

Совершенствование методов экологической оценки состояния поверхностных водных объектов

с.н.с., к.г.-м.н. Солдатова Евгения Александровна

Лаборатория моделирования гидрогеохимических и гидротермальных процессов

Введение. Дефицит пресной воды, пригодной для удовлетворения питьевых нужд, является одной из ключевых проблем XXI в. С учетом роста населения в развивающихся странах эта проблема в дальнейшей перспективе будет только обостряться, что определяет актуальность совершенствования методов экологической оценки состояния и факторов формирования состава водных объектов с целью разработки мероприятий по повышению эффективности водоохраных мероприятий и обеспечению качественного водоснабжения населения прилегающих территорий. Особенно актуальны подобные исследования в Южной и Юго-Восточной Азии, что и определило общую цель исследования – оценку современного эколого-геохимического состояния поверхностных вод в водосборе рек Дамодар (Индия) и Ганьцзян (Китай).

Бассейн р. Дамодар расположен в Восточной Индии, в штате Западная Бенгалия, к западу от одного из крупнейших в мире мегаполисов – Калькутты. Река Ганьцзян является наиболее крупным притоком оз. Поянху, расположенного в юго-восточной части Китая, в провинции Цзянси, и являющегося самым крупным пресным озером КНР. Плотность населения в Западной Бенгалии превышает 1000 чел/км², в провинции Цзянси – составляет порядка 270 чел/км², достигая в обоих случаях тысяч человек на км² в крупных городских агломерациях. Ухудшение эколого-геохимического состояния водных объектов здесь связано с поступлением в них больших объемов промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод.

Материалы и методы. Методика исследования включала: 1) проведение полевых работ по отбору проб поверхностных, подземных и сточных вод, измерению температуры воды и быстроизменяющихся показателей (температура, рН, Eh, концентрации O₂), а также по отбору проб донных отложений (только в бассейне р. Ганьцзян); 2) лабораторные исследования; 3) анализ полученных данных и термодинамические расчеты насыщения поверхностных вод относительно ряда минералов.

Отбор проб в бассейне р. Дамодар произведен из водохранилища на р. Баракар (приток р. Дамодар) у плотина Мэйсон, р. Дамодар ниже впадения в нее р. Нуниа и ниже г. Дургапур, канала, отходящего из водохранилища на р. Дамодар у г. Дургапур, р. Тамла – притока р. Дамодар и двух малых водотоков – приемников сточных вод промышленных предприятий и дренажных вод в районе г. Дургапур, а также из скважины глубиной 150 м, из горизонта (ориентировочно) 120–140 м. Отбор проб из поверхностных водных объектов осуществлялся с глубины 0,1–0,5 м [1].

В качестве объектов исследования в бассейне р. Ганьцзян выбраны: р. Ганьцзян, ее притоки – реки Цзиньдзян и Юаньшуй, подземные воды четвертичных отложений в долинах р. Цзиньдзян (колодец на левом берегу в 150 м от уреза воды в реке) и р. Юаньшуй (скважина на левом берегу в 40 м от уреза воды в реке), сточные воды, поступающие в р. Цзиньдзян. Пробы из поверхностных водных объектов отобраны с глубины 0,3–0,5 м от поверхности. Объекты исследования и их местоположение выбраны таким образом, чтобы попытаться оценить: 1) изменение химического состава вод р. Цзиньдзян по длине реки (на участке протяженностью 136 км) под влиянием сточных и подземных вод; 2) различия в химическом составе подземных и речных вод в разных частях водосбора р. Ганьцзян.

Определение физико-химических и геохимических показателей выполнено следующими методами: потенциометрия – рН; кондуктометрия – удельная электропроводность (УЭП); титриметрическая – CO₂, CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, Ca²⁺, общая жесткость, перманганатная окисляемость; флуориметрия – бихроматная окисляемость; ионная хроматография – Na⁺, K⁺, F⁻; турбидиметрия – SO₄²⁻; фотоколориметрия – NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻; масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой – концентрации микрокомпонентов; высокотемпературное каталитическое окисление – C_{орг}; газовая хромато-масс-спектрометрия – органические микропримеси. Концентрация Mg²⁺ определена расчетным путем исходя из значений общей

жесткости и концентрации Ca^{2+} . Органические соединения были выделены с помощью трехстадийной экстракции хлороформом при рН 2, 7 и 11.

