

УДК 574.5.012.24(282.247.42)(470.56)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ЁМКОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УРАЛ КАК ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАКОПЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ В ИССЛЕДУЕМЫХ ЭКОТОПАХ

Соловых Г.Н., Осинкина Т.В., Кануникова Е.А, Тихомирова Г.М., Фабарисова Л.Г.

ГБОУ ВПО Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия (460000 Россия, г. Оренбург, ул. Советская, 6), e-mail: orgmu@esoo.ru

В воде и донных отложениях среднего течения реки Урал обнаружены соединения ртути. В донных отложениях зафиксировано превышение намеченного экологического норматива на всех участках; особо отмечены станции «Железнодорожный мост» и «Очистные сооружения» где превышения составили в 900 и 1040 раз, соответственно. Определён гранулометрический состав и физико-химическая ёмкость донных отложений в соответствии с чем на станции «Очистные сооружения» донные отложения отнесены к легкосуглинистым (остальные зоны к песчаным и связнопесчаным) с наибольшей ионно-обменной ёмкостью, равной 16,1 ммоль/100г по показателю суммы поглощённых оснований, что позволяет предположить существенный вклад природных факторов в аккумуляцию соединений ртути донными отложениями среднего течения реки Урал в районе города Оренбурга и последующее их влияние на водную биоту особенно в вегетационный период.

Ключевые слова: гранулометрический состав; показатель суммы поглощённых оснований, ртуть, токсикант.

RESEARCH OF PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND PHYSICAL AND CHEMICAL CAPACITY OF GROUND DEPOSITS OF THE AVERAGE WATERCOURSE THE URALS AS THE FACTORS INFLUENCING ACCUMULATION OF COMPOUNDS OF MERCURY IN THE STUDIED ECOTOPS

Solovykh G.N., Osinkina T.V., Kanunikova E.A, Tikhomirova G.M., Fabarisova L.G.

SEI VPO Orenburgsky state medical university, Orenburg, Russia (460000 Russia, Orenburg, Sovetskaya St., 6), e-mail: orgmu@esoo.ru

In water and bottom sediments of the middle course of the Ural river discovered mercury compounds. In the sediments recorded the excess of the scheduled environmental standard at all sites; underlined stations "Railway bridge" and "wastewater Treatment plant" where the excess was 900 and 1040 times, respectively. Defined particle size distribution and physical and chemical capacity of sediments in accordance with the station "wastewater treatment plant" sediments classified as loam (remaining areas to sand and svyaznostei) with the highest ion-exchange capacity, equal to 16.1 mmol/100g according to the measure of the amount of absorbed bases, suggesting a significant contribution of natural factors to the accumulation of mercury compounds by sediments of the middle reaches of the Ural river near the city of Orenburg.

Keywords: particle size distribution; a measure of the amount of absorbed bases, mercury, toxic.

Одним из наиболее объективных и надёжных показателей загрязнения водоёма и общей антропогенной нагрузки на него является содержание тяжёлых металлов в воде, донных отложениях (илах) и биоте. В отличие от органических веществ тяжёлые металлы не подвержены деградации и могут лишь мигрировать и накапливаться в различных компонентах водной экосистемы [6, 7].

Накопление металлов рассматриваемой группы в илах, превышающих допустимые нормативы и фоновые, представляет опасность для качества вод из-за возможного вторичного загрязнения – выноса микроэлементов из донных отложений в воду [4]. Кроме того, высокие их содержания в донном грунте неблагоприятно отражаются на живых организмах, населяющих гидробиоценоз.

Поскольку гидробионты активно аккумулируют из воды химические соединения, информация о содержании последних в природных водах важна для понимания влияния соединений металлов на водную биоту. Следует также учитывать, что часто цепи питания, берущие начало с гидробионтов, включают и наземные организмы, приводящие к человеку [9]. В связи с этим мониторинг качества воды и экологического состояния природного водоёма и водотока должен включать в себя комплексную оценку содержания различных химических веществ в компонентах экосистемы водоёма.

