

ИЗВѢСТІЯ
Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.
т. 10. 1908. № 2.

III.

Д. П. Турбаба.

КЪ ВОПРОСУ О СОСТАВѢ СИБИРСКИХЪ МИНЕРАЛЬНЫХЪ ВОДЪ.

1—6.

Къ вопросу о составѣ сибирскихъ минеральныхъ водъ.

Въ концѣ іюля 1904 г. я забралъ для производства химическаго анализа воды изъ озера Ши́ра и близъ лежащихъ Иткуль и Бильо. Въ то же время благодаря любезному содѣйствію А. А. Баррока (которому приношу свою искреннюю благодарность), я получилъ двѣ обыкновенныхъ бутылки съ водой изъ озера Учума, лежащаго приблизительно въ 80 верстахъ отъ озера Ши́ра. На этомъ озерѣ Учумѣ за годъ или за два открытъ также (примитивный) курортъ. На мѣстѣ не было произведено почти никакихъ испытаній этихъ водъ, анализъ ихъ начать только въ срединѣ августа 1904 г., по возвращеніи моемъ въ Томскъ.

Методы анализа обычные (см. напр. „Руководство къ изслѣдованію воды“ В. А. Гемиліана, Варшава, 1906 г.), отступленіями же отъ вышеупомянутаго руководства были, напр., опредѣленіе магнія по новѣйшему методу Neubauer'a (см. Treadwell, Quantitativ Analyse, 1902), да первая операція при опредѣленіи щелочей—прибавка хлористаго барія для удаленія всей сѣрной кислоты.

I. Озеро Ши́ра.

Взяты и вода изъ купальни, т. е. около самаго берега, и вода, которую пьютъ посѣтителі курорта, т. е. набранная въ значительномъ разстояніи отъ берега и профильтрованная. Удѣльный вѣсъ и той, и другой воды одинаковъ; при 21,9° Цел. равенъ 1,0161.

Изслѣдована только вода для питья.

1 литръ ея содержитъ въ граммахъ (непосредственныя данныя анализа)

	Грамм.
• Плотнаго остатка, высушеннаго при 100° Цел.	22,300
„ „ „ „ 180° „	22,040
„ „ прокаленнаго <i>не сильно</i> . .	19,760
Азотистой кислоты (N ₂ O ₃)	нѣтъ
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ (вмѣстѣ)	0,015
CaO (извести)	0,094
MgO (магnezіи)	2,500

	Грамы.
KCl (хлористаго калия)	0,360
NaCl (" натрія)	10,830
Cl (хлора)	2,490
SO ₃ (сѣрнаго ангидрида)	9,191
CO ₂ (углекислоты связанной)	0,120

Примѣчанія. Реакція воды щелочная. Углекислота, связанная, опредѣлялась долговременнымъ—въ теченіе нѣсколькихъ часовъ—кипаченіемъ опредѣленнаго объема воды, а затѣмъ обычно—дѣйствіемъ соляной (или сѣрной) кислоты и улавливаніемъ углекислоты натристою известью.

Особенное вниманіе обращено на опредѣленіе щелочей. Сумма ихъ—въ видѣ хлористыхъ—найдена въ 11,190 гр. на литръ, какъ среднее изъ 4 хорошо сходящихся опредѣленій. Это число провѣрено еще тѣмъ, что опредѣленный объемъ воды испаренъ съ избыткомъ сѣрной кислоты, остатокъ прокаленъ до постояннаго вѣса, и изъ этого вѣса вычтены другія сѣрносоели (CaSO₄ и MgSO₄) и SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃, согласно вышеприведенному анализу. Зная количество калия, нахожу изъ вѣса этихъ щелочныхъ сѣрносоелей, что хлористыхъ натрія и калия должны получить изъ 1 литра 11,150 гр. Студ. Приваловъ получилъ также довольно близкое число: изъ 1 литра получается KCl + NaCl—10,92 гр., но онъ самъ признаетъ, что баріевы соли еще удержали нѣкоторое количество щелочей.

Вопросъ о томъ, какія кислоты въ водѣ соединены съ какими именно основаніями, вопросъ неразрѣшимый (напр., въ данномъ случаѣ, когда имѣется 3 кислоты и 4 основанія), отпадаетъ по новѣйшимъ возрѣніямъ, такъ какъ въ водѣ въ наибольшемъ количествѣ находятся свободные іоны. Поэтому выражаю въ іонахъ. Тогда 1 литръ воды озера Шира содержитъ іоновъ въ граммахъ:

	Іоны въ граммахъ.		Іоны въ граммахъ.
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ *).	0,015	—	
+		Cl	2,490
Ca	0,067	—	
+		CO ₃	0,163
Mg	1,500	—	
+		SO ₄	11,029
K	0,189		
+			
Na	4,265	Сумма	19,718

*) Въ виду малаго вѣса не стоитъ перечислять на іоны.

