

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ПРУДОВ БЕЛАРУСИ

И.И. Кирвель

*Поморская академия, г.Слупск, kirviel@yandex.by*

Минерализация и химический состав воды прудов в значительной степени зависят от характеристик источников наполнения водоемов. В связи с внутриводоемными процессами гидрохимические показатели рассматриваемых водоемов в определенной мере отличаются от таковых для поступающих в них вод. Так, в нижний бьеф прудов поступает вода с измененными (трансформированными) характеристиками и в этом проявляется влияние прудов на химический состав воды водотоков, на которых они расположены.

В наполнении прудов, как уже отмечалось, помимо стока водотоков и склонового стока, участвуют грунтовые воды и атмосферные осадки. При использовании прудов в народном хозяйстве в них для поддержания уровня воды нередко подается еще дополнительное количество воды. Каждый источник наполнения прудов характеризуется разной минерализацией воды и разным ее составом. Кроме перечисленных источников, некоторая доля солей поступает с экскрементами птиц и из донных отложений. Пруды нередко служат приемниками различных стоков, с которыми вносится в пруд разное количество солей. Из изложенного следует, что солевой баланс пруда по количеству составляющих приходной части будет отличаться от водного, являющегося основой для его составления.

Уравнение баланса солей в водоеме, на примере общего фосфора имеет вид:

$$P_{п} + P_{б} + P_{гр} + P_{ос} + P_{пт} + P_{сб} + P_{до} + P_{нс} = P_{с} + P_{о} + P_{х} \pm \Delta P,$$

где  $P_{п}$  – поступление фосфора из водотока и дренажных систем;  $P_{б}$  – поступление с прилегающих частей водосбора;  $P_{гр}$  – поступление с грунтовыми водами;  $P_{ос}$  – поступление с атмосферными осадками;  $P_{пт}$  – поступление с экскрементами птиц;  $P_{сб}$  – поступление с сточными водами;  $P_{до}$  – поступление из донных отложений;  $P_{нс}$  – поступление  $P$  с водой насосной станции;  $P_{с}$  – сброс из водоема,  $P_{о}$  – аккумуляция фосфора в водоеме;  $P_{х}$  – изъятие фосфора с водой, забираемой на хозяйственные нужды;  $\Delta P$  – невязка баланса.

Все элементы в уравнении имеют размерность массы. Поскольку на территории Полесской низменности значительные площади заняты торфяниками, то в таблице 1 приведены данные о минерализации и химическом составе вод с таких массивов в зависимости от продолжительности их освоения. В процессе эксплуатации торфяников растет минерализация воды за счет увеличения содержания не только гидрокарбонатного иона и иона кальция, но и остальных. Это – прямое следствие использования удобрений. Возрастание удельного веса осушенных земель на водосборе на 1% вызывает повышение минерализации вод на 13,6 мг/дм<sup>3</sup> (Брезгунов, 1984).

**Таблица 1.** Концентрация макрокомпонентов в воде (мг/дм<sup>3</sup>) и вынос химических веществ с торфяников за год (кг/га)

Показатели	Состояние торфяника					
	неосушенный		в первые годы освоения		15-летнего использования	
	мг/дм <sup>3</sup>	кг/га	мг/дм <sup>3</sup>	кг/га	мг/дм <sup>3</sup>	кг/га
Ca <sup>2+</sup>	26,5	10,3	90,3	36,1	80,0	32,0
Mg <sup>2+</sup>	4,7	1,9	8,3	3,3	10,6	4,2
K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	2,8	1,1	27,8	11,1	119,7	67,9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	12,0	4,8	68,2	27,3	59,6	23,8
Cl <sup>-</sup>	8,2	3,3	11,8	4,7	66,7	26,7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	70,8	28,3	253,6	101,4	353,5	141,4
∑ ионов	124,2	49,7	460,0	183,9	690,0	276,0

Согласно (Зайко, 2000; Брезгунов, 1984), на территории Беларуси минерализация поверхностно-склоновых вод составляет 33–90 мг/дм<sup>3</sup>, инфильтрационных – 60–135, почвенно-грунтовых вод – 150 и напорных – 232 мг/дм<sup>3</sup>. Нашими исследованиями на стационаре «Зеленое» БГПУ им. Танка в грун-

товых водах верхового болота на глубине 15–20 см отмечено высокое содержание цинка, циркония, свинца, стронция, меди, титана. Антропогенный характер этих элементов очевиден.

