

О ПРИЧИНАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПОЯВЛЕНИЯ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МАРГАНЦА В МОСКВОРЕЦКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

© 2011 г. М. В. Мартынова

*Институт водных проблем Российской академии наук
119333 Москва, ул. Губкина, 3*

Поступила в редакцию 09.02.2010 г.

Предложена гипотеза, объясняющая причины высоких концентраций Mn в воде Москворецких водохранилищ весной и летом.

Ключевые слова: марганец, водохранилище, донные отложения.

Mn относят к загрязняющим веществам третьего класса опасности для человека (опасные) [7]. Его избыточное накопление в организме сопровождается ухудшением памяти, повышенной утомляемостью, сужением круга интересов и т.д. Однако при невысокой концентрации (ПДК Mn в воде 0.1 мг/л) Mn защищает клетки от свободных радикалов, поддерживает нормальное содержание глюкозы в крови, регулирует работу нервной и эндокринной систем и т.д. [10]. В последние годы появились сообщения о случаях высоких концентраций Mn в воде москворецких водохранилищ: до 12–28 ПДК весной, иногда – летом [6].

Еще в прошлом веке упоминались случаи высокой концентрации Mn в подмосковных водохранилищах питьевого назначения. А.В. Францев отмечал, что концентрация Mn в воде Учинского водохранилища в августе–сентябре достигает 1–3 мг/л [12]. Согласно [8], концентрация Mn в воде москворецких и днепровских водохранилищ колебалась от 0 до 1150 мкг/л. Содержание Mn в поверхностном слое воды в верховьях Можайского водохранилища в августе 1972 г. превышало ПДК в 3 раза, а в придонном слое воды ст. Красновидово достигало 9.3 мг/л [9]. Максимально высокая концентрация общего Mn в слое воды 0–20 см от дна на русловом участке ст. Красновидово (17.7 мг/л) наблюдалась автором 3 сентября 1974 г.

По-видимому, Mn поступает в водохранилище (с поверхностным стоком) в концентрациях, превышающих ПДК, и существуют высокие потоки Mn из донных отложений (ДО) водохранилища в воду.

Эти выводы совпадают с результатами более поздних наблюдений. Согласно данным о химическом составе воды небольшой р. Вори (Можайский район Московской обл.), концентрация Mn в ней колебалась от <0.02 (31.01.1990 г.) до 1.4 мг/л (10.06 1990 г.) при средней концентрации 0.17 мг/л [14] – несколько выше ПДК. Содержание Mn в дре-

нажных водах переувлажненных участков почв того же района колебалось в пределах 0.07–8.2 мг/л, в твердой фазе верхних 20–30 см почв – 0.08–0.12% [14] при ПДК почвы 0.10% [4]. Приведенные данные подтверждают представления о том, что причиной повышенных концентраций Mn в водохранилищах могут быть природные особенности региона [5]. Однако не понятны механизмы, обеспечивающие высокие весенне-летние пики Mn в воде водохранилищ.

Известно, что водохранилища – активные аккумуляторы и трансформаторы попадающих в них веществ. Mn концентрируется в верхнем слое ДО в количествах, превышающих его содержание в почве и береговом материале, вследствие механизма “диагенетической мобилизации” [1]. При субанаэробных или анаэробных условиях в придонной воде Mn поступает с поверхности и из глубже расположенных слоев ДО в воду.

Особенности водного режима водохранилищ умеренной зоны (понижение уровня при сработке воды водохранилища с момента весеннего заполнения до конца зимы следующего года) увеличивают значимость отложений как источника Mn для вод. Еще летом начинается постепенное осушение мелководий. На осушающихся и подсыхающих участках грунта Mn активно передвигается (с поровым раствором) из более глубоких слоев ДО к поверхности, где скапливается, выпадая в форме оксида. При затоплении осушенных мелководных участков летом (в периоды сильных дождей) скопившийся оксид Mn вследствие взмучивания ДО выносится в воду и седиментируется в более глубоководном районе. Происходит его перераспределение между мелководными и глубоководными отложениями.

