

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВОВ ПРИРОДНЫХ ВОД И ВЗВЕСЕЙ В ВОДОТОКАХ И ВОДОЕМАХ БОРЕАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ, ВЛАДИМИРСКОЙ И ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

Е.С. Гришанцева ¹, Ю.В. Алехин ¹, В.В. Демин ², О.Ю. Дроздова ¹, М.И. Макаров ²

¹Московский государственный университет им. Ломоносова, Геологический факультет

²Московский государственный университет им. Ломоносова, факультет почвоведения

Целью исследований являлась типизация и сравнительный геохимический анализ составов природных вод озер, рек и водохранилищ бореальной климатической зоны (на примере водоемов Владимирской и Тверской областей и Северной Карелии) для установления закономерностей эволюции химического состава при процессах резервуарного массообмена в водах эталонных объектов Европейской части России. Для исследований были выбраны водоемы регионов со схожими климатическими и ландшафтными условиями с близким литохимическим составом почвообразующих пород. Опробование природных вод проводилось на водоемах с различным уровнем первичной продуктивности: мезотрофном Иваньковском водохранилище (Тверская обл.), эвтрофном оз.Ершевик и дистрофном оз.Игнатково (Владимирская обл.) и олиготрофном оз.Ципринга (Кумское водхр., Сев.Карелия). Отбор природных вод проводили в мае-июне 2016-2017 г. В пробах природных вод определяли гидрохимические показатели по стандартным методикам ГОСТ, общее содержание растворенного органического углерода (РОУ) на жидкостном элементном анализаторе (LiquiTOC trace, Elementar), снимали спектры поглощения проб на спектрофотометре Specord 50 (ANALYTIK JENA) и 511 UV/Vis (Portlab), а также общее содержание микроэлементов методом ИСП-МС (ELEMENT-2, Thermo Scientific). Для извлечения взвеси из воды использовали фильтрационные установки Sartorius с фильтрами Владипор типа МФАС-ОС-1 (d пор 0.22 мкм). Параллельную пробу воды фильтровали через стекловолокнистые фильтры GF/F "Whatman" (d пор 0.7 мкм) для определения содержания взвешенного органического и карбонатного углерода автоматическим кулонометрическим методом (АН-6529). Сравнительная характеристика органического вещества поверхностных вод показала, что озера Владимирской обл. и р.Палойоки в Сев.Карелии характеризуются самыми высокими содержаниями РОУ 8.7-16 мг/л и 13 мг/л соответственно. Преобладание гидрофобной фракции в составе ОВ характерно для малых озер Владимирской обл. и малых рек Сев. Карелии. Для вод Иваньковского водхр. выявлено преобладание гидрофильной фракции ОВ. Для Иваньковского водохранилища характерно преобладание автохтонного ОВ, образованного в результате биогеохимической деятельности водных растений и планктона. Для малых озер Владимирской области и малых рек Сев.Карелии преобладает

терригенное РОВ. Для разделения элементов и органического вещества по размерным фракциям природные воды фильтровали через фильтры с размером пор 0,2 мкм и 1 кДа. Изучение распределения ОВ природных вод по размерным фракциям свидетельствует о преобладании низкомолекулярного органического вещества (<1кДа), доля которого достигает 98%. Не более 39% РОУ представлено фракцией от 0.2 мкм до 1 кДа. Результаты исследования молекулярно-массового распределения органических веществ исследуемых природных вод методом ВЭЖХ показали, что состав органического вещества природных вод характеризуется мономодальным распределением; преобладают низкомолекулярные органические кислоты со средневесовыми молекулярными массами около 400 Да, которые снижаются при переходе от вод водохранилищ к водам малых озер. Анализ профиля распределения РЗЭ в водах Иваньковского и Кумского водохранилища показывает их большое сходство. Среди всех рассматриваемых объектов максимальные суммарные содержания РЗЭ наблюдаются в малых озерах Владимирской области. Различия в уровнях накопления РЗЭ в исследуемых объектах связано с различным гидрологическим режимом и окислительно-восстановительными условиями. Обработка полученных аналитических данных методом факторного и корреляционного математического анализа позволяют выделить несколько групп элементов по степени корреляции их содержания с содержанием РОУ, Fe и Mn. Полученные данные хорошо согласуются с результатами определения микроэлементов в различных размерных фракциях природных вод. Для экспериментального изучения форм нахождения микроэлементов во взвеси применяли схему последовательных экстракций по методу Тессье [1]. Доля миграционно-способных форм большинства микроэлементов от их валовых содержаний во взвеси составляет в среднем 20-30%, возрастая до 40-60% для Mo, Pb, U, Co, Ni, La, Ce. Среди миграционно-способных форм во взвеси для Cu и Th (до 70% в общем балансе миграционных форм) и редкоземельных элементов (до 40%) преобладают формы, связанные с органическим веществом; для U, Cd, Sr преобладают подвижные формы (45, 48 и 70% соответственно), а для Zn формы, связанные с гидроксидами железа и марганца. В процессах миграции Pb, Ni, V, Cr в составе взвеси одинаковую роль играют ассоциации этих элементов, как с органическим веществом (около 20% от суммы миграционных форм), так и с гидроксидами железа и марганца (около 20%).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проекты 16-05-00542 и 18-05-00162.

Список литературы

1. Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace // Anal.Chem. 1979. v. 51. №7. p.844-851.