

Е.М.Видинеева

СОЛЕВОЙ БАЛАНС АРНАСАЙСКОГО ВОДОЕМА

Арнасай - обширная впадина, занятая солончаками (около 60% территории), пустынными песчаными солончаковатыми почвами и соляным озером Тузкане. Эта впадина находится на территории Узбекской ССР юго-западнее Чардаринского водохранилища. Северной границей впадины являются пески Кызылкумы, южной - фаринская степь, занимающая предгорную равнину северных склонов Нуратинского хребта. С востока впадина замыкается Голодностепным плато.

При пропуске паводков р. Сырдарьи через Чардаринское водохранилище с расходами свыше $1500 \text{ м}^3/\text{сек}$ в эту впадину осуществляется сброс излишков воды. Наибольшими такие сбросы были в катастрофически многоводном 1969 г. и в начале 1970 г., когда впадина была заполнена.

По поручению института "Средазгипроводхлопок" группа ландшафтоведов-геохимиков географического факультета ТашГУ им.В.И. Ленина в августе 1970 г. изучала химический состав почв и грунтов Арнасайской впадины и произвела гидрохимическую съемку водоема в ней. Автор принимал участие в этих работах.

К моменту съемки вода в Арнасайской чаше стояла лишь второй год, шел процесс химического созревания ее. В этот период, как

известно, происходит формирование новых грунтов дна водохранилища, в процессе которого почвы, вступая в обмен с водой, меняют химический состав воды [1].

Химические реакции между слоями воды и грунта, чрезвычайно интенсивные вначале, постепенно затухают по мере накопления нормальных донных отложений и коагуляции дна, но в первые 1-2 года из грунтов дна в воду может перейти от 70 до 100% воднорастворимых солей [2,3].

Чтобы выяснить, какая из статей солевого баланса оказала влияние на формирование химического состава воды в Арнасайской впадине, был составлен солевой баланс за период наполнения впадины - с февраля 1969 г. по июль 1970 г. Компоненты солевого баланса получены перемножением объема воды, поступившей различными путями в чашу, на ее среднюю минерализацию.

Вода, сброшенная из Чардаринского водохранилища, имела в 1969 г. среднюю годовую минерализацию 0,85 г/л. Минерализация коллекторно-дренажных вод принята равной минерализации Центрального Голодностепского коллектора в 1969-1970 гг., так как его сток составляет более 50% стока дренажных вод во впадину. Она была равной 5 г/л. Средняя взвешенная по объему притока минерализация подземных вод, рассчитанная нами по данным отдела гидрологических исследований института "Средазгипроводхлоп", оказалось равной 2,02 г/л.

Всего за 18 месяцев сток солей в Арнасайскую чашу составил 30,39 млн. т.

Запас солей в Арнасайской впадине подсчитывался на основании данных гидрохимической съемки, проведенной нами в начале августа 1970 г. Съемка показала, что по степени минерали-

зации и поверхностных, и придонных вод Арнасайскую впадину, можно разделить на две неравные по площади части: юго-восточную - с повышенной минерализацией и северо-западную - с меньшей минерализацией. В юго-восточной части почвы были более засолены (шоры) и, кроме того, здесь располагалось соляное озеро Тузкане, минерализация рапы в котором превышала 90 г/л. Поэтому вода здесь в момент съемки оказалась в 2 - 2,5 раза более минерализованной, чем в остальной части впадины, и Мравна в среднем 4,38 г/л.

В северо-западной части чаши средняя минерализация воды составила 2,32 г/л.

Средняя минерализация всей чаши определена по следующей формуле:

$$M_{\text{ср}} = \frac{M_{\text{Ар.}} \cdot W_{\text{Ар.}} + M_{\text{Туз.}} \cdot W_{\text{Туз.}}}{W_{\text{пол.}}}$$

где M и W - средняя минерализация и объем воды соответственно района Тузкане и остальной чаши Арнасай, $W_{\text{пол.}}$ - объем воды во всей чаше.

Вычисленная таким образом средняя минерализация воды оказалась равной 2,73 г/л. Принимая указанную величину за расчетную, запас солей в Арнасайской впадине к моменту съемки получен в размере 51,8 млн. т.

