Инж.-техн. И. В. Геблер.

Некоторые соляные озера Кокчетавского уезда.

Из лаборатории химической технологии красящих и волокнистых веществ Томского Технологического Института.

(К тексту 1 диаграмма).

Летом 1923 г. автор настоящей заметки посетил курорт «Боровое» и ближайшие его окрестности, участвуя в бальнеологической экспедиции проф. *М. І. Курлова.* Задачей экспедиции было исследование соляных и грязевых озер в районе «Боровое» в целях использования их для лечебно-курортного дела.—Этот край изобилует небольшими озерами, в той или другой степени минерализованными.—С вершины горы Кок-чет-тау (Синюха), поднимающейся на 1000 метров над самым курортом «Боровое», можно видеть до 70 озер, расположенных в степной местности к С и СВ от курорта. Экспедицией были обследованы наиболее интересные из этих озер и притом ближайшие к «Боровому». Взятые образцы озерных вод были анализированы автором [1]) в лаборатории красящих и волокнистых веществ Томского Технологического Института. Краткое описание озер и результаты анализов приводятся ниже.

Озеро Балпаш. Это название было приурочено экспедицией к самому большому озеру из тесной группы озер, расположенной килом. в 20 к С от «Борового»; киргизы же из окрестных кочевий словом «Балпаш» называют все озера этой группы и повидимому самую местность. Оз. Балпаш имеет около 5 километров длины при ширине километра $2^1/_2$; длинник его имеет направление Ю—С.—Около озера слышится слабый запах сероводорода; на дне озера имеется грязь, но в незначительном количестве и при том плохого качества с включениями боле или менее крупных частиц обломочного материала.

Озеро было посещено 22 июля.

Анализ воды озера Балпаш:

Уд. вес	: 1,0298 при t = 13,5° С.
Реакция	: слабо щелочная.
Прозрачность . .	: полная.
Окраска	: бесцветная.
Запах	: нет.
Вкус	: горьковато-соленый.

Один литр воды содержит:

Ионы—Mgr.	Эквиваленты—Mgr.
$Na^{\cdot}$ 10674,1	 464,1
$Mg^{\cdot\cdot}$ 1500,3	 125,0
$Ca^{\cdot\cdot}$ 488,0	 24,0
SO_4'' 8042,9	 167,5
Cl' 16296,2	 460,3
SiO_3'' 152,1	 4,0
HCO_3' 154,0	 2,5

Полный остаток [2]): 39870,0.

Потеря при прокаливании » : 3350,0.

Таким образом вода оз. Балпаш является *галоидной* с преобладанием натрия над прочими катионами.

---

[1]) Кроме одного образца, анализ которого был сделан инж. *М. Н. Михайловым.*

[2]) Плотный остаток всегда высушивался при t : 130° С.

Озеро Балпаш-сор.—Бок о бок с Балпашем к ЮЗ от него за невысокой холмистой гривой расположена котловина, имеющая форму цирка; средина ее занята небольшим озером, имеющим в поперечнике около $^3/_4$ километра. Киргизы называют его Балпаш-сор [1]). Озеро это очень мелко, слой рапы не более 0,5 метра в самых глубоких участках, а у берегов значительно менее; для того, чтобы взять пробу воды для анализа, необходимо было отойти от берега по крайней мере метров на 60. На дне озера имеется грязь синевато-черного цвета довольно мягкая и нежная с запахом сероводорода, глубина слоя которой у берегов около 0,4 метра. Широкая полоса сырой грязи на берегах озера свидетельствует о значительном его усыхании за время летних жаров; быть может, в связи с очень малым количеством воды, озеро это вообще находится на пути к исчезновению. Температура воды в озере 22-го июля в 5 ч. вечера была 26,0° С. (t воздуха = 23,0° С.). Вода при этой температуре представляет насыщенной раствор солей, выделяя при охлаждении кристаллы десятиводного гидрата сернокислого натрия $Na_2SO_4 . 10 H_2O$, что было установлено анализом кристаллического осадка, количество которого, конечно, возрастает с понижением температуры; в связи с этим и состав рапы озера непостоянен. Для анализа вода нагревалась до 27°С, при этой температуре отбиралась определенная порция и разбавлялась дестиллированной водою; из такого раствора делались количественные отборы для соответствующих определений. Кроме того для разных температур были сделаны определения содержания SO_4'' в неразбавленной воде, на основании которых вычислен состав озерной воды для этих температур.

