

ВОДА

ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

В С Е Р О С С И Й С К И Й
научно-практический журнал

2 • 2010

Главный редактор:

Кулов Н.Н.

д.т.н., проф., заместитель председателя Научного совета РАН по научным основам химической технологии, вице-президент Российского химического общества им. Д.И. Менделеева

Заместитель главного редактора:

Мельников И.О.

к.х.н., заведующий сектором прикладной экологии воды Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН

Выпускающий редактор:

к.б.н., ст.н.с. **Шаги-Мухаметова Ф.Ф.**

Координатор проекта по России, странам СНГ и Восточной Европы:

Бондаренко А.А.

Редакционная коллегия:

д.х.н., проф. **Артемов А.В.**;
д.т.н., проф. **Барзов А.А.**;
к.х.н., проф. **Беренгартен М.Г.**;
к.х.н. **Бусыгина Н.С.**;
к.х.н., доц. **Глубоков Ю.М.**;
д.т.н., проф. **Десятков А.В.**;
к.х.н. **Елинсон И.С.**;
д.т.н., проф. **Каграманов Г.Г.**;
к.б.н., ст.н.с. **Камзолова С.В.**;
проф. **Кролли О.А.**;
к.х.н. **Куцева Н.К.**;
д.т.н., проф. **Лаптев А.Г.**;
к.ф.-м.н. **Пацаева С.В.**;
д.б.н. **Решетилова Т.А.**;
д.т.н., проф. **Сироткин А.С.**;

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-31640 от 10.04.2008 г.

АДРЕС ДЛЯ ПИСЕМ:

117049, г. Москва, ул. Крымский вал, д. 8

ТЕЛ./факс: (495) 648-6241

E-MAIL:

editor@watchemec.ru

(по вопросам публикации статей),

market@watchemec.ru

(по вопросам размещения рекламы и подписки),

info@watchemec.ru

(по общим вопросам)

За достоверность сведений, указанных в рекламных объявлениях, ответственность несут рекламодатели. За достоверность приведенных в статьях результатов исследований ответственность несут авторы публикации. Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов. При перепечатке ссылка на журнал «ВОДА: Химия и экология» обязательна.

Отпечатано в типографии ЗАО «Корпорация Знак».

Тираж 3000 экз.

© ООО Издательство «Креативная экономика», 2010.

Дизайн и компьютерная верстка – Егоров Г.Д., Столбова М.С.

СОДЕРЖАНИЕ

Вопросы экологии

- 2 **В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, В.М. Перекальский, Ф.Ш. Ильзова** ♦
Тяжелые металлы в донных отложениях Нижней Волги и дельты реки

Технологии промышленной и бытовой очистки вод

- 11 **С.К. Мясников, А.П. Чипрякова, Н.Н. Кулов** ♦
Интенсификация реагентного умягчения воды с использованием гетерогенной кристаллизации и ультразвукового воздействия

- 18 **Обзор патентов**

Химия воды и водных растворов

- 22 **Д.М. Шубина, О.С. Якименко, С.В. Пацаева, А.А. Изосимов, В.А. Терехова, Е.В. Федосеева, В.И. Южаков** ♦
Спектральные свойства водных растворов промышленных гуминовых препаратов

Гидробиология

- 27 **О.Г. Миронов, О.П. Полтаруха, Ю.Л. Ковальчук** ♦
Сезонная динамика вирусоподобных частиц и нуклеиновых кислот в воде и донных осадках Севастопольской бухты Черного моря

- 31 **О научном семинаре, посвященном 145-летию защиты Д.И. Менделеевым докторской диссертации «О соединении спирта с водой»**

Аналитические методы и системы контроля качества воды

- 33 **М.О. Горбунова, И.Н. Жихарева** ♦
Тест-метод полуколичественного определения хлора в воде с предварительным извлечением потоком воздуха

Short communications

- 38 **Ф.Ю. Ибадуллаев, К.М. Новрузов** ♦
Очистка высококонцентрированных сточных вод ступенчатой противоточной экстракцией

- 42 **Анонс конференций**

- 46 **Правила оформления статей для публикации в журнале «ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ»**

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ Нижней Волги и дельты реки

Проведен анализ пространственно-временной изменчивости загрязнения донных отложений Нижней Волги с 1997 г. по 2008 г. Установлено, что более высокие концентрации отмечаются при преобладании мелкодисперсных частиц (размером менее 0.063 мм). Сорбированные ионообменные формы металлов составляют от 7 до 29 % от их валового содержания в осадках (для таких элементов, как Cu, Zn, Ni, Cr, Pb), а сумма всех подвижных форм – от 19.3 до 54.6 %. При нарушении равновесного состояния в грунте поровая жидкость обогащается микроэлементами из твердой фазы, что ведет к росту концентраций в придонном слое воды.