Согласіе съ вѣсомъ прокаленного плотнаго остатка прекрасное. Почти ту же сумму, именно 19,823 гр., получаемъ, если, предположивъ, что весь хлоръ соединенъ съ натріемъ, остающіяся количества основаній выразить въ видѣ безводныхъ окисловъ. Мой анализъ (1904 г.) наиболѣе подходитъ къ анализу Н. С. Касторскаго въ 1901 г. (см. брошюру А. Бычкова—„Лечебное озеро Шира“) и показываетъ, если сравнить анализы проф. Лемана 1890 г., проф. Е. В. Вернера 1895 г., Н. С. Касторскаго 1901 г. и Д. Турбаба 1904 г., что вода озера Шира довольно быстро обогащается своими главными составными частями: хлоромъ, сѣрною кислотой, сѣрнокислыми натріемъ и магніемъ. Ясное различіе моего анализа и анализа Н. С. Касторскаго заключается въ томъ, что 1) калий *безспорно* по моимъ опредѣленіямъ находится въ водѣ Шира, тогда какъ Н. С. Касторскій говоритъ, что „ни въ осадкѣ, ни въ фильтратѣ не обнаружено вовсе калия“*) (А. Бычковъ, стр. 13), и 2) количество связанной углекислоты по моему приблизительно въ три раза меньше, чѣмъ у Н. С. Касторскаго.

II. Озеро Бильо.

Оно состоитъ изъ 2 озеръ, соединенныхъ довольно узкимъ каналомъ. Изслѣдована вода изъ озера Бильо дальняго, если ѣхать отъ Шира.

Реакція воды ясно щелочная. Удѣльный вѣсъ при 22° Цел. равенъ 1,0063.

1 литръ воды содержитъ въ граммахъ (непосредственныя данныя анализа)

	Грамм.
Плотнаго остатка, высушеннаго при 115° Цел.	9,520
„ „ „ „ 180° „ .	9,330
„ „ прокаленного <i>не сильно</i> . .	8,400
Углекислоты (CO ₂) связанной	0,125
Сѣрной кислоты (SO ₃)	3,892
Хлора (Cl)	0,893
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ + SiO ₂ + CaO	0,025
Азотной кислоты (N ₂ O ₅)	0,007
Окиси магнія (MgO)	1,051
KCl + NaCl можно получить изъ 1 литра . .	5,340

Примѣчнія. Амміакомъ и щавелевокислымъ аммоніемъ осаждены разомъ окислы алюминія, желѣза, кальція и кремнія и не раздѣлены въ виду незначительнаго ихъ количества сравнительно съ

*) Проф. Леманъ нашелъ тамъ калий.

остальными составными частями плотного остатка. Мой анализъ очень близокъ къ анализу Ф. В. Людвига 1899 г. („Матеріалы къ изученію химическаго состава нѣкоторыхъ горько-соленыхъ озеръ степей Минусинскаго округа“, Юрьевъ, 1903 г.), только и здѣсь замѣчается за 5 лѣтъ увеличеніе плотнаго остатка; увеличились, хотя и немного, количества хлора, сѣрной кислоты и натрія. Калій не опредѣленъ, даже качественно, по недосмотру моему, и полученные хлористые щелочные металлы приняты за чистый хлористый натрій (впрочемъ отъ этого, по всей вѣроятности, вводится ничтожная погрѣшность, такъ какъ всѣ озера около Ширы содержатъ калия гораздо менѣе, чѣмъ натрія).

Выражая въ іонахъ главныя составныя части, имѣю:

1 литръ содержитъ іоновъ въ граммахъ

Іоны въ граммахъ.		Іоны въ граммахъ.	
$\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2^*)$	0,025	SO_4^-	4,670
NO_3^-	0,008	Mg^+	0,631
Cl^-	0,893	Na^+	2,102
CO_3^-	0,170	Сумма	8,499

Эта сумма очень близко сходится съ вѣсомъ прокаленного плотнаго остатка.

III. Озеро Учумъ.

Реакція ясно щелочная. Удѣльный вѣсъ при 22,0° Цел. равенъ 1,0195.