Анализ воды оз. Балпаш-сор:

Уд. вес . . . : 1,2492 (t=27,0°С).	Окраска . : желтоватая.
Реакция . . . : слабо щелочная.	Запах . . : неприятный.
Прозрачность . : мутная.	Вкус . . : горько соленый.

Один литр воды содержит (27,0°С):

Ионы—мгр.		Эквиваленты—м/гр.	
Na' . . .	104213,0	. . . . .	4531,0
Mg'' . . .	16564,3	. . . . .	1380,3
Ca'' . . .	4260,0	. . . . .	213,0
SO_4'' . . .	88245,3	. . . . .	1838,4
Cl'	148858,5	. . . . .	4194,0
SiO_3'' . . .	1200,0	. . . . .	31,5
CO_3'' . . .	1260,0	. . . . .	42,0
HCO_3' . .	1860,0	. . . . .	30,5

Плотный остаток : 386930,0.

Потеря при прокаливании » : 33880,0.

Количество ионов Na. и SO_4'', изменяющееся при более низких температурах, вследствие кристаллизации глауберовой соли, показано в нижеследующей таблице:

Температ. воды.	0°С.		5°С.		10°С.		16°С.	
Мгр. в 1 литре.	Ионы.	Эквиваленты.	Ионы.	Эквиваленты.	Ионы	Эквиваленты	Ионы.	Эквиваленты.
Na'	72282,1	3142,7	73743,1	3206,2	85236,2	3705,9	96097,2	4178,1
So_4''	21721,9	452,5	24766,3	515,9	48709,8	1014,7	71336,8	1486,2

[1]) Словом «Сор» киргизы обозначают горько-соленые озера с грязью, вода которых издает дурной запах.

Как видно из приведенных цифр, по характеру воды озеро Балпаш-сор принадлежит также к галоидным с большим, однако, содержанием сернокислых солей. Обращает внимание также значительное содержание солей магния; если все количество магния представить в виде сернокислой соли, то таковой получится 17,42% от веса плотного остатка.

Озеро Молдабай-сор—находится в 25 килом. к С от курорта Боровое; оно вытянуто в направлении ЮЗ—СВ приблизительно на 4 километра при ширине около 2. Вода его имеет слабый неприятный запах, в котором слышится сероводород; грязи однако имеется незначительное количество и при том дурного качества—грубая и песчанистая. Температура воды 22 июля в 1 час дня была 22,5°; термометр в воздухе в тоже время показывал 18,0°С. Планктон озера представлен слабо, у берегов заметны лишь в небольшом количестве какие то маленькие личинки. В окружающей степи, сухой и каменистой, в изобилии растет лакричник (солодковый корень—Glycyrrhiza sp.).

Анализ воды оз. Молдабай-сор:

Уд. вес . . . : 1,0660 (t=15,5°С).	Окраска . : бесцветная.
Реакция . . . : слабо щелочная.	Запах . . : неприятный.
Прозрачность . : полная.	Вкус . . : горьковато-соленый.

Один литр воды содержит:

Ионы—мгр.		Эквиваленты—мгр.
$Na^{\cdot}$ . . .	21413,2	 931,01
$Mg^{\cdot\cdot}$ . . .	5874,6	 489,55
Ca	1535,0	 76,75
SO_4'' . . .	6031,2	 125,65
Cl'	48188,6	 1357,42
CO_3'' . . .	79,2	 2,64
HCO_3' . .	235,4	 3,86

Плотный остаток: 95736,0.

Потеря при прокаливании » : 14860,0.

Характер озерной воды—галоидный. Очень значительно относительное содержание магнезиальных солей, при чем, как видно из таблицы эквивалентов, количество ионов SO_4'', имеющихся в воде, может связать maximum (предполагая все количество SO_4'' связанным с $Mg^{\cdot\cdot}$) 25% всего магния; таким образом minimum 75% всех ионов Mg должны находится в рапе описываемого озера в виде хлористой соли.

Озеро Базарбай-сор—приблизительно одинаковых размеров с предыдущим находится от него килом. в 3-х к ЮВ; в отношении грязи озеро не представляет никакого интереса. Температура воды 27/VII в 2 ч. дня была 21,5°; темпер. воздуха 27,°С.

Анализ воды озера Базарбай-сор:

Уд. вес . . . : 1,0170 (t : 14,°С).	Окраска . : бесцветная.
Реакция . . . : шелочная.	Запах . . : нет.
Прозрачность . : полная.	Вкус . . : солоноватый.