В период ледостава и зимнего понижения уровня воды лед оседает на осушенные участки грунта, промерзающие на глубину >10 см [2]. При весеннем наполнении водохранилища лед всплывает, унося

вверх часть прилипшего к нему промерзшего грунта. Высвобождающийся в ходе таяния льда грунт переходит в воду, формируя взвеси. С ними в воду переходят оксиды Mn. Как показали исследования автора, переносимые со взвесями соединения Mn более чем на 90% состоят из легкогидролизуемых форм. В условиях летней стратификации водоема и снижения концентрации O₂ в воде оксиды Mn быстро растворяются в гипополимнионе и на поверхности ДО. Этот механизм может выступать в роли значимого поставщика Mn в воду (помимо диффузионного выноса Mn из порового раствора).

В Москворецких водохранилищах (руслового типа) площадь осушенных мелководий едва ли достигает 30%. Так, в Можайском водохранилище зона ежегодного обсыхания дна, располагающаяся на глубине 4.0–4.5 м, составляет ~25% площади зеркала при нормальном подпорном горизонте [13]. Однако, в некоторые годы упомянутый выше процесс, по-видимому, влияет на увеличение содержания взвесей в весенних водах водохранилища. Об этом свидетельствуют: увеличение концентрации взвесей от верховьев Можайского водохранилища к плотине в апреле 1968 г. [3], последовательное уменьшение прозрачности воды от верховьев водохранилища к плотине, отмеченное весной 1968 и 1972 гг. [11]. Если бы весной ведущую роль в регулировании концентрации взвешенного вещества и прозрачности воды играло разрушение берегов, подобное распределение взвесей отмечалось бы ежегодно. Однако это далеко не так [11]. По-видимому, эффект роста концентрации Mn от верховьев к плотине водохранилища после его освобождения ото льда зависит как от количества растворенного Mn, мигрировавшего из ДО в воду к концу зимы с площадей, покрытых водой, так и от величины площади осушенных мелководий, покрытых льдом.

ВЫВОДЫ

Основную роль в увеличении содержания Mn в воде водохранилища должно играть его скопление в придонной воде, куда он диффундирует из ДО в течение года и откуда периодически выносятся в верхние слои при ветровом перемешивании вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Базилевская Е.С.* Исследование железо-марганцевых руд океана. М.: Наука, 2007. 188 с.
2. *Буторин Н.В., Курдина Т.Н., Бакастов С.С.* Температура воды и грунтов Рыбинского водохранилища. Л.: Наука, 1982. 221 с.
3. *Виноградова Н.Н.* Взвешенные вещества и донные отложения // Комплексные исследования водохранилищ. М.: Изд-во МГУ, 1979. Вып. III. С. 231–262.
4. *Водяницкий Ю.Н.* Минералогия и геохимия марганца (обзор литературы) // Почвоведение. 2009. № 10. С. 1256–1265.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Московской области за 1999г. М.: Мособлкомприрода, 2000. 150 с.
6. Мониторинг водных объектов Московско-Окским бассейновым водным управлением // Информационный бюл. о качестве воды водных объектов, находящихся в зоне деятельности Московско-Окского БВУ в 2008 г. М.: Мособлводхоз, 2009. 27 с.
7. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. М.: МНЭПУ, 2001. 337 с.
8. *Нахшина Е.П.* Марганец в пресных водах // Гидробиол. журн. Т. 11. № 2. 1975. С. 98–114.
9. *Серженко Т.Н., Шинкар Г.Г.* О содержании некоторых тяжелых металлов в водных массах Можайского водохранилища // Гидрохимические исследования поверхностных и подземных вод района Можайского водохранилища. М.: Изд-во МГУ, 1977. С. 34–45.
10. *Скальский А.В., Быков А.Т., Яцык Г.В.* Микроэлементы и здоровье детей. М.: Изд-во КМК, 2000. 133 с.
11. *Тур А.П.* Прозрачность и цветность воды // Комплексные исследования водохранилищ. М.: Изд-во МГУ, 1979. Вып. III. С. 138–140.
12. *Францев А.В.* Марганец в Учинском водохранилище // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1959. Т. 9. С. 13–28.
13. *Эдельштейн К.К.* Морфология и морфометрия Можайского водохранилища // Комплексные исследования водохранилищ. М.: Изд-во МГУ, 1973. Вып. II. С. 24–41.
14. Эколого-географические закономерности эволюции почв и почвенного покрова мелиорируемых земель Нечерноземья. М.: Почвенный ин-т, 1999. 372 с.