Роль атмосферных осадков в поступлении солей в пруд можно оценить следующим расчетом. При годовой сумме осадков 600 мм и минерализации их 30 мг/дм<sup>3</sup> (Алекин, 1970; Матвеев, 1967) в пруд площадью зеркала 11 га и объемом 174 тыс.м<sup>3</sup> за год поступает 1,98 т солей. В пруду указанного объема при минерализации прудовой воды 300 мг/л содержится 52,2 т солей, т.е. в пруд в течение года из атмосферы поступило бы 3,8% солей от общего их содержания. В районах крупных промышленных городов количество солей, поступающих из атмосферы, увеличивается до 8%, поскольку минерализация атмосферных осадков в них может достигать 60 мг/дм<sup>3</sup> и более (Широков, 1987). Осадки, выпадающие в промышленных центрах, содержат многие другие соединения, в том числе и тяжелые металлы.

Часть загрязняющих веществ аккумулируется в донных отложениях. В илах прудов, водосбор которых значительно распахан (>60%), ежегодно аккумулируется 740 кг органических веществ, 12 кг N, 0,15 кг P с 1 га водосбора, а также значительное количество микроэлементов (Даценко, 1997). Такие отложения становятся при определенных условиях в водоеме источником вторичного загрязнения водной массы. В литературе есть много примеров, когда при уменьшении внешней биогенной нагрузки на водоем, но при обогащении биогенными элементами донных отложений, процесс эвтрофирования водоема продолжает развиваться (Восстановление экосистем..., 1994; Прыткова, 2002).

Расчеты солевых балансов прудов не производились, но в каждом отдельном случае изучались и оценивались основные источники биогенных и загрязняющих веществ с целью разработки водоохраных мероприятий.

Цветность воды в прудах, отражающая содержание воднорастворимых окрашенных гумусовых соединений, находится в пределах 40–60° хромово-кобальтовой шкалы, но может возрасти до 110–160°, если заполнение прудов происходит болотными водами. Химический состав воды создаваемых прудов в начальный период зависит от такового затопляемых почв. Особенно ухудшается качество воды в водоеме при затоплении торфяных массивов, так как на разложение органического вещества требуется много кислорода. Так, на окисление 1 т органического вещества затрачивается 2,5 т кислорода, которого в 1 м<sup>3</sup> практически чистой воды содержится 10 т (Галазий, 1968).

Из приведенных данных о минерализации и ионном составе воды в рыбоводных прудах следует, что минерализация воды в поверхностном горизонте в конце весеннего периода (май) в разных прудах составляла 184–309 мг/дм<sup>3</sup> (таблица 2). В начале лета (июнь) минерализация в поверхностном горизонте была несколько больше (215–488 мг/дм<sup>3</sup>), чем весной. В одних прудах она увеличивалась с глубиной, в других – уменьшалась, и для всей выборки прудов составляла 213–565 мг/дм<sup>3</sup>. В июле как в поверхностном горизонте (202–348 мг/дм<sup>3</sup>), так и на глубине (210–330 мг/дм<sup>3</sup>) минерализация воды в прудах была выше, чем в июне.

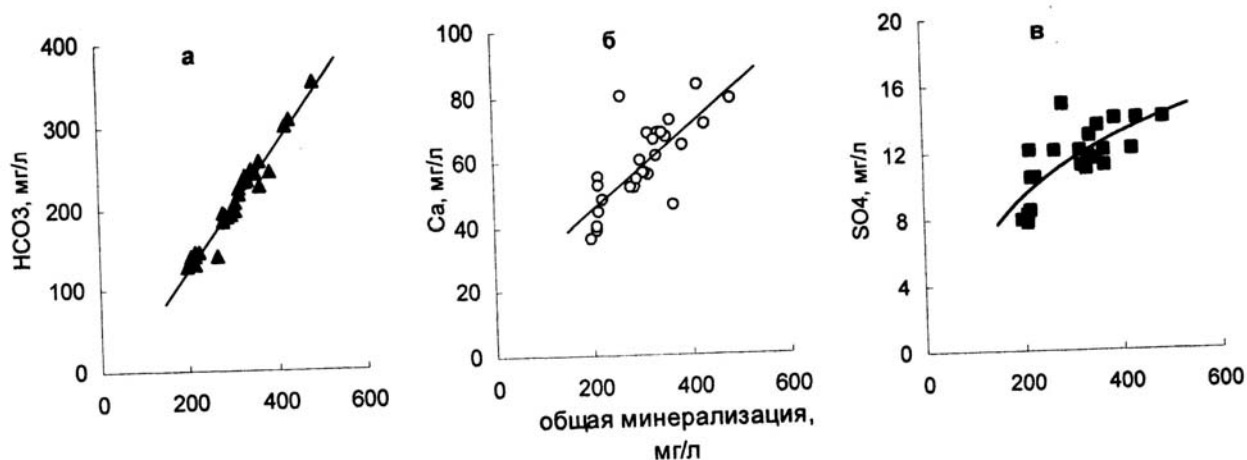
**Таблица 2.** Диапазон изменения минерализации и содержания макрокомпонентов в воде прудов Беларуси в целом (мг/дм<sup>3</sup>)