Анализ результатов включал: 1) оценку фоновых концентраций веществ в речных водах как верхний предел определения средних геометрических значений; 2) сравнение химического состава поверхностных, подземных и сточных вод с фоновыми показателями с использованием индекса геохимического состояния Z_C и нормативов качества вод для хозяйственно-питьевых нужд; 3) расчёт индексов насыщения SI речных вод и водных вытяжек относительно ряда минералов и органоминеральных комплексов; 4) корреляционный и регрессионный анализ.

Результаты. Полученные данные об эколого-геохимическом состоянии поверхностных и подземных вод в водосборе р. Дамодар свидетельствуют, с одной стороны, о достаточно низком качестве вод, а с другой стороны – о наличии процессов весьма интенсивного самоочищения. Наилучшее качество (по сочетанию показателей Z и $\Sigma(C_{1-2}/\text{ПДК})$) отмечено в случае вод водохранилища на р. Баракар и канала из р. Дамодар. Наихудшее качество закономерно характерно для малых водотоков, непосредственно принимающих стоки крупных предприятий. В целом, по длине р. Дамодар (по направлению к устью) происходит определенное ухудшение качества вод [1]. Основные загрязняющие вещества – органические соединения по окисляемости, Al , F^- , NH_4^+ , Fe , Mn . Также отмечены факты присутствия в значительных количествах фосфатов, As , Pb и некоторых других элементов. С учетом этого оценка состояния водных объектов с использованием индекса геохимического состояния является наиболее комплексной и объективной, по сравнению с прочими способами, опробованными на данной территории другими авторами [2-3]. Судя по химическому составу вод, большая часть загрязняющих веществ оседает в донных отложениях водотоков – приемников стоков промышленных предприятий в пределах нескольких километров от створов сброса.

Что касается бассейна р. Ганьцзян, поверхностные и подземные водные объекты здесь испытывают значительное долговременное антропогенное влияние, вследствие чего их состояние оценивается как неудовлетворительное ввиду высоких содержаний целого ряда токсичных микроэлементов на отдельных участках рек и в подземных водах. Состояние подземных вод в целом хуже, чем поверхностных, что объясняет более высокой способностью поверхностных вод района исследования к самоочищению. При этом важным фактором самоочищения, видимо, являются интенсивность водообмена и биогеохимические процессы в водной среде. В результате заметное снижение концентраций токсичных микроэлементов в водах р. Цзиньдзян наблюдается уже примерно в 200 м от выпуска сточных вод, а наилучшее качество вод характерно для реки с максимальным водным стоком – Ганьцзян. Также следует отметить, что благоприятное влияние биогеохимических процессов в водной среде имеют и побочный эффект, связанный с необходимостью внимательного отношения к дезинфекции сточных вод и учете необходимости обеззараживания питьевых вод при их подготовке.

В данный момент ведется обработка результатов анализа органических микропримесей, растворенных в исследуемых водах, и химических элементов и соединений, определенных в водных вытяжках из донных отложений, отобранных в бассейне р. Ганьцзян.

Список литературы

1. Савичев О.Г., Солдатова Е.А., Чаудхури Х. и др. Эколого-геохимическое состояние водных объектов бассейна реки Дамодар (Индия) в меженный период // География и природные ресурсы. – 2020. - № 3. - С. 162–169.
2. Rama B., Manoj K., Kumar P.P. Index analysis, graphical and multivariate statistical approaches for hydrochemical characterisation of Damodar River and its canal system, Durgapur, West Bengal, India // International Research Journal of Environment Sciences. – 2013. - Vol. 2, № 2. - P. 53–62.
3. Haldar D., Halder S., Das (Saha) P. et al. Assessment of water quality of Damodar River in South Bengal region of India by Canadian Council of Ministers of Environment (CCME) Water Quality Index: a case study // Desalination and Water Treatment. – 2016. - Vol. 57, № 8. - P. 3489–3502.