

Секция 5

ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

МИГРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЧЕРЕЗ СЛАБОПРОНИЦАЕМЫЕ ТОЛЩИ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В С. ПАРАБЕЛЬ ПАРАБЕЛЬСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Абакумов

Научный руководитель профессор Н.М. Рассказов
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема утилизации и нейтрализации твердых бытовых отходов урбанизированных территорий давно вышла за пределы отдельных поселений и в настоящее время приобрела не только локальное, но и глобальное экологическое и экономическое значение.

В городах и поселках городского типа России ежегодно образуется 150 млн.м³ (30 млн. т) твердых бытовых отходов (ТБО). По прогнозам в 2007 году ежегодное накопление ТБО в России возрастет до 40 млн. т [1]. Данная проблема актуальна и для райцентра с. ПарABELь Томской области, где количество ТБО увеличивается с каждым годом в связи с ростом основных показателей его социально-экономического развития как центра нефтегазодобывающего района.

Атмосферные осадки, солнечная радиация и выделение тепла в связи с поверхностными, подземными пожарами, возгораниями способствуют протеканию на полигонах ТБО непредсказуемых физико-химических и биохимических процессов, продуктами которых являются многочисленные токсичные химические соединения в жидком, твердом и газообразном состояниях [2].

Многие идентифицированные в подземных водах органические соединения встречаются редко, в то время как другие являются причиной загрязнения подземной гидросферы. К ним относятся нефтепродукты, фенолы, пестициды и другие [3].

Несмотря на актуальность изучения многочисленных фактов техногенного углеводородного загрязнения подземных вод, до настоящего времени еще не накоплено достаточно полной и обобщенной информации о количественной стороне этого сложного и весьма негативного для природных сред гидрогеохимического процесса [4].

Область загрязнения подземных вод обычно определяется по изолинии концентраций нефтепродуктов, равной предельно допустимой, которая для воды питьевого качества составляет 0,1 мг/л для многосернистой нефти и для рыбохозяйственных целей не должна превышать 0,05 мг/л [5].

Площадка проектируемого полигона ТБО расположена в 4,5 км к юго-западу от с. ПарABELь по автодороге ПарABELь – Старица. Площадка удалена от автодороги на 0,10 км и соединена с ней улучшенной дорогой с гравийным покрытием. От ближайшего населенного пункта – Заозеро, участок находится на расстоянии 1,8 км. С западной стороны участок ограничен полевой дорогой, отделяющей существующую переполненную свалку. Расстояние до нее от проектируемого полигона ТБО не более 100 м.

Гидрогеологические условия определяются по существу наличием двух водоносных комплексов. Первый из них представлен водоносными горизонтами знаменской и новомихайловской свит. Первый от поверхности водоносный горизонт двухслойный с верхней толщей тяжелых суглинков с коэффициентом фильтрации 0,008 м/сут. Нижний слой сложен песками мелкозернистыми и среднезернистыми. Общая мощность отложений третьей надпойменной террасы равна 23-30м.

Водоносные горизонты слабонапорные до (5м) [6]. Водопроницаемость водоносных горизонтов приблизительно равна 140м²/сут.

Ниже разрез сложен разновозрастными глинами мощностью от 10м до 50м. Данный глинистый слой является здесь первым от поверхности водоупорным слоем.

Второй водоносный комплекс представлен водоносным горизонтом атлымской свиты, отделенный от вышележащих водоносных горизонтов, как уже отмечалось, слоем глин мощностью в среднем от 10 до 50м с коэффициентом фильтрации $K_{\phi} = 0,0002$ м/сут. Водоносный горизонт является основным для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Мощность горизонта от 16м до 42м. Горизонт напорный. Пьезометрический уровень описываемого горизонта выше пьезометрических уровней вышестоящего комплекса и устанавливается на глубине 9-12м от поверхности земли.

В рассматриваемом случае главным вопросом в оценке гидродинамической взаимосвязи проектируемого полигона ТБО с подземными водами является оценка защищенности первого от поверхности водоносного горизонта третьей надпойменной террасы от загрязнения.