Важным является также анализ значимости факторов, оказывающих возможное влияние на интенсивность накопления токсикантов в наименее динамичной, наиболее консервативной и значимой компоненте гидробиоценоза – донных отложениях.

Среди характеристик, определяющих ряд свойств донных отложений следует остановиться на гранулометрическом составе и физико-химической или ионно-сорбционной ёмкости. Под гранулометрическим составом почвы и донных отложений понимается относительное содержание в ней частиц различного диаметра, в частности «физического» песка и «физической» глины. Частицы глины обладают высокой ионно-сорбционной ёмкостью, (т.е. способностью поглощать определённое количество ионов в расчёте на 100г почвы), в том числе и в отношении ионов тяжёлых металлов, при определённых условиях среды данный параметр может изменяться и глина, поглощающая токсиканты, способна стать источником вторичного загрязнения природного водоёма [8].

В связи с имеющимися в литературе данными о влиянии структуры, состава почв и её поглотительной ёмкости на накопление соединений тяжёлых металлов, в частности ртути [2, 3, 6] представилось актуальным исследовать гранулометрический состав и физико-химическую ёмкость донных отложений среднего течения реки Урал.

Материалы и методы исследования Материалом исследования явились вода и донные отложения, отобранные с восьми участков среднего течения реки Урал: «р. Урал – «Карьер»», «р. Урал выше лагеря «Дубки»», «р. Урал – «Водозабор»», «р. Урал – «Автомост»», «р. Урал – «Железнодорожный мост»», «р. Урал после слияния с водами очистных сооружений г. Оренбурга», «р. Урал – лагерь «Чайка»», «р. Урал – «Чернореченский мост»».

Определение содержания ртути в воде и донных отложениях проводили на анализаторе жидкости Эксперт-001, прошедшем поверку (документ на поверку КТЖГ.414318.001 РЭ от 14.10.2013г.) в соответствии со стандартной методикой (Руководство по эксплуатации и методики поверки, 2013г) [1].

Для оценки степени загрязнения донных отложений ртутью руководствовались «намеченным» (экологическим) нормативом, принятым в Нидерландах, значение которого

составляет 0,00005 мг/кг. Условно считается, что при соблюдении данного норматива водной экосистеме ущерба не наносится [5].

Полученные значения концентраций ртути сопоставляли с ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», значение которого составляет 0,0005 мг/л [2].

Определение гранулометрического состава донных отложений осуществляли по методу М.М. Филатова. Показатель суммы поглощённых оснований (ионно-обменную ёмкость) рассчитывали по методу Каппена-Гильковица [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализируя полученные данные, следует отметить, что соединения ртути обнаружены во всех исследуемых точках, как в пробах воды, так и в пробах донных отложений. В воде превышений значения гигиенического норматива токсиканта не зафиксировано ни на одном участке среднего течения реки Урал (рис. 1). Лишь на участке «Железнодорожный мост» концентрация растворённых соединений исследуемого металла была сравнима с нормативом и составила 0,0005 мг/л.