Один литр воды содержит:

Ионы—мгр.		Эквиваленты—мгр.
$Na^{\cdot}$ . . .	7675,1	 333,7
$Mg^{\cdot\cdot}$ . . .	341,2	 28,4
$Ca^{\cdot\cdot}$ . . .	346,4	 17,3
SO_4'' . . .	4320,0	 90,0
Cl'	10189,6	 287,0

SiO_3'' . . .	228,0	. . . . .	6,0
CO_3'' . . .	231,0	. . . . .	7,7
HCO_3' . .	49,1	. . . . .	0,8

Плотный остаток: 23504,0.
Потеря при прокаливании » : 1532,0.

Характер воды озера—галоидно-натровый.

Озеро Джанибек-сор.—Это маленькое, имеющее в поперечнике при округлой почти форме около $^3/_4$ километра, озеро находится в 15 килом. от Борового к С.-В. в котловине между невысокими холмами; оно очень мелко и, повидимому, сильно усыхает во время летних жаров особенно с западной стороны, напоминая в этом отношении вышеописанное оз. Балпаш-сор, с которым оно сходно также по большому количеству хорошей грязи, толстым слоем лежащей на дне озера. Температура воды и воздуха 27 июля в 4 ч. дня 29,0° С.

Анализ воды оз. Джанибек-сор:

Уд. вес	: 1,1438 (t=14,0° С).	Окраска	: желтовато-зеленая.
Реакция	: слабо щелочная.	Запах	: нет.
Прозрачность:	полная.	Вкус	: горько-соленый.

Один литр воды содержит:

Ионы мгр.		Эквиваленты—мгр.	
Na' . . .	68917,2	. . . . .	2996,4
Mg'' . . .	1069,4	. . . . .	89,1
Ca'' . . .	2392,9	. . . . .	119,6
SO_4'' . . .	60064,4	. . . . .	1251,3
Cl' . . .	68449,7	. . . . .	1927,9
SiO_3'' . . .	1593,8	. . . . .	41,9
CO_3'' . . .	следы	—	—
HCO_3' . . .		—	—

Плотный остаток : 202800,0.
Потеря при прокаливавании « : 25200,0.

Озеро по характеру воды является галоидно-сульфатно-натровым.

Озеро Ак-туз-сор. Приблизительно в 15 килом. к С от курорта «Боровое» между системою Балпашских озер и Джанибек-сором находится Глауберовое озеро, которое киргизы называют двояко: Ак-туз-сор и Ораз-Улькун-сор. Длину этого озера, вытянувшегося с С.-В. на Ю.-З., нужно полагать от $1^1/_2$ до 2 километров при ширине около одного километра. Озеро представляет собою сплошной слой бузуна, состоящего из водного сернокислого натра, над которым слой рапы не превышает 0,3—0,4 метра, нигде, повидимому, не достигая большей глубины; в некоторых же участках озера соляной пласт на значительном протяжении является вовсе обнаженным. Мощность этого пласта за неимением буровых инструментов не была определена [1]). 22 июля в 2 ч. дня температура соляного раствора в 20 саженях от берега была 27,0°С (t воздуха: 24,5° С). По анализу взятой в этих условиях пробы характер и состав такого раствора оказался следующим:

Уд. вес	: 1,1810 (t=30,0°с).	Окраска	: желтоватая.
Реакция	: нейтральная.	Запах	: неприятный.
Прозрачность:	мутная.	Вкус	: горько-соленый.

[1]) Проф. *П. П. Орлов*, посетивший оз. Ук-туз-сор в 1920 году, сообщает, что толщина пласта соли им найдена была в одном месте около 18 вершков, при чем в толще соляного пласта обнаружен слой грязи в 8,5 вершков.

В одном литре содержится:

Ионы—мгр.		Эквиваленты—мгр.	
$Na^{\cdot}$ . . .	71672,0	. . . . .	3116,2
$Mg^{\cdot\cdot}$ . . .	6167,2	. . . . .	513,9
$Ca^{\cdot\cdot}$ . . .	1514,4	. . . . .	75,7
SO_4'' . .	113382,0	. . . . .	2362,1
Cl' . . .	48056,0	. . . . .	1353,7
SiO_3'' . . .	Нет	—	—
CO_3'' . . .	следы	—	—
HCO_3' . .			

Плотный остаток : 247760,0.
Потеря при прокаливании « : 25760,0.

Таким образом рапа описываемого озера представляет собою насыщенный раствор сернокислого натра в растворе других солей, из которого при понижении температуры выпадают кристаллы глауберовой соли—$Na_2SO_4 . 10 H_2O$, что было установлено анализом промытых водой и обсушенных кристаллов.