В нашем случае необходимо определить содержание мигрирующих органических соединений через слабопроницаемые толщи первого от поверхности водоносного горизонта. Далее выполним количественную оценку защищенности указанного пласта.

Начнем с того, что рядом с проектируемым полигоном расположена существующая свалка ТБО, которая нуждается в срочной рекультивации с оценкой глубины и характера загрязнений.

В результате технических и микробиологических процессов в районе свалки, безусловно, произошли изменения состава подземных вод.

Учитывая, что полигон будет эксплуатироваться в течение длительного времени (примерно 34 года), практически и теоретически возможно загрязнение подземных вод органическими соединениями, в том числе и нефтепродуктами.

Для проверки состояния подземных вод необходимо выполнить ряд мероприятий, которые позволили бы судить о наличии или отсутствии нефтяного загрязнения грунтовых вод.

Комплекс мероприятий состоит из: определения химического состава подземных вод под свалкой и на прилегающей территории; изучения характера и интенсивности загрязнения пород; расчета времени достижения нефтепродуктами уровня грунтовых вод; расчета длины растекания загрязненной воды в водоносном горизонте; принятия необходимых мер по ликвидации данного загрязнения.

Ввиду того, что химический состав подземных вод под старым полигоном не изучен, приводим обобщенные результаты. В г. Новокузнецке Кемеровской области проведены экологические исследования влияния на окружающую среду двух официальных свалок твердых бытовых отходов (ТБО). По результатам химического анализа подземных вод установлено значительное влияние свалки на водоносные слои в результате разложения органических веществ. Содержание в воде аммонийного азота превышает его фоновое содержание в 14,5 раз, БПК - в 10,5 раз, ХПК - в 8 раз, органического углерода - в 4,5 раза, сухого остатка - в 3 раза, кальция - в 2,2 раза, магния - в 2,8 раза, железа - в 51,5 раза, бария - в 8,7 раз. Отмечено также очень существенное загрязнение с территории свалки подземных вод хлоридами - в 83 раза и нефтепродуктами приблизительно в 4 раза от фонового содержания [7].

Большая работа по изучению нефтяного загрязнения подземных вод была проведена В.М. Гольдбергом и др. Авторы обобщили особенности нефтепродуктового загрязнения геологической среды и подземных вод [7].

На основании этого определены расчетные формулы, по которым возможно рассчитать время достижения НП уровня грунтовых вод [8]. Расчетная формула (1) имеет следующий вид:

$$t = \left[\frac{n \cdot H_0}{(1) k} \cdot \frac{m}{H_0} \right] - Ln \cdot \left[1 + \frac{m}{H_0} \right],$$

где H_0 – высота столба нефтепродуктов в полигоне, м; m – мощность зоны аэрации, м; k – коэффициент фильтрации; n – пористость пород зоны аэрации. Так как нет достоверных данных о содержании нефтепродуктов, приведем прогнозную оценку защищенности первого водоносного пласта на участке у с. Парабель.

Мощность слабопроницаемых отложений в разрезе зоны аэрации составляет приблизительно 16 м. Коэффициент фильтрации суглинков составляет $K \approx 0,008$ м/сут. H_0 – высота столба нефтепродуктов выбирается по личному прогнозу автора, так как нет определенных данных по количественному содержанию НП в водоносном пласте.

Допустим, что при разгрузке автосамосвалов на территории свалки ТБО будет происходить утечка бензина и ГСМ. Высота, на которую просачиваются данные НП, составит примерно 2,5 м. Пористость пород составляет $n \approx 0,9$.

Следовательно, время достижения уровня грунтовых вод составит $t = (0,9 \cdot 2,5) / 0,008 \cdot 16 / 2,5 - Ln(1 + 16 / 2,5) = 1797$ суток.