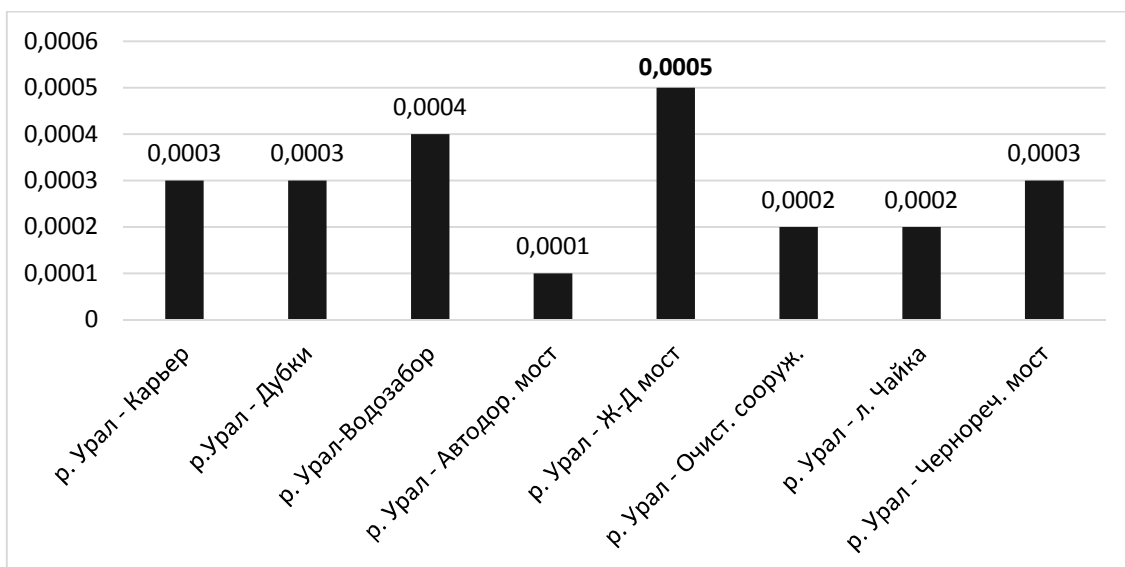


Рис. 1. Содержание ртути в воде, мг/л

В ДО экологический норматив по данному металлу был превышен абсолютно на всех станциях: в районе «Карьера» в 220 раз, что, возможно, обусловлено активно протекающими окислительными процессами на дне водоёма и диффузией ионов ртути из более глубоких слоёв материнской породы. На участках «Водозабор», «Автодорожный мост» и «Дубки» превышения составили в 240, 260 и 20 раз, соответственно. «Железнодорожный мост» и «Очистные сооружения» следует отметить особо, поскольку увеличения экологического норматива составили в 900 и 1040 раз (рис. 2).

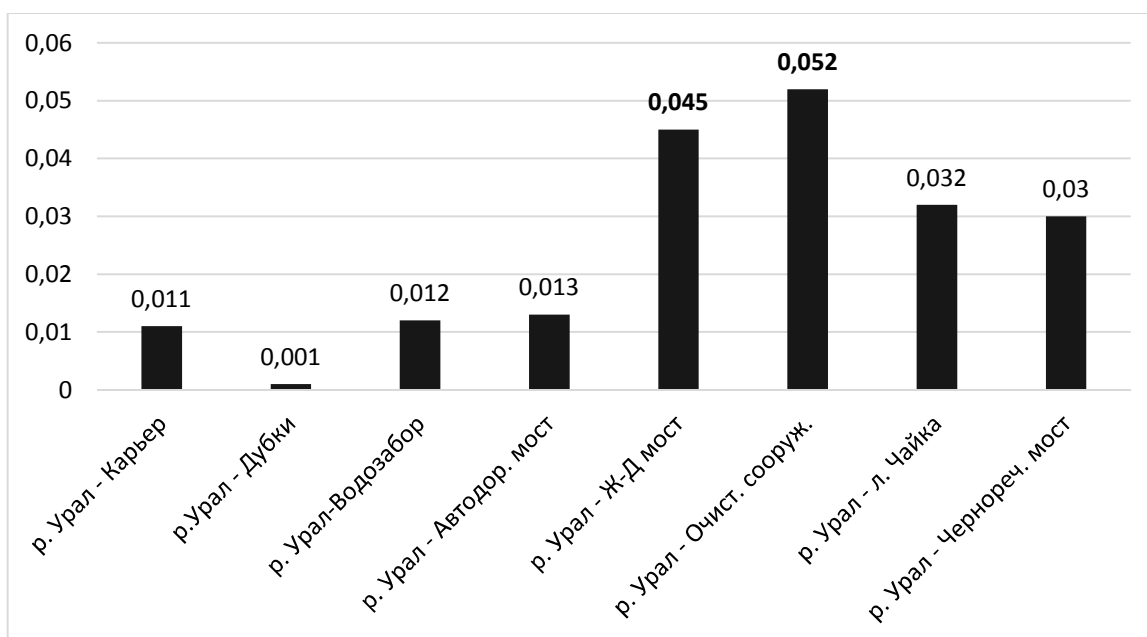


Рис. 2. Содержание ртути в ДО, мг/кг

Данный факт указывает на большую аккумулирующую способность ДО по сравнению с водой, как наиболее динамичной фракцией в проточном водоёме.