Анализ соли:

H_2O	:	57,68%
SO_4''	:	29,91%
Cl'	:	следы
$Na^{\cdot}$	:	14,15%.

Во 2-ом томе Технической химии *Н. Н. Любавина* (с. 175) имеется указание на то, что по наблюдениям Kosmann'a из насыщенного раствора глауберовой соли хлористый натрий осаждает безводный сернокислый натр; это же наблюдается и для некоторых озер (см. там же с. 179).

В описываемом же случае при данном составе рапы мы не видим подтверждения такого правила: сернокислый натр выделяется из соляного раствора в виде десятиводного гидрата и при этом в химически чистом состоянии. Последнее обстоятельство можно поставить в связь с высокою чистотою природных мирабилитов, содержание посторонних солей в которых нередко бывает значительно меньше, нежели в заводском сульфате [1]).

Для установления зависимости кристаллизации глауберовой соли от температуры, при данном составе соляного раствора, были сделаны во взятом образце озерной воды определения SO_4'' при разных температурах; полученные при этом цифры приводим в нижеследующей таблице:

SO_4'' в 1 литре мгр.

0°	5°	10°	14°	18°	23°
23367,5	30443,6	45419,6	68999,8	87712,0	102644

Вычисленное на основании этих данных количество выпадающего сернокислого натра дает представление о кристаллизации этой соли и составе озерной воды при изменении температуры, что изображено на прилагаемой диаграмме.

---

[1]) Ср. статью Проф. *В. И. Минаева*: «Тускольская залеж мирабилита, как возможный центр содовой индустрии Кузнецко-Алтайской Пром. Области».—Вестник Об-ва Сибирских Инженеров. Т. V. Вып. 1.

Несколько лет тому назад на оз. Ак-туз-сор глауберова соль добывалась гр. Меньшиковым в количестве около 50000 пудов в год; водная соль прокаливалась в печах и в обезвоженном виде отправлялась в гор. Петропавловск на стеклянный завод. От озера до ближайшей ж.-дорожной станции Алексеевской Кокчетавской ж.-дороги около 60 верст; степная дорога в твердом хрящеватом грунте очень хороша и вполне удобна для автомобилей. Вообще грунтовые дороги в степях Кокчетавского уезда безукоризненны; это дало возможность установить в последнее время правильное автомобильное сообщение в Боровском районе и связать курорт таким образом с Омском и Петропавловском. Все вышеописанные озера очень доступны в смысле подъезда к ним; мы объезжали их на автомобиле, не редко без дорог, что однако не затрудняло движения.

Озеро Май-балык. Подъезд к этому озеру, расположенному от курорта «Боровое» в 10 килом. к С.-З., может быть сделан двояким путем, при чем ближайший из них очень неудобен; колесная дорога проложена по каменистому северо-восточному склону хребта Кок-чет-тау в сосновом лесу среди гранитных обнажений вдоль берега озера Большого Чебачьего (слабо минерализованного), имеющего около 15 верст длины. Переезд по этой дороге, заваленной гранитными валунами, при часто встречающихся крутых спусках и подъемах, чрезвычайно труден и гибелен для экипажей, а потому дорогой этой можно пользоваться, собственно говоря, лишь для езды верхом. Другая дорога на Май-балык идет степями в объезд Кок-чет-тау: она вполне удобна и доступна для проезда в автомобиле, но путь этот гораздо длиннее—до 30 километров.

Озеро Май-балык имеет до 2-х километров длины при ширине метров в 300-400; длинник его имеет направление Ю.-З.—С.-В.; глубина, повидимому, значительна: по крайней мере уже в нескольких метрах от берега нога не достает дна. Температура воды в озере 18 июля в 4 часа дня была 21,0°С (t воздуха 24,0°С). Грязи в озере ничтожное количество и качество ее не удовлетворительно. Проба воды была взята в юго-западном углу озера метрах в 5 от берега.