За 1797 суток данное нефтепродуктовое загрязнение мигрирует через первый суглинистый слой и достигнет уровня грунтовых вод. При этом длина растекания загрязненной воды при уклоне потока в водоносном горизонте $I = 0,001$ ‰ и горизонтальном коэффициенте фильтрации песков ≈ 5 м/сут за год (365 суток) составит:

$$l = \frac{K \cdot i \cdot t}{n}, \quad (2)$$

где K - коэффициент фильтрации, м/сут; I - уклон потока, ‰; t - время, сут; n - пористость пород.

$$l = \frac{5 \cdot 0,001 \cdot 365}{0,9} = 12,16 \text{ м.}$$

Если учитывать, что эксплуатация полигона ТБО составит примерно 34 года, то длина растекания загрязненных вод за весь период эксплуатации составит 138 м.

Так как область загрязнения расположена на удалении от ближайшего водозаборного сооружения свыше 1,5 км, то оконтуривание проводится по изолинии концентрации НП 1 мг/л [8].

Ситуация усугубляется тем, что рядом с проектируемым полигоном расположена существующая переполненная свалка, фильтрат которой будет продвигаться в сторону нового полигона, расположенного \approx в 100 м к западу от него.

Выполним приблизительный расчет времени, за которое образовавшийся фильтрат на старом полигоне достигнет места расположения нового полигона ТБО. Для этого нам необходимо определить такие характеристики, как (I – уклон потока; K_f – коэффициент фильтрации, (max ≈ 5 м/сут); L – расстояние между полигонами, м; n – пористость пород 0,9).

$$t = \frac{l \cdot n}{k \cdot i} \quad (3)$$

т.о., $t = 24$ суток.

Полученная величина лишь еще раз свидетельствует о том, что принятие определенных мер по защите первого водоносного горизонта не требует отлагательства на долгое время.

Выводы

По состоянию изученности на данный момент нет оснований говорить о значительном загрязнении подземных вод нефтепродуктами.

На основании полученных данных можно утверждать, что на территории полигона загрязнение подземных вод имеет место, если не принимать соответствующие меры.

Было бы целесообразно разбурить наблюдательные скважины на территории полигона для контроля за состоянием подземных вод и для осуществления периодических исследований грунтовых вод первого водоносного горизонта.

Кроме старой свалки ТБО существует еще один потенциальный источник поступления загрязняющих веществ. В 10 км к западу от с. Парабель (5,5 км от полигона ТБО) находится подводный переход магистрального нефтепровода «Александровское – Анжеросудженск» через реку Парабель, который нуждается в срочной реконструкции.

Автором предлагается разместить две наблюдательные скважины на территории полигона ТБО.

Цель организации режимной сети является установление степени распространения и характера миграции загрязняющих веществ – тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенолов и других контролируемых показателей. Следствие – принятие мер по ликвидации очагов загрязнения.

Литература

1. Гольдберг В.М., Газда С.В. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. — М.: Недра, 1984. — 283 с.
2. Давыдова С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде. / Под ред. С.Л.Давыдова, В.И.Тагасов. — М.: Изд-во РУДН, 2004. — 163 с.
3. Карта напоров по материалам Региональной партии ТКГРЭ, 1980.
4. Мельковицкая С.Г. Органические загрязнители подземных вод и методы их исследования // Гидрогеоэкология и инженерная геология. — М.: ВИЭМС, 1988. — 55 с.
5. Минаева В.П. Совершенствование управления твердыми бытовыми отходами в регионе (на примере Самарской области): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. — Самара, 2004. — 19с.
6. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. — М.: Минздрав СССР, 1975. — 39 с.
7. Пурич В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. — М.: Энергоатомиздат, 2002. — 112 с.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ОЗЕР НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА КУЗБАССА

М.П. Андреева

Научный руководитель Н.А. Трифонова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью наших исследований являлось определение качественных и количественных характеристик химического и микробиологического состава озер на территории юга Кузбасса для определения их экологического состояния.

Объектами исследований стали 8 озер. Исследуемые водоемы представляют две группы озер: природные и техногенные. Техногенные озера, в свою очередь, делятся на две разновидности: озера образованные в результате засыпания рек при складировании вскрышных пород (№ пробы 129, 130, 131) и озера, образованные в результате строительства дамбы (№ пробы 133, 134). Естественные озера представляют собой старицы рек или водоемы в низкой части рельефа.