Месяц	Место отбора пробы	Σ ионов	Ионы				
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Май	1*	184–309	116–207	34–60	7,2–23,0	8,2–12,4	8,3–20,2
	2	200–334	122–227	36–60	11,2–38,8	7,8–12,1	8,0–20,0
Июнь	1	215–488	130–353	52–80	4,8–21,8	7,0–43,0	8,5–22,4
	2	213–565	122–342	42–78	4,8–36,0	7,2–41,2	8,3–16,8
Июль	1	202–348	134–246	30–68	7,0–16,7	7,0–15,2	7,8–14,9
	2	210–330	134–232	40–64	7,0–20,1	7,4–15,2	7,8–14,9

\*Пробы: 1 – поверхностные, 2 – придонные

Изменение минерализации прудовой воды в течение мая–июля обусловлено аналогичным изменением содержания в воде прудов гидрокарбонатов и кальция. Содержание гидрокарбонатов увеличивается при переходе от мая к июню и затем уменьшается в июле, оставаясь несколько большим, чем в мае. Аналогичные временные изменения характерны и для кальция. Содержание кальция в прудовой воде летом, как известно, регулируется биологическими факторами и служит индикатором необходимости известкования прудов. Вместе с тем, изменения минерализации прудовой воды, содержания гидрокарбонатов и кальция в летние месяцы характеризует участие подземных (грунтовых) вод в питании прудов, которое, по-видимому, бывает наибольшим в июне (Кирвель, 2005).

Между содержанием в прудовой воде ионов  $\text{HCO}_3^-$ , с одной стороны, и общей минерализацией воды, с другой, существует тесная связь (рисунок 1), которая несколько нарушается для иона  $\text{Ca}$  и иона  $\text{SO}_4$ .



**Рисунок 1.** Зависимость между содержанием ионов  $\text{HCO}_3^-$  (а),  $\text{Ca}^+$  (б),  $\text{SO}_4^{2-}$  (в) и величиной общей минерализации

Таким образом, вода прудов Беларуси относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу кальциевой группы. Наименьшая минерализация воды наблюдается весной в период весеннего половодья, а наибольшая – летом в связи с испарением с водной поверхности, участием в питании озер грунтовых вод и использованием химических соединений гидробионтами.

Согласно нормативным документам, воды большинства прудов Беларуси пригодны для водопоя скота, орошения, хозяйственно-бытовых нужд. Следует подчеркнуть целесообразность применение прудовых вод для орошения, поскольку ее минерализация значительно ниже нормативной величины, менее 1000 мг/л, рекомендованной многими исследователями. По основным гидрохимическим показателям вода прудов Беларуси укладывается в пределы требований, предъявляемых к рыбоводческим водоемам.

Вместе с тем, существующее положение не снимает вопросов охраны прудовых вод. Поскольку интенсивное антропогенное воздействие ухудшает качество некоторых водоисточников и приводит к повышению себестоимости эксплуатации прудов.

#### Список использованных источников

- Алекин, О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 144 с.  
 Брезгунов, В.С. Формирование качества малых рек с мелиорированными водосборами / В.С.Брезгунов // Малые реки Белорусской ССР, их использование и охрана. – Минск, 1984. – С. 9–11.  
 Восстановление экосистем малых озер. – СПб., 1994. – 144 с.  
 Галазий, Г.И. Байкал и проблема чистой воды в Сибири / Г.И. Галазий. – Иркутск, 1968. – 53 с.  
 Даценко, Н.С. Оценка количественной трансформации стока фосфора в долинных водохранилищах / Н.С. Даценко // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24. – № 6. – С. 729–733.  
 Зайко, С.М. Влияние антропогенных факторов на гидрохимический состав воды малых водохранилищ / С.М. Зайко // Прикладная лимнология. – 2000. – Вып. 2. – С. 123–128.  
 Кирвель, И.И. Пруды Беларуси как антропогенные водные объекты, их особенности и режим / И.И. Кирвель. – Минск: БГПУ, 2005. – 234 с.  
 Матвеев, А.А. Атмосферные осадки и сток растворенных веществ / А.А. Матвеев // Гидрохимические материалы. – М.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 5–19.  
 Прыткова, М.Я. Научные основы и методы восстановления озерных экосистем при разных видах антропогенного воздействия / М.Я. Прыткова. – С-Петербург: Наука, 2002. – 147 с.  
 Широков, В.М. Пруды Белоруссии / В.М. Широков, И.И. Кирвель. – Минск: Ураджай, 1987. – 126 с.

\* \* \* \* \*