1 литръ содержитъ въ граммахъ (непосредственныя данныя анализа)

	Граммы
Плотнаго остатка, высушеннаго при 100° Цел.	24,650
„ „ „ „ 180° „	24,570
„ „ прокаленного <i>не сильно</i>	24,020
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (вмѣстѣ)	0,004
Сѣрной кислоты (SO_3)	10,020
Хлора (Cl)	2,495

*) Такъ же, какъ и выше, въ виду малаго количества не перевожу въ іоны.

	Грамм.
Углекислоты (CO ₂) связанной	1,060
Извести (CaO).	0,025
Магнезійи (MgO)	0,508
Хлористаго калия (KCl).	0,627
Хлористаго натрія (NaCl)	19,773

Примѣчанія. Опять, какъ и при анализѣ воды озера Шира, особенное вниманіе обратилъ я на опредѣленіе щелочей: сумма хлористыхъ калия и натрія, равная 20,400 гр., взята какъ среднее изъ трехъ хорошо сходящихся опредѣленій. Выражая въ іонахъ, имѣю:

1 литръ содержитъ іоновъ въ граммахъ

	Іоны въ граммахъ.		Іоны въ граммахъ.
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,004	+	
—		Mg	0,305
Cl	2,495	+	
—		K	0,329
CO ₃	1,446	+	
—		Na	7,774
SO ₄	12,024		
+			
Ca	0,018	Сумма	24,395

IV. Озеро Иткуль.

Вода его служитъ, какъ обыкновенная питьевая вода, для посѣтителъ курорта Шира. Оно лежитъ отъ озера Шира приблизительно въ трехъ верстахъ. Вода взята изъ водокачки, поставленной около самаго берега. Вода безцвѣтна, прозрачна и не имѣетъ запаха.

1 литръ содержитъ въ граммахъ

	Грамм.
Плотнаго остатка, высушеннаго при 100° Цел.	0,686
” ” ” ” 180° ”	0,675
Кремневой кислоты (SiO ₂).	0,006
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ (повидимому, желѣза меньше, чѣмъ глинозема)	0,0033
Амміака (NH ₃).	нѣтъ.
Азотистой кислоты (N ₂ O ₃).	ясные слѣды.
Азотной кислоты (N ₂ O ₅)	ясные слѣды.
Органическихъ веществъ столько, что они тре- буютъ для своего окисленія кислорода	0,0039

	Грамм.
Хлористаго натрія (NaCl)	0,0580
Извести (CaO).	0,0427
Магnezіи (MgO)	0,1323
Окиси калия (K ₂ O)	0,0107
Окиси натрія (Na ₂ O)	0,1156
Сѣрной кислоты (SO ₃)	0,0900
Углекислоты (CO ₂) связанной	0,0600

Примѣчанія. Количество хлора—0,0346 гр.,—опредѣленное по вѣсу хлористаго серебра, я далъ здѣсь въ видѣ хлористаго натрія (NaCl), т. е. весь хлоръ соединилъ съ натріемъ, оставшееся количество натрія далъ, какъ окись натрія (Na₂O). Воды, къ сожалѣнію, я забралъ мало—около 3 литровъ—и, когда *случайно* я испортилъ опредѣленіе магнія, то не смогъ поэтому его повторить; данное число магnezіи—0,1323 гр.—представляетъ только *minimum*, т. е. часть магnezіи мною *потеряна*. Вода Иткуля, къ сожалѣнію, загрязняется: скотъ, входя въ озеро, пьетъ около водокачки. Забирая воду, я самъ наблюдалъ это. Потому-то органическихъ веществъ больше, чѣмъ обыкновенно принимаютъ для нормальной питьевой воды*) (см. Гемиліант, „Руководство къ изслѣдованію воды“, стр. 10). Оригинально въ водѣ озера Иткуль вѣсовое отношеніе магnezіи къ окиси натрія: въ озерахъ Шира и Бильо натрій сильно преобладаетъ надъ магніемъ, въ озерѣ Иткуль преобладаетъ магній.

Кромѣ того, мною опредѣлена электрическая проводимость въ омахъ водъ озеръ Шира и Учумъ. Оказалось, что цилиндры водъ въ 1 метръ длины и 1 квадратный миллиметръ поперечнаго сѣченія имѣютъ проводимость въ омахъ при 18,2° Ц.

Шира	0,000001865
Учумъ	0,000002379

*) Нормальная вода для окисленія своихъ органическихъ веществъ не должна требовать кислорода *болѣе* 0,0025 гр.