Все озера расположены в пределах Ерунаковского района Кемеровской области. Пробы отобраны автором при работе в Верхнеобском экспедиционном отряде при ТФ ИНГГ СО РАН в период с 2004 по 2006 годы.

Отбор проб в полевых условиях проводился в соответствии с установленными правилами [1]. Аналитические исследования выполнены в УНПЦ «Вода» ТПУ. В сферу микробиологического анализа было включено определение следующих микроорганизмов: олиготрофные бактерии (Бо), органотрофные бактерии (Бм), гетеротрофные бактерии, усваивающие безазотные органические вещества (Бк), железобактерии гетеротрофные (Бж), нефтеокисляющие бактерии (Бнфо), нитрифицирующие бактерии (Бнтф), денитрифицирующие бактерии (Бднф), сульфатредуцирующие бактерии (Бsr), сероокисляющие (тионовые) бактерии (Бth), железоокисляющие бактерии автотрофные (Бжа), сульфатредуцирующие (Бsr), метанобразующие бактерии (Б_{CH₄}). Основные экогеохимические характеристики исследуемых озер представлены в таблице 1.

Анализ изучения химического состава озерных вод исследуемого района показывает, что независимо от происхождения у для всех исследованных вод общая минерализация не превышает 0,45 г/л, а pH изменяется от 8,1 до 8,8. По остальным определяемым компонентам озерные воды имеют существенные отличия в количественном отношении. Так, в водах техногенных озер существенно выше содержание Si в 1,8 раз, суммы тяжелых металлов – в 8,6; SO₄²⁻ – в 6,0; NO₃⁻ в 3,0; NO₂⁻ - в 4,2 раза, чем в природных водах. По сравнению с техногенными озерами воды естественных водоемов содержат больше железа и гуминовых веществ.

Что касается качества вод исследуемых озер относительно нормы ПДК, то определенно можно говорить о превышении норм в водах техногенных озер по тяжелым металлам и органическому веществу. Воды природных озер в концентрациях выше ПДК содержат железо и органическое вещество. По трофической классификации исследуемые водоемы относятся к олигогумозным (пробы № 129, 133, 134) и мезогумозным (пробы № 130, 135, 138) водоемам [3].

Определенный интерес с точки зрения использования как дополнительного критерия для определения экологического состояния озерных вод представляют результаты микробиологических исследований. Общее число бактерий, установленных в исследуемых водах, составляет тысячи и десятки тысяч для органотрофных бактерий; единицы, сотни и тысячи для литотрофных бактерий, включая, железобактерии.

Таблица 1

Общий химический состав озерных вод, мг/л

Тип озер	№ пробы	pH	Химические компоненты											
			М	Si	SO ²⁻ ₄	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Fe _{общ}	∑ ТМ	∑ ГВ	ПО	ХПК	Сорг
Техногенные	129	8,8	316,7	2,1	22,5	3,04	0,005	0,06	1,5	14,2	1,62	9,6	35,0	13,1
	130	8,5	367,9	3,25	15,5	2,9	0,003	0,1	0,3	22,11	5,01	6,8	14,5	5,4
	131	8,2	374,0	3,7	17,3	3,27	0,014	0,2	0,5	53,32	3,45	4,32	12,0	4,5
	133	8,1	366,9	2,1	81,5	8,8	0,01	0,2	0,5	37,07	1,86	9,7	16,0	6,0
	134	8,5	445,0	5,75	22,5	7,9	0,15	0,2	0,5	8,82	2,7	3,04	10,5	3,9
Природные	135	8,4	208,3	1,2	4,0	2,42	0,011	0,17	1,2	3,65	4,68	5,28	17,5	6,5
	138	8,2	382,1	0,94	7,2	1,45	0,007	0,034	0,5	5,97	3,84	6,64	28,0	10,5
	145	8,8	397,4	3,25	5,4	1,45	0,008	0,3	1,7	0,09	-	10,8	33,5	12,5

М – общая минерализация, ∑ ТМ – состоит из Hg, Zn, Cd, Pb, Cu, Sr, ∑ ГВ – сумма гуминовых веществ, ПО – перманганатная окисляемость, ХПК – химическое поглощение кислорода.