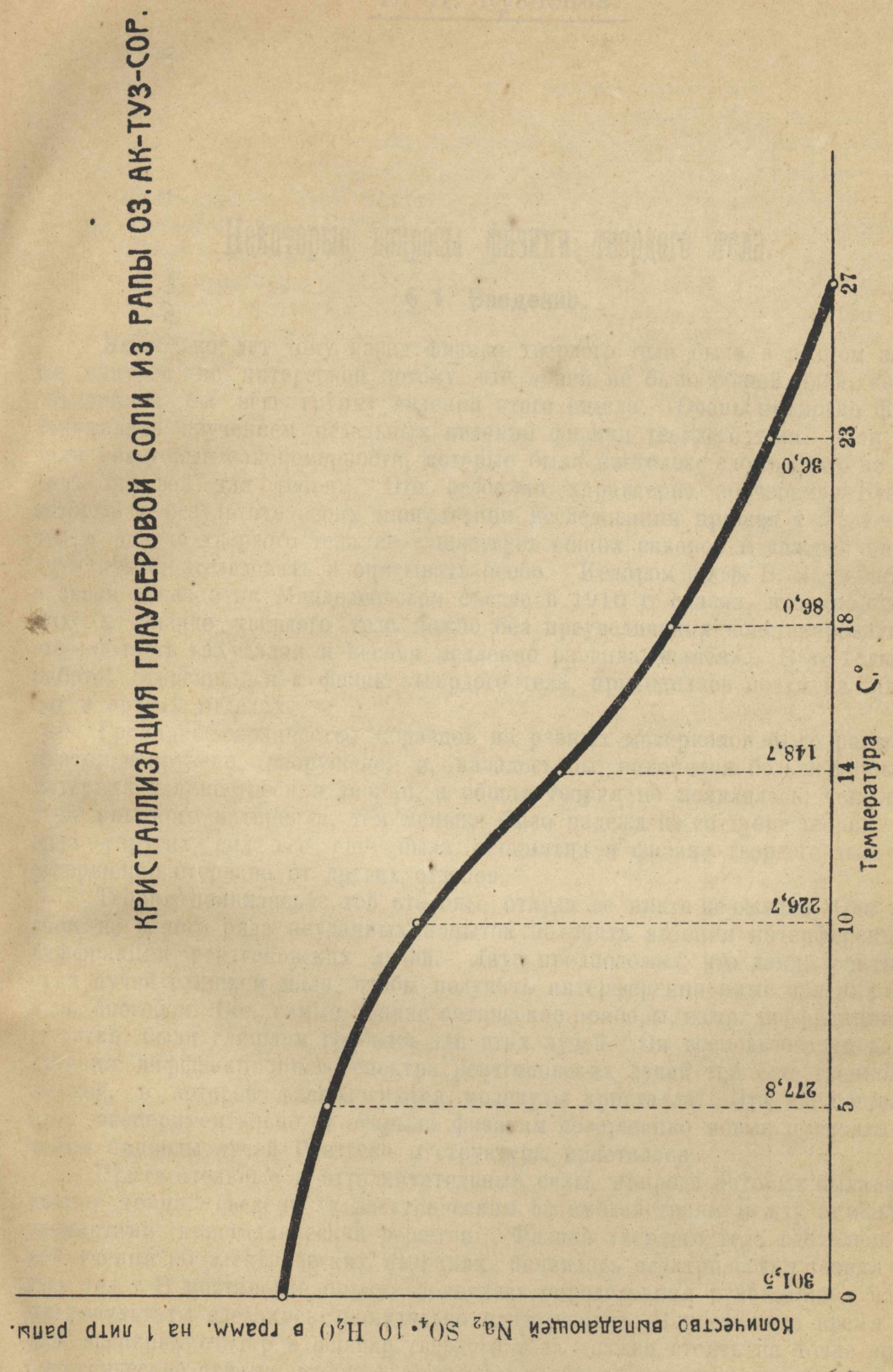
Анализ воды озера Май-балык:

(Сделан инж. *М. Н. Михайловым*).

Уд. вес	:	1,0064	Окраска	:	безцветная
Реакция	:	щелочная	Запах	:	нет
Прозрачность	:	полная	Вкус	:	солоноватый.

Один литр воды содержит:

Ионы—мгр.		Эквиваленты—мгр.
$Na^{\cdot}$ . . .	2296,54	 95,50
$Mg^{\cdot\cdot}$ . . .	487,8	 40,12
$Ca^{\cdot\cdot}$ . . .	31,5	 1,58
$Al^{\cdot\cdot\cdot}$ . . .	32,9	 3,63
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ . . .	следы	. . . . . —
SO_4'' . . .	1186,4	 24,70
Cl' . . .	3607,9	 101,74
CO_3'' . . .	202,2	 6,74
HCO_3' . . .	525,6	 8,61
Плотный остаток	:	8920,0.
Потеря при прокаливании	«	: 1396,0.

100 к. с. воды требуют для нейтрализации 24,00 к. с. $^1/_{10}$ N HCl. По характеру воды оз. Май-балык можно отнести к *слабощелочно-соляным*.

К статье И. В. Геблера: „Некоторые соляные озера Кокчетавского уезда"