Введение

Качество вод и экологическое состояние водных объектов оценивается по содержанию загрязняющих веществ (ЗВ) (и, в частности, тяжелых металлов (ТМ)) в донных отложениях (ДО), которое является наиболее объективным источником информации о степени загрязнения этих объектов [1 – 3].

Проблема загрязнения Нижней Волги и дельты реки по-прежнему актуальна, несмотря на некоторую стабилизацию и даже снижение уровня антропогенной нагрузки в этом регионе за последние 15 лет. В частности, воды Нижней Волги остаются значительно загрязненными нефтяными углеводородами и некоторыми ТМ, такими как Cu, Hg, Zn [4]. Большинство ТМ транспортируется в водных системах либо в растворенном состоянии, либо в виде коллоидов и мелкодисперсных взвесей. Основные процессы накопления ТМ в ДО следующие:

- ◆ седиментация взвешенных частиц, сорбирующих растворенную форму ТМ из водной массы;
- ◆ сорбция ТМ поверхностью донных отложений;
- ◆ поступление ТМ при движении донных наносов;
- ◆ поступление ТМ в результате физико-химических процессов и круговорота элемен-

тов между водной средой и ДО (в частности, редокс-цикл).

Основные процессы выноса ТМ из донных отложений в воду следующие:

- ◆ взмучивание верхнего слоя ДО за счет ветрового воздействия или резкого увеличения скорости потока;
- ◆ физико-химические, биологические и микробиологические процессы на границе вода – ДО.

В данной работе изложены результаты исследований динамики ТМ в донных отложениях, выполненных экспедициями ИВП РАН в 2007–2008 гг. на участке р. Волги от г. Волгограда до г. Астрахани и в рукавах дельты.

Материалы и методы исследования

Пробы ДО отбирались с использованием дночерпателя, захватывающего верхний слой ДО толщиной примерно 6 см. Гранулометрический состав грунта определяли ситовым методом с выделением пяти фракций. Схема размещения створов и точек отбора проб представлена на *рис. 1*.

Анализ проб донных отложений на валовое содержание ТМ осуществляли по [5, 6].

Брали 0,2 г донных осадков, предварительно высушенных и просеянных, помещали в тefлоновый сосуд, добавляли 10 мл царской водки (смесь соляной и азотной кислот в соотношении 3:1), укупоривали сосуд и нагревали 2 часа при 110 °С в термостате. После охлаждения содержимое сосуда количественно переносили с помощью деионизированной воды в мерную колбу на 50 мл и далее проводили анализ на АА-спектрофотометре «КВАНТ-Z-ЭТА».

При изучении закономерностей биогеохимических циклов миграции ТМ в природной системе вода-взвеси-донные отложения необходимо знать не только валовое содержание, но и содержание различных форм ТМ, связанных с органическими и минеральными компонентами осадков и отличающих-

В.Ф. Бреховских*,
д.т.н., профессор,
руководитель группы
Института водных
проблем РАН

З.В. Волкова,
к.г.н., старший
научный сотрудник
Института водных
проблем РАН

В.М. Перекальский,
к.ф.-м.н., старший
научный сотрудник
Института водных
проблем РАН

Ф.Ш. Ильзова,
начальник
лаборатории
Мониторинга
загрязнения
поверхностных вод
Астраханского
областного центра
по гидрометеорологии
и мониторингу
окружающей среды

* Адрес для корреспонденции: vadim@aqualaser.ru

ся степенью подвижности и растворимости. В данной работе использовали последовательную многоступенчатую экстракцию различных форм ТМ из одной пробы. Таким образом определяли количество ТМ, которое может перейти в поровый раствор и водную массу при изменении окислительно-восстановительной обстановки, рН и других изменениях гидрохимического и гидродинамического режимов.

Для анализа брали 5 г пробы с предварительным определением влажности. Взятую навеску заливали 100 мл 1М раствора хлористого магния, встряхивали в течение 4 ч и центрифугировали. Этот первый экстракт характеризует сорбированные ионообменные формы ТМ.

Далее остаток 1-й пробы обрабатывался 50 мл 1 М раствора уксуснокислого натрия с добавлением уксусной кислоты до рН 5,0. Вторую фракцию, как и предыдущую, центрифугировали.

Остаток 2 обрабатывали 50 мл реактива Честера (1 М раствор солянокислого гидроксилamina с добавлением 25%-ной уксусной кислоты до рН 2,0). Экстракцию проводили с подогревом до 100 °С, затем центрифугировали.