В связи с тем, что физико-химические свойства и структура почвы во многом определяют её поглощающую способность [3, 6] далее анализировался гранулометрический состав и физико-химическая ёмкость ДО во всех зонах исследования. По гранулометрическому составу почвы, слагающие ДО на большинстве участках были отнесены к песчаным, содержание глины варьировало от 1,35 до 5,67% в зонах: «р. Урал – «Карьер»», «р. Урал выше лагеря «Дубки»», «р. Урал – «Водозабор»», «р. Урал – «Автодорожный мост»», «р. Урал – «Железнодорожный мост»», «р. Урал – лагерь «Чайка»», «р. Урал – «Чернореченский мост»» (рис. 3), низкой оказалась и поглотительная

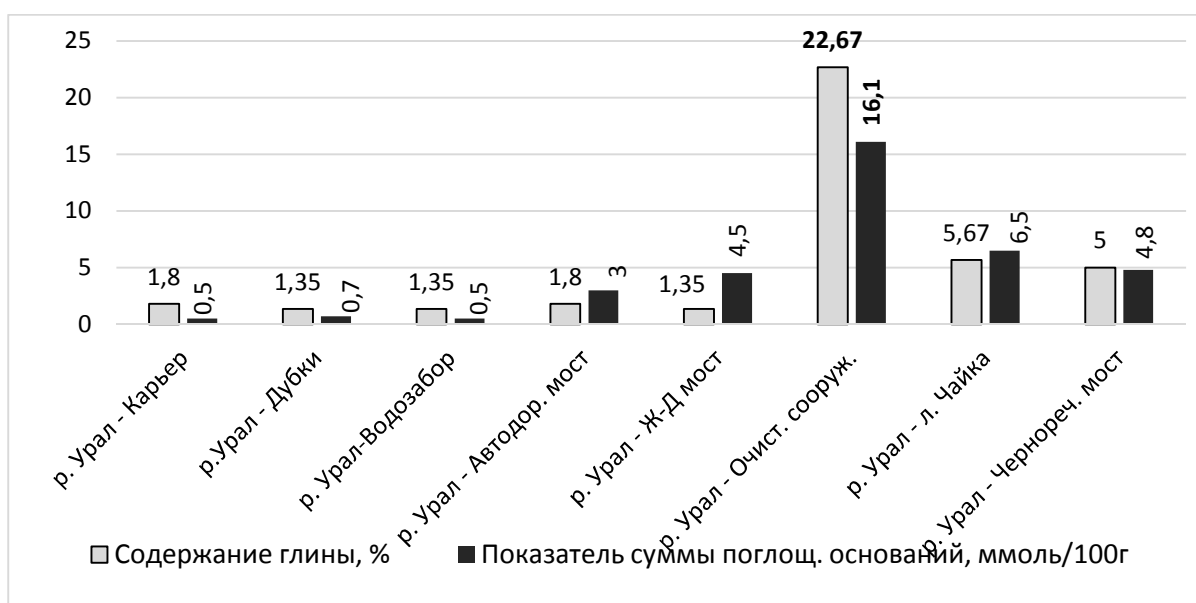


Рис. 3. Содержание глины (%) и показатель суммы поглощённых оснований в ДО

(физико-химическая) ёмкость почв, значение показателя суммы поглощённых оснований составило от 0,5 до 6,5 ммоль/100 г: только в зоне «Очистные сооружения» содержание глины определено равным 22,67%, что позволило отнести данный участок к легкосуглинистым: с данным фактом, возможно, и связана наибольшая концентрация соединений ртути в донных отложениях исследуемого участка. Достаточно высокой оказалась и поглотительная ёмкость почвы по показателю суммы поглощённых оснований 16,1 ммоль/100г, что в 2,93 раза выше, чем в остальных точках исследования. В связи с этим, вероятно, концентрирующая способность донных отложений участка «Очистные сооружения» больше, чем остальных исследуемых станций, что во многом объясняет существенные превышения экологического норматива даже при отсутствии техногенных источников загрязнения.