В солевой баланс была введена еще одна приходная статья - выщелачивание солей из дна.

Авторы, занимавшиеся составлением солевых балансов озер и водохранилищ, подчеркивают, что в условиях засоленных земель выщелачивание солей из дна вновь созданных водоемов может сос-

тавлять значительную величину [2,3]. Вопрос о скорости выщелачивания солей, об их количестве чрезвычайно сложен. Ясно только, что вымывание легкорастворимых хлоридов, солей натрия и магния происходит довольно быстро. Так, А.Т. Морозов и И.А. Берниковская в результате опытов по промывке тяжелосуглинистых солонцеватых почв, выяснили, что через год хлориды, соли натрия и магния вымылись все [4].

Запас солей рассчитывался на основании почвенных карт Сырдарьинской и Самаркандской областей [5,6]. Судя по этим картам, дно Арнасайской впадины до затопления было занято шорами, солончаками остаточными и пустынными песчаными солончаковыми почвами. По картам путем планиметрирования было получено следующее распределение указанных почв (табл. I):

Таблица I.

Распределение почвенных разностей в Арнасайской впадине

№ пп	Типы почвы	Площадь распространения		Содержание солей в % к воздушносухой почве
		км ²	в % от общей площади.	
1.	Шоры.....	283	13,0	5,0
2.	Солончаки остаточные.....	1009	45,0	2,0
3.	Пустынные песчаные почвы солончаковые.....	819	37,4	0,1
4.	Водное зеркало оз. Тузкане.....	81	3,7	-

Солончаки остаточные, имевшие наибольшее распространение и занимавшие плоские понижения и невысокие бугры, засолены с

поверхности (в горизонте 0-10 см содержание солей I-I, 5%, ниже до 2 м I, 8-2%, засоление сульфатное). Грунтовые воды залегают глубже 3 м. По механическому составу это уплотненные супеси, легкие и средние суглинки.

Пустынные песчаные почвы залегают на песчаных и супесчаных буграх высотой до 5-7 м, а поэтому имели низкий уровень грунтовых вод (ниже 7-10 м). Несмотря на это, почвы с глубины I-I, 2 м засолены (I, 2 - I, 4% солей). Верхний слой мощностью I-I, 2 м лишен солей или слабо засолен (до 0, 3%). По-видимому, солевой горизонт в них является реликтовым.

Такое двухчленное строение почвенной толщи имеет важное значение для расчетов запасов солей в ней: если верхняя толща незасолена, то ее участие в водно-солевом обмене сравнительно невелико, хотя она занимала 37, 4% всей площади чаши. Засоление почв сульфатное. По механическому составу они супесчаные.

Шоры занимали только 13% площади, но их роль в солевом балансе важна, так как в поверхностных слоях они содержали много солей (3-8%). Эти почвы возникли в результате поднятия на поверхность сильно минерализованных грунтовых вод. Залегают они в глубоких понижениях, засоление почв сульфатное, по механическому составу почвы - средние, реже тяжелые суглинки.

С учетом приведенного в табл. I распределения почв во впадине запас солей S подсчитывался по формуле

$$S = \gamma \cdot V \cdot M,$$

где γ - объемный вес грунта в т/м^3 , V - объем слоя грунта, M - минерализация грунта в процентах. Расчеты представлены в табл. 2.

При составлении солевого баланса к количеству солей, выщелачивающихся из ложа, был прибавлен запас солей в рапе бывшего соляного озера Тузкане. Запас этот, по данным Узбекского Гидрогеологического треста, равен 5,58 млн.т.

Как следует из табл.3, в первые 18 месяцев существования Арнасайского водоема главными элементами солевого баланса были:

1. поступление солей с водой, сброшенной из Чардаринского водохранилища, составившее 30% приходной части;
2. выщелачивание солей из ложа водоема - 44% приходной части баланса;
3. принос солей коллекторно-дренажными водами, равный 17% прихода.

Таблица 2

Запас солей в почво-грунтах Арнасайской чаши.