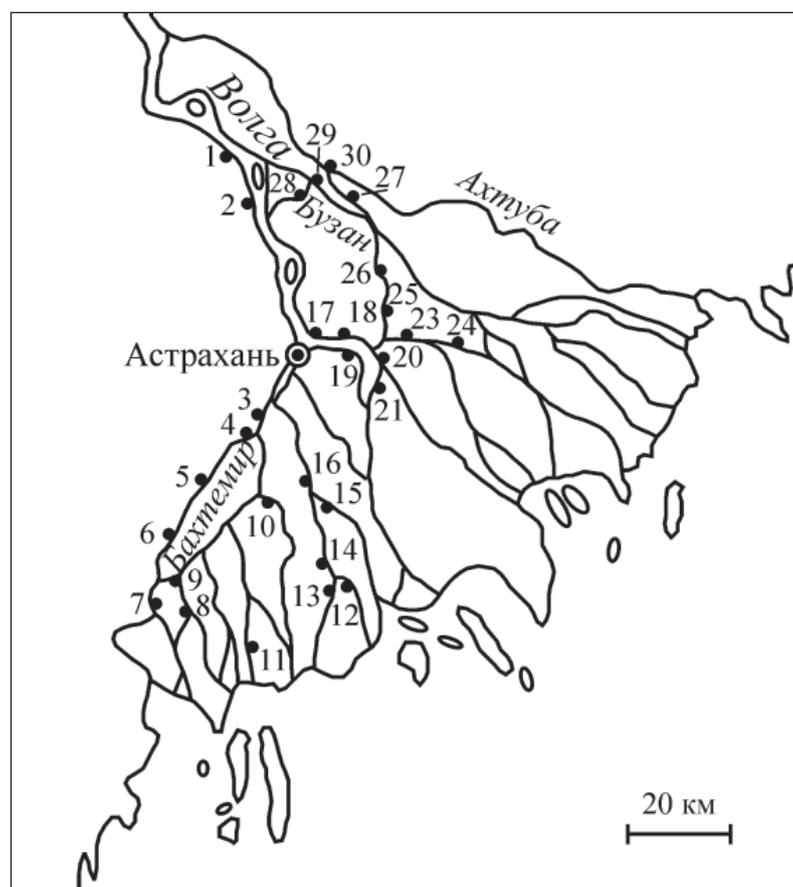


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений в дельте Волги в августе 2008 г.

Второй экстракт, представляющий карбонатные формы ТМ, объединяли с третьим, представляющим формы ТМ, связанные с железомарганцевыми оксидами ДО. Далее проводили анализ содержания металлов методом ААС в 1-м экстракте и в объединенном. Измерение проводили на АА-спектрофотометре «Квант-З-ЭТА», в котором используется обратный эффект Зеемана.

Определение основано на измерении атомной абсорбции в нагревающейся электротокем графитовой трубке при испарении анализируемой пробы с ее внутренней поверхности. Градуировка производилась, как минимум, по 4-м градуировочным растворам.

Характеристика донных отложений

На участке р. Волги от г. Волгограда до вершины дельты (с. Верхнелебяжье) ДО представлены преимущественно песками, поскольку высокая проточность препятствует формированию здесь илистых отложений. Поверхностный слой русловых отложений состоит, в основном (> 90 %), из песка (средний размер 0,11–0,15 мм) [7].

Вниз по течению от вершины дельты в рукавах происходит постепенное уменьшение медианного диаметра влекомых наносов до 0,14 мм, т.е. до тонкозернистых песков, за счет увеличения процентного содержания фракций менее 0,05 мм до 17 % (Устьевая область, 1998). В современных русловых осадках дельтовых водотоков преобладают мелкий и тонкий (пылеватый) пески, где содержание фракции 0,1–0,05 мм составляет от 64 до 95 % [8]. Более тонко отмученные отложения (алевриты и илы) чаще всего встречаются в переуглубленных участках русла, а также в тиховодных зонах.

Результаты анализа гранулометрического состава проб ДО, отобранных в ходе экспедиций ИВП РАН на участке реки от г. Волгограда до г. Астрахани и в рукавах дельты, представлены в табл. 1.

Примечание. В числителе показаны средние значения, в знаменателе – минимальные и максимальные значения.

Данные по составу ДО в дельте были сгруппированы для трех основных систем: р. Бахтемир, р. Старая Волга, Кизань–Камызяк, р. Болда–Бушма–Бузан.

Результаты и их обсуждение

Исследования содержания ЗВ (и, в частности, ТМ) в ДО Нижней Волги были начаты Институтом водных проблем РАН в 1997 г. (совместно с Каспийским научно-исследовательским институтом рыбного