

пределах 0,32 (Вахская группа месторождений) – 0,58 (Игольско-Таловое месторождение). Преобладающим типом вод является хлоридный натриевый, но встречен и хлоридный натриево-кальциевый (Вахское, Стрежевское, Малореченское, Озерное). Содержание хлор-иона изменяется от 92 до 99 %-экв., натрий-иона – от 77 до 90%-экв., кальций-иона – от 4 до 15 %-экв. Натрий-хлорный коэффициент изменяется от 0,68 (Лугинецкое месторождение) до 0,97 (Центр. Вахское) при средней величине его 0,88. Хлор-бромный коэффициент варьирует в пределах 170-849 при среднем 253. Воды комплекса характеризуются, в основном, слабокислой реакцией (рН колеблется в пределах 6,3-6,6), крайне низким содержанием или отсутствием сульфат-иона. На площади Вахской группы месторождений наблюдается аномальное его содержание (до 153 мг/л). Окислительно-восстановительный потенциал апт-альб-сеноманских отложений по литературным данным в пределах нефтяных месторождений (Вахское, Советское, Стрежевское) составляет +50 +120 мв. Содержание общих органических кислот составляет в среднем 1,93 мг/л. Распределение общего железа носит пестрый характер, минимальное (0,3-0,5 мг/л), а максимальное (206,3 мг/л). Также в водах апт-сеноманского комплекса установлен широкий спектр микрокомпонентов. Брома изменяется от 16,6 (Олень м-е) до 84-108 мг/л (Малореченское и Полуденное месторождения) при среднем значении 46,4 мг/л. Содержание йода изменяется от 1,3 (Центрально-Вахское м-е) до 12,6 мг/л (Первомайское м-е) при среднем его содержании 10,9 мг/л. Хорошая связь йода отмечается с минерализацией, хлором, бромом и аммонием. Содержание стронция в водах комплекса колеблется в пределах – от 18 (Центрально-Вахское месторождение) до 130 мг/л (Первомайское и Северное месторождения) при среднем значении 70 мг/л. Отмечается хорошая положительная связь содержания стронция с минерализацией, хлор-ионом и кальцием. По своим геохимическим свойствам стронций близок к кальцию. Кроме того, в водах обнаружен бор, содержание которого изменяется от 1,0 (Вахское месторождение) до 18,5 мг/л (Первомайское месторождение). Содержание в водах кремния изменяется незначительно и достигает 15,7 мг/л (Вахское месторождение) при средней его величине 6,0 мг/л.

Таблица 1

Химический состав подземных вод апт-сеноманского комплекса

Нефтегаз. район	Число опроб.	Знач.	М, мг/л	рН	Компоненты, мг/л						
					НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Каймысовский	7	мин.	10,2	6,3	109,8	3,7	6240	737	48,6	41,4	1375
		макс.	21	6,6	158	44	11275	1362,7	119,1	448	6300
		сред.	16,6	6,4	137,6	14,8	8520	1180	82,3	134	4518

*Использована фондовая информация ФГУ ТФИ по Томской области и материалы кафедры ГИГЭ ТПУ

В целом, изменение содержания микрокомпонентов в водах апт-альб-сеноманского комплекса соответствует изменению их минерализации. Газонасыщенность вод невелика, величина газового фактора не превышает 0,5 м³/м³. Водорастворенный газ представлен метаном. Исходя из гидрогеохимической характеристики комплекса, можно предположить, что в скважинах на исследуемых объектах большую долю компонентов промышленных отложений будет составлять карбонат кальция.

Литература

1. Ибрагимов Н.Г. Осложнения в нефтедобыче / Н.Г. Ибрагимов, А.Р. Хафизов, В.В. Шайдаков; под ред. Н.Г. Ибрагимова, Е.И. Ишемгужина. – Уфа: Монография, 2003. – 302с.
2. Кащавцев В.Е. Солеобразование при добыче нефти / В.Е. Кащавцев, И.Т. Мищенко. – М., 2004. – 432 с.
3. Крабтри М. Борьба с солеотложениями – удаление и предотвращение их образования / М. Крабтри, Д. Эслингер, Ф. Флетчер, М. Миллер // Нефтегазовое обозрение. – 2002. – № 2. – С. 52-73.
4. Назаров А.Д. Нефтегазовая гидрогеология. Лабораторный практикум: учебное пособие / А.Д. Назаров; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 85 с.

БАССЕЙНОВАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАЦИИ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ В ВОДАХ МАЛОЙ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КИРГИЗКА, ТОМСК, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ)

И.В. Титов

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эффективная очистка сточных вод является необходимым условием устойчивого функционирования природно-техногенных комплексов разного уровня. При этом большое значение имеет не только количество и тип очистных сооружений, но и система нормирования сбросов очищенных сточных вод в водные объекты. Эта система включает административно-управленческий аппарат и накопление информации, и собственно расчёта допустимых концентраций загрязняющих веществ в очищенных сточных водах, при которых влияние сбросов на водный объект не приводит к ухудшению качества вод. Общие подходы к определению допустимых

концентраций включены в состав действующих нормативных документов в области охраны природы [1]. Однако методика бассейновых расчётов разработана недостаточно подробно, в результате чего их проведение остаётся нетривиальной задачей, и фактически бассейновый расчёт допустимых концентраций проводится относительно редко [8].

Такая ситуация сложилась и в водосборе реки Большая Киргизка (рис. 1). Для этой территории характерна достаточно высокая концентрация жилых и производственных объектов, являющихся источником загрязнения [6]. С учётом этого была разработана и апробирована для среднемноголетних условий модель трансформации загрязняющих веществ по сумме растворённых солей, поступающих в Большую Киргизку и её притоки от источников загрязнения. Выбор среднемноголетних значений обусловлен необходимостью построения геохимического баланса на основе средних значений гидрологических и геохимических показателей с оптимизацией параметров модели, не определяемых из опыта, а подбираемых исходя из минимизации суммы квадратов разности вычисленных и измеренных концентраций.

Река Большая Киргизка впадает в Томь в 58 км от её устья; длина реки – 85 км, площадь водосбора – 898 км²; основные притоки – Малая Киргизка, Омутная, Чёрная, Каменка, Топкая (рис. 1).

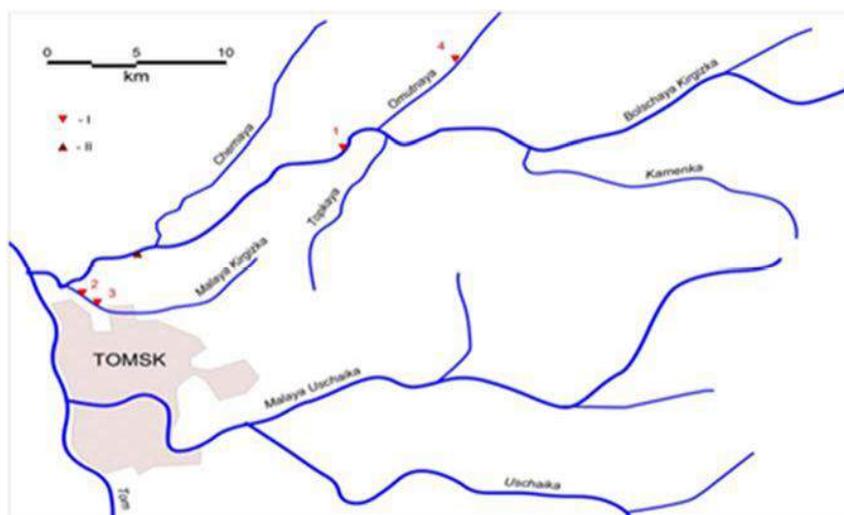


Рис. 1. Схема речной сети района исследований; условные обозначения: I – выпуск сточных вод (номер выпуска соответствует табл. 1); II – пункт гидрологических наблюдений на реке Большая Киргизка

Основное поступление сточных вод приурочено к очистным сооружениям Туганской птицефабрики, Томской птицефабрики и Томского завода древесностружечных плит. Сточные воды проходят очистку, но её эффективность для ряда веществ невысока: максимальная – для взвешенных веществ и легкоокисляемых органических веществ; минимальная – для соединений азота и фосфора [3]. В данной работе рассматривалось изменение суммы растворённых солей как базового геохимического показателя, необходимого для оценки общего геохимического состояния речной экосистемы.

Выполненные расчёты показали: 1) модель адекватно описывает среднемноголетние изменения суммы растворённых солей вод Большой Киргизки и её притоков (рис 2); 2) изменения суммы растворённых солей в речных водах по длине реки наилучшим образом описываются при $k_c=0.093 \text{ сут}^{-1}$. В связи с этим, величину суммы растворённых солей следует считать неконсервативной; 3) речная система характеризуется как достаточно устойчивая к сбросу растворённых солей со сточными водами. Одно из объяснений этого явления – сочетание разбавления более минерализованных подземных вод, дренируемых реками, и атмосферных осадков, с другой стороны, – процессов взаимодействия в системе «вода – порода – органическое вещество».

По данным Ю.В. Колубаевой [2], сумма растворённых солей в подземных водах региона в среднем составляет от 507 мг/дм³ (воды рыхлых отложений) до 527 мг/дм³ (воды коренных отложений), в то время как для атмосферных осадков в бассейне Оби характерны значения суммы главных ионов составляют 50.9 мг/дм³ (дождевые воды) и 23.1 мг/дм³ (снеготалые воды) [4].

Влияние второго фактора раскрыто и подробно объяснено применительно к подземным водам в работах целого ряда авторов [7]. Но это же объяснение применимо и к речным водам в среднемноголетнем разрезе. В частности, в работе [4] было показано, что наиболее активное взаимодействие речных вод и отложений происходит в пространственном разрезе – в верхнем течении рек, а во времени – в половодье. При этом отмечены следующие особенности:

1) состояние, близкое к равновесному, наблюдается в основном только при взаимодействии вод с кальцитом, глинистыми минералами, кварцем, соединениями металлов с гуминовыми кислотами;

2) по отношению к первичным алюмосиликатам речные воды повсеместно и в течение всего года недонасыщены, так как достижение равновесного состояния ограничено в результате выведения из раствора кальция с соединениями с угольной и гуминовыми кислотами;

3) рост концентраций растворённых солей в водах рек – приёмников стоков ограничивается

относительно низкой растворимостью ряда соединений главных ионов, что ограничивает рост суммарного содержания растворённых солей или даже приводит к его некоторому снижению [4].

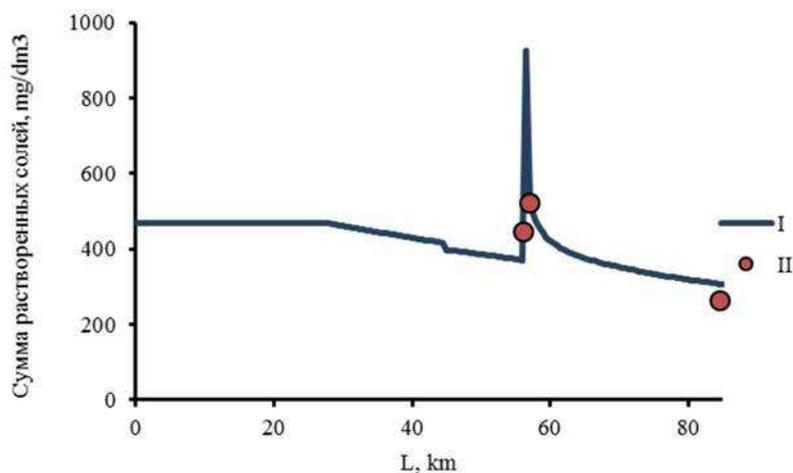


Рис. 2. Изменение расчётных (I) и средних измеренных значений суммы растворённых солей (II) по длине (L) реки Большая Киргизка (от истока)

Анализ результатов моделирования в целом подтверждает эти выводы и свидетельствует о значительной способности речной системы к саморегуляции.

В процессе исследования разработана и апробирована модель трансформации суммы растворённых солей в водах Большой Киргизки под влиянием сброса сточных вод и влияния притоков (реки Малая Киргизка, Омутная, Топкая, Каменка, Чёрная). Показано, что речная система обладает значительной способностью к самоочищению и характеризуется достаточно стабильным солевым составом. Это объясняется тем, что рост концентраций растворённых солей в речных водах в определенной степени ограничен, во-первых, разбавлением более минерализованных подземных вод, дренируемых реками, а, во-вторых, относительно низкой растворимостью ряда соединений макрокомпонентов. Ещё один важный вывод, подтверждаемый результатами моделирования, заключается в том, что сумму растворённых солей целесообразно рассматривать как «неконсервативный» гидрохимический показатель, который, представляет собой сложную функцию целого ряда физико-химических и биохимических процессов, протекающих в системе «речная вода – донные отложения – речные наносы», на поверхности водосборного бассейна и зоне активного подземного водообмена [4].

Литература

1. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1977. – 204 с.
2. Колубаева Ю.В. Гидрогеохимия северо-восточной части Колывань-Томской складчатой зоны / автореф. дис. на соиск. уч. степ. к.г.-м.н. – Томск: Томск. политехн. ун-т, 2015. – 22 с.
3. Лыготин В.А., Савичев О.Г., Нигороженко В.Я. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2000-2005 гг. – Томск: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006. – 88 с.
4. Савичев О.Г. Влияние взаимодействий в системе вода–порода на формирование состава речных вод бассейна Оби // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 74-80.
5. Савичев О.Г., Иванов А.О. Атмосферные выпадения в бассейне Средней Оби и их влияние на гидрохимический сток рек // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 1, С. 63-70.
6. Экология Севера промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения / ред. А.М. Адам. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1994. – 260 с.
7. Grenthe, I. and Puigdomenech, I. Symbols, standards and conventions, in: Modelling in aquatic chemistry. Nuclear energy agency, Paris, 1997, pp. 35–68.
8. Savichev, O.G. and Matveenko, I.A. 2013. Evaluation of chemical composition changes of surface water in Boguchan Reservoir (Siberia, Russia) // p. 706 – 715.