№ пп	Горизонт, м	Объем грунта в горизонте млн.м ³	Объемный вес грунта т/м ³	Вес грунта, млн.т.	Минерализация грунта, %	Запас солей в почво-грунте
1	2	3	4	5	6	7

Шоры

1	0 - 0,3	84,9	1,4	119,0	5	5,95
2	0 - 0,5	125,5	1,4	175,6	5	8,78
3	0 - 1,0	283,0	1,4	396	5	19,80

Солончаки остаточные

4	0 - 0,3	302,7	1,45	438,0	2	8,76
5	0 - 0,5	504,5	1,45	731,6	2	14,63
6	0 - 1,0	1009	1,45	1460	2	29,20

I	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Пустынные песчаные почвы

7	0 - 0,3	245,7	1,52	373,7	0,1	0,37
8	0 - 0,5	409,5	1,52	623,0	0,1	0,62
9	0 - 1,0	819,0	1,52	1246	0,1	1,25

Суммарное содержание солей в донном горизонте всего ложа впадины

10	0 - 0,3					15,08
11	0 - 0,5					24,03
12	0 - 1,0					50,25

Таблица 3.

Солевой баланс Арнасайской чаши за период с февраля 1969 г. по июль 1970 г. (18 месяцев)

№ пп	Составляющие баланса	Объем воды млрд. м ³	Средняя мине- рализация во- ды кг / м ³	Количество солей млн. т.
I	2	3	4	5

Приходные статьи

1	Сбросы из Чардаринско- го водохранилища	24,62	0,85	20,91
2	Приток грунтовых вод	0,04	2,02	0,08
3	Выщелачивание солей из ложа чаши (80% за- паса солей в 0,5-мет- ровом слое грунта)			28,70
4	Приток по коллекто- рам	1,88	5,0	9,40

Сумма 26,54 54,09

I	2	3	4	5
Расходные статьи				
5	"Видимое испарение"	3,69		
6	Единовременные поте- ри на насыщение бор- тов и дна	3,36	0,85	2,85
7	Изменение запасов во- ды и солей(фактичес- кий запас к 10.УШ. 1970 г.)	19,0	2,73	51,8
Сумма		26,05		54,65
8	Невязка баланса:			
	абсолютная	0,49		0,56
	в % к приходу	1,8		1,1

Расход солей из впадины был единовременным при насыщении бортов и дна оразу же при ее наполнения, так как почвы во впадине хорошо водопроницаемы - коэффициенты фильтрации достигают нескольких метров в сутки, смыкание фильтрующихся вод с горизонтом подземных вод происходило практически мгновенно при наполнении впадины. Поэтому при расчете единовременных потерь солей из чаши была взята минерализация, равная средней минерализации воды, поступившей из Чардаринского водохранилища - 0,85 г/л.

Основная часть солей, поступивших в чашу, аккумулировалась в ней, поэтому минерализация воды в Арнасайской впадине оказалась к моменту съемки в 2-2,5 раза выше, чем минерализация воды, сброшенной из Чардаринского водохранилища. Увеличению концентрации солей в воде впадины способствовало также и испаре-

ние - за 18 месяцев испарилось 14% воды, поступившей в Арнасайское понижение поверхностным и подземным путем.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Гидрометеиздат, Л., 1970.
2. Безрукова Т.И. Гидрохимический режим Каттакурганского водохранилища. Изв. АН УзССР, №8, Ташкент, 1956.
3. Павелко И.М.
Тарасов М.Н. Гидрохимический режим и солевой баланс Отказненского водохранилища в первый год его существования (1966). Гидрохимические материалы, т. XLIX, 1969.
4. Морозов Т.И.,
Верниковская
И.А. Водные свойства почв и выщелачивание почв. - в сб. "Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорация". Тр. Почвенного института им. В.В. Докучаева, т. XLIV, изд. АН СССР, М., 1954.
5. Карта почв Сырдарьинской области. Институт УзГИПРОЗЕМ, Ташкент, 1969.
6. Карта почв Самаркандской области, Институт УзГИПРОЗЕМ, Ташкент, 1966.