

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД КРЫМА

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) является важным, но пока мало изученным физико-химическим параметром природных и преобразованных человеком вод. Представлены результаты измерений ОВП, pH и суммарной концентрации ионов нескольких природных источников в Крымских горах и на двух скважинах с отрицательным ОВП. Воды последних аналогичны целебной „Нафтусе” Трускавецкого курорта.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал (ОВП); природные воды; Крым.

Введение

Описываемая работа была начата после ознакомления с работами В.М. Щепака [Щепак, 2004, 2008], в которых была предложена новая гипотеза, согласно которой лечебные свойства минеральных вод типа „Нафтуса” обусловлены их отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП), определяющим соотношение между окислительными и восстановительными свойствами водного раствора. Присутствующие в воде кислород и хлор, а также элементы в высоких степенях валентности (Fe^{3+} , Mo^{6+} , As^{5+} , V^{5+} , U^{6+} , Cu^{2+}) стремятся принять электроны, т.е. являются окислителями, они сообщают раствору высокий положительный ОВП. Такая ситуация характерна для поверхностных вод. Вещества типа водорода, сероводорода, элементы низких степеней валентности (Fe^{2+} , Mo^{4+} , V^{4+} , U^{4+} , Mn^{2+}) охотно отдают электроны, они понижают ОВП раствора вплоть до отрицательных значений. Подземные воды, особенно связанные с залежами углеводородов, характеризуются величинами ОВП ниже 0, местами до -500 мВ, что может быть использовано при поиске нефти и газа. В колонках донных осадков иногда наблюдается чередование слоев с положительным и отрицательным ОВП, что даёт основание считать окислительно-восстановительные процессы существенными в образовании осадочных пород и полезных ископаемых [Стащук, 1968]. Верхние части рудных тел обычно находятся в зоне окисления, нижние – в зоне восстановления; в результате на рудных телах возникает естественная разность потенциалов, регистрируемая электроразведкой. ОВП внутриклеточных водных образований живых существ, включая человека, обычно имеет отрицательную величину от -50 мВ до -100 мВ. Вода с таким ОВП является оптимальной для питья. Однако потребляемые поверхностные воды (дождевая, речная, из колодцев, озёр) обычно имеют положительное ОВП – от +100 до +400 мВ. Всемирная организация здравоохранения рекомендует пить воду с ОВП от 0 до +100 мВ, воды с более отрицательным ОВП ещё более полезны [Щепак, 2004, 2008].

Натурные измерения

Основные работы выполнены на территории Крымского Природного Заповедника (КПЗ). Свя-

той источник Славух-Су расположен в Центральной котловине Главной гряды Горного Крыма в области развития флишеидных карбонатных пород. Дебит источника (6 л/с) стабилен, несколько увеличиваясь весной и при обильных осадках. Его гидрогеохимическая характеристика дана в работе [Шнюков и др., 2009]. В воде источника найдены серебро и цинк, не характерные для карстовых толщ района, что указывает на подток глубинных вод по разломам. Наши измерения представлены в 11 верхних строках табл. 1. Видны изменения параметров, особенно резкие в ОВП и концентрации после обильных осадков. Вода источника Свято-Георгиевского монастыря (строка 12) отличается несколько повышенной минерализацией (450 мг/л), остальные параметры благоприятные. В следующих трех строках (13-15) даны результаты измерений на трех высокогорных источниках, выполненные в тот же день, что и первое измерение на Савлух-Су. Параметры всех источников весьма близки, что отражает их общее карстовое происхождение. То же самое можно сказать об источнике Суан-Су (строка 16 табл. 1), расположенном на склоне к южному берегу Крыма на высоте 560 м.

Воды типа „Нафтуса” с отрицательным ОВП мы исследовали в двух местах.

1) В районе Красных Пещер на скважине режимных наблюдений № 1 глубиной 60 м, расположенной в Салгирской котловине. Скважина вскрыла напорные воды, уровень и ОВП которых успешно использовались в качестве сейсмопрогностического параметра. Например, интенсивная вариация ОВП (рис. 1) наблюдалась 4 дня до и несколько дней после интенсивного землетрясения 30 мая 1990 г. с магнитудой 7,1 в зоне Вранча, произошедшего на расстоянии более 600 км. Наши измерения представлены в строках 17-19. Вода отбиралась после мониторинговой ячейки, и два замера, разнесённые на полгода, дали существенно различные результаты. По измерениям 22 года назад ОВП достигало -260 мВ. Гидрокарбонатно-натриево-кальциевая вода из скважины № 1 может быть использована в качестве лечебной воды типа „Нафтуса”.