Анализ показал, что между содержанием соединений ртути в ДО и показателем суммы поглощённых оснований прослеживается положительная значимая корреляционная связь: значение коэффициента Спирмана составило $R_{сп}=0,83$. Зависимость между содержанием ртути в ДО и процентом глины также оказалась положительной, но слабее, чем в первом случае: коэффициент Спирмана составил $R_{сп}=0,68$.

При исследовании уровня корреляции между содержанием соединений ртути в воде и процентом глинистых частиц в ДО, а также показателем суммы поглощённых оснований получены отрицательные значения коэффициента Спирмана, что указывает на отсутствие зависимости между процентом глинистых частиц, показателем суммы поглощённых оснований и концентрацией соединений ртути в воде.

Таким образом, выяснено, что именно физико-химические свойства донных отложений во многом определяют интенсивность накопления соединений ртути, так как они представляют собой скопления частиц почвы, горной (материнской) породы, растительных, животных остатков и глины на дне водоёма, которые, подвергаясь процессам деструкции приобретают пористую структуру с большим количеством активных центров на поверхности, способных присоединять ионы ртути и удерживать их [8, 9]. Эффект сорбции усиливается при наличии частиц глины диаметром около 20 мкм [7]. При изменении температурных условий в водоёме, рН, химического потребления кислорода, концентрации соединений серы донные отложения могут стать источником вторичного загрязнения для воды и гидробионтов: привнося токсикант в водоём даже при отсутствии источника загрязнения [6]. Данный эффект усиливается также при уменьшении водности года и снижении уровня паводковых вод, что и было отмечено в среднем течении реки Урал с 2006 по 2014 год.

Список литературы

1. Анализаторы жидкости ЭКСПЕРТ-001: рук-во по эксплуатации и методика поверки. – «Эконикс-Эксперт». – Москва. - 2013. – 79 с.
2. Зверькова, Ю. С. Современное состояние реки Днепр на территории Смоленской области в условиях антропогенного воздействия // Вестн. МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2011. - №3. – С. 112 – 116.
3. Линник, П. Н. Влияние различных факторов на десорбцию металлов из донных отложений в условиях экспериментального моделирования // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 3. – С. 97-113.
4. Осинкина, Т. В. Анализ динамики содержания ртути в воде среднего течения реки Урал в период весеннего паводка // Информац. бюллетень ЗН и СО. – 2014. - №9(258). – С. 24 – 26.
5. Прияткин, Г. М. Экология: метод. указ. к лабор. работам. – изд-во ИГТА, Иваново. - 2004. – 67 с.
6. Ртуть в водохранилищах: новый аспект антропогенного загрязнения биосферы: аналит. обзор / СО РАН. Ин-т вод. и экол. проблем, ГПНТБ. – Новосибирск, 1995. – 59 с.
7. Соловых, Г. Н. Содержание ртути в донных отложениях среднего течения реки Урал // Актуальные проблемы современной науки: материалы трудов участников 11-ой междунар. телеконфер. – Томск, 2013. – Т.2, №2. – С. 13-14.
8. Ульрих, С. М. Ртуть в природных водных объектах: обзор фактов, влияющих на метилирование // *Environmental Science and Technology*. - 2001. - 31(3). – С. 241-293.
9. Хажеева, З. И. Особенности накопления тяжёлых металлов в воде, донных отложениях и биоте залива Черкалов сор оз. Байкал // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. - №13. – С. 95-102.

Рецензенты:

Никоноров А.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой биохимии, ГБОУ ВПО Оренбургский медицинский университет, г. Оренбург;

Дерябин Д.Г., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой микробиологии, ГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург.