 – p. 1-3
6. Flaathen T. K., Gislason S. R., Oelkers E. H., Sveinbjörnsdóttir Á. E. Chemical evolution of the Mt. Hekla, Iceland, groundwaters: A natural analogue for CO₂ sequestration in basaltic rocks // Appl. Geochemistry, 2009, v. 24, pp. 463 – 474.
7. Gysi A.P., Stefansson A. CO₂-water-basalt interaction. Numerical simulation of low temperature CO₂ sequestration into basalts // Geochim. Cosmochim. Acta, 2011, v. 75, pp. 4728-4751.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ НАВОДНЕНИЙ В Г. ГАРДАЯ (АЛЖИР)

М. Захуани

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Экстремальные явления погоды связаны с малыми вероятностями и обладают большой изменчивостью, но, несмотря на это, ущерб, наносимый экстремальными гидрометеорологическими явлениями, по оценкам ООН, составляет 70 % суммарного ущерба от воздействия природных катастроф и стихийных бедствий. Информацию о