2) В районе заброшенного Бешуйского каменноугольного месторождения [Шнюков и др., 2009], в удаленном от хороших дорог уголке

Крымского природного заповедника. Нам удалось посетить это место один раз 23 ноября 2010 г. и взять образцы воды из двух объектов, разнесенных на полкилометра.

Первый – скважина, пробуренная 20 лет назад и лет 10 назад заглушенная цементом. Сквозь пятиметровую цементную пробку просачивается немного воды, собрали её, ОВП составило -142 мВ

(строка 20), хотя вода контактировала с воздухом. Через 4 суток в закрытой бутылке отрицательный ОВП сохранился на уровне -75 мВ, через 8,6 месяца стал +133 мВ (строки 21-22). Таким образом, эта скважина характеризуется хорошим напором (просачивание сквозь цемент), что позволяет предполагать большой дебит, и медленным спадом отрицательного ОВП излившейся воды.

Таблица 1

Результаты измерения параметров (ОВП, рН, суммарной концентрации) природных минеральных вод в Крыму

N	Дата, час	Объект исследования	T, град	ОВП, мВ	рН	Конц., мг/л
Монастырский источник Савлух-Су: 44°39'49'' с.ш., 34°16'22'' в.д., h=672м						
1	16.09.2009		9,5	+140	8,3	280
2	3.11.09, 17h		7,1	+78	8,1	189
3	4.11.09, 15h	После обильных осадков	8,1	+68	8,1	149
4	6.11.09	Прошли ещё более обильные осадки	8,8	+78	7,9	139
5	2.12.09		8,2	+53	7,8	184
6	7.05.10		9,1	+120	8,1	
7	12.05.10	Три дня шли дожди	8,5	+145	7,9	
8	3.09.10		9,7	+148	7,4	170
9	4.09.10		9,3	+148	7,4	178
10	5.09.10		9,3	+178	7,4	171
11	13.09.10		9,0	+178	7,3	177
12	9.09.09	м. Фиолент, святая вода источника Свято-Георгиевского монастыря	16,4	+100	10	450
13	16.09.09	КПЗ источник Мамыкина h=1000 м	8,6	+160	8,2	163
14	16.09.09	КПЗ Исток р. Кача, h=1040 м	8,6	+167	8,2	158
15	16.09.09	КПЗ Кордон Алабач под г. Роман-Кош, h=1145 м	10,0	+175	8,1	230
16	4.12.10	Источник Суан-Су на ЮБК (44°39,3' с.ш., 34°21' в.д.)	11	+206		193
17	5.12.09, 10h	Скважина N 1 глубиной 60 м режимных набл. около Красных пещер (44°51,6' с.ш., 34°20' в.д.)	12,0	-178	8,9	827
18	5.12.09	То же, выдержка 35 часов в холодильнике	9,6	-20	8,9	825
19	5.05.10	Свежий замер на той же скважине	12,3	-56	8,6	880
Бешуйские Копи						
20	23.11.10, 13h	Скважина (44°38,55' с.ш. 34°11,02' в.д.) зацементирована 10 лет назад, сквозь цемент просачивается вода	10,5	-142		1020
21	27.11.10, 11h	То же, выдержка 4 суток, цемент отстоялся	15,3	-75		950
22	15.08.11	Тот же образец, выдержка 8,6 месяца		+133		976
23	23.11.10, 14h	Река Чуюн-Илга (почти обмелела)	10,0	+200		720
24	23.11.10, 15h	Источник Олений (5 м от реки)	9,5	-300		1700
25	24.11.10, 21h	То же, выдержка в 0,5 л бут. 30 часов, слит верх. слой	16,0	-255		1700
26	27.11.10, 12h	То же, выдержка 93 часа в 0,5л бут. со 100мл воздуха	16,0	-22		1600
27	15.12.10, 18h	То же, выд. 22 дня в 1,5л бут. без воздуха	17,8	-160		1600
28	-/-, 18h15m	То же	12,0	-235		1600
29	-/-, 18h45m	То же	15,0	-327		1600
30	-/-, 19h15m	То же	16,4	-385		1600
31	15.08.11	То же, выдержка 8,6 месяца в 1,5л бут. без воздуха	23	-92		1580

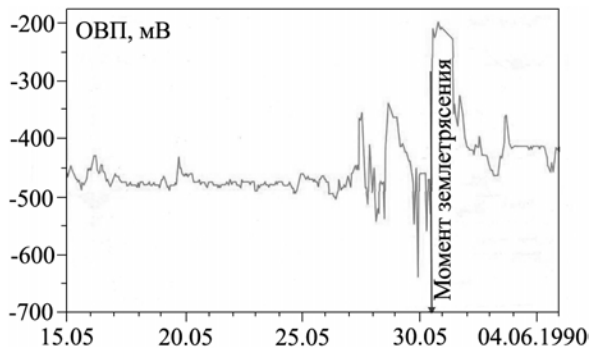


Рис. 1. Вариации ОВП в скважине Красные Пещеры с предвестником землетрясения магнитудой 7,1, происшедшего в зоне Вранча 30.05.1990 г. [50 років..., 2007, стр. 55]

Второй объект – источник Олений, выходящий в жирную грязь, излюбленное место водопоя оленей и кабанов, хотя в 5 м протекает чистая речка (строка 23). Пробили отверстие и на глубине полметра набрали три литра мутной воды. Напились. Результаты измерений представлены в строках 24-31. Сразу после забора ОВП равно -300 мВ – самое низкое из измеренных нами на природных водах Украины. Через 30 часов ОВП изменилось до -255 мВ. Остаток со 100 мл воздуха был оставлен в бутылке на 4 сутки: ОВП уменьшилось только до -22 мВ. Другая, полторалитровая пластиковая бутылка хранилась без воздуха в темноте (как и первая). На 22-ой день из неё отлили 150 мл для измерений, бутылку сжали и оставили для дальнейшего хранения без воздуха.

На дне бутылки отстоялся 1 см темного осадка, в толще воды сохранялась некоторая мутноватость. 4 последовательные измерения на 22-ой день дали удивительный результат (строки 27-30): за час с небольшим отрицательный потенциал вырос с -160 мВ до -385 мВ и после этого стал медленно снижаться. Подобное спонтанное изменение ОВП на соках овощей и фруктов, а также на урине описано в работе Щепак [2008]. Через 8,6 месяца эта вода сохранила отрицательный ОВП -92 мВ.

Заключение

Измерение ОВП перспективно для мониторинга геодинамических процессов, для оценки и контроля качества воды, для поиска углеводородов и других целей.

Литература

- 50 років Українському державному геологорозвідувальному інституту (1957-2007 рр.). Ювілейний довідник. – К.: УкрДГРІ. – 2007. – 236 с.
- Стащук М.Ф. Проблема окислительно-восстановительного потенциала в геологии – М.: Недра. – 1968. – 209 с.
- Шнюков Е.Ф., Кутний В.А., Рыбак Е.Н. Камень ночи – К.: ОМГОР НАНУ. – 2009. – 64 с.
- Щепак В.М. Проблема лечебного начала минеральной воды „Нафтуся” № 1 курорта Трускавец и новые пути её решения // Геофиз. журн. – 2004. – Т. 26, № 4. – С. 85-99.
- Щепак В.М. „Живая” правда о „живой” воде // Геофиз. журн. – 2008. – Т. 30, № 2. – С. 91 – 115.

ОКИСНО-ВІДНОВНІ ПОТЕНЦІАЛИ ДЕЯКИХ ПРИРОДНИХ ВОД КРИМУ

І.І. Рокитянський, Б.К. Старух

Окисно-відновний потенціал (ОВП) є важливим, але поки мало вивченим фізико-хімічним параметром природних та перетворених людиною вод. Представлені результати вимірів ОВП, рН та сумарної концентрації іонів декількох природних джерел у Кримських горах та на двох свердловинах з від’ємним ОВП. Води останніх аналогічні цілющій „Нафтусі” Трускавецького курорту.

Ключові слова: окисно-відновний потенціал (ОВП); природні води; Крим.

THE OXIDATION-REDUCTION POTENTIALS OF SOME CRIMEAN NATURAL WATERS

I.I. Rokityansky, B.K. Starukh

The oxidation-reduction potential (ORP) is important, but yet poorly studied physicochemical parameter of natural and man transformed waters. The results of in situ measurements of ORP, pH and total concentration of ions of several natural springs in the Crimean mountains and at two wells with a negative ORP (similar to the healing water „Naftusia” of Truskavets resort) are presented.

Key words: oxidation-reduction potential (ORP); natural waters; Crimea.

¹Інститут геофізики ім. С.І. Субботина НАН України, г. Київ
²Кримський Природний Заповідник, г. Алушта