Анализируя результаты изучения состава и распределения микрофлоры в обследуемых водоемах (табл. 2), можно отметить, что по количеству органотрофных сапрофитов все озера относятся к посредственным [2]. Во всех типах озер велико содержание нефтеокисляющих бактерий. И в естественных и техногенных озерах присутствуют нитри – и денитрифицирующие бактерии (Бнтф, Бднф), сульфатредуцирующие (Бср) и сероокисляющие (Бгн) бактерии, железобактерии гетеротрофные (Бж) и автотрофные (Бжа), метанообразующие бактерии (Бсн₄).

Таблица 2

Средняя численность микроорганизмов в озерных водах

Озера	№ пробы	Бактерии, индексы												ОВ, усвояемое бактериями: (ПО/ХПК)*100 %
		Болг	Бм	Бм	Бк	Бж	Бнфо	Бнтф	Бднф	Бср	Бгн	Бжа	Бсн ₄ , баллы	
		кл/мл воды												
Техногенные	129	5880	4800	1,2	1000	222	5000	1*	10	10	0	10	10	27,4
	130	7200	2860	2,5	2700	430	3210	0	10 ³	10	0	0	15	46,8
	131	5040	4210	1,2	3640	606	900	1	10	0	10	10	10	36,0
	133	3888	5280	0,73	2920	102	1200	10 ²	10 ³	1	10 ²	0	8	60,6
	134	3152	1700	1,85	1360	240	1700	0	10 ²	0	10	0	0	28,9
Природные	135	5220	1040	5,0	1300	70	6000	10 ²	1	0	0	0	0	30,2
	138	7420	9300	0,8	900	920	2400	10	10 ³	0	0	0	0	23,7
	145	10800	5680	1,9	16000	576	4000	10 ²	10	10	1	10	10	32,3

*число клеток в 1 мл воды: от 1 - до9, 10 - до 99, 10² – до 999, 10³ – до 9999 и т.д.

Различие микрофлоры вод естественных и техногенных водоемов состоит в структуре микробиоценозов рассматриваемых водных экосистем. Так, воды естественных озер содержат больше бактерий (Бднф, Бж, Бк, Болг), осуществляющих минерализацию органического вещества облегченного строения (углеводы, спирты, органические кислоты и др.). В них отмечается более высокое содержание нефтеокисляющих бактерий. Из автотрофных бактерий в водах естественных водоемов, по сравнению с техногенными, выше численность нитрифицирующих бактерий. Кроме этого в них более значимы денитрифицирующие и сероокисляющие бактерии, а также интенсивнее протекает процесс метаногенеза.

Факты, полученные в процессе эколого – геохимических исследований озер разного типа (табл. 1, 2) выявляют тенденции прямой зависимости между содержанием органического вещества, легкоусвояемого бактериями и их численностью. Если в естественных водоемах легкоусвояемое органическое вещество составляет от 23,7 до 32,3 %, то в техногенных озерах, где меньшее содержание бактерий, минерализующих простое органическое вещество (углеводы, спирты, альдегиды, органические кислоты, рассеянное органическое вещество и др.), оно составляет от 27,4 до 60,6 %. Это дает основание считать, что в техногенных водах микробиологическое разложение органического вещества идет медленнее, а значит, растет органическое загрязнение. Кроме того, более распространенные в техногенных озерах денитрифицирующие и

метанобразующие бактерии указывают на формирование здесь более застойного (по сравнению с естественными озерами) режима, связанного с ухудшением условий аэрации, последствия которого сказываются на содержании и развитии аэробных гетеротрофных бактерий – деструкторов органического вещества.

В водах естественных водоемов условия аэрации более благоприятны для аэробных бактерий не только гетеротрофных но и автотрофных нитрифицирующих, являющихся очень чувствительным к недостатку кислорода в окружающей среде [4].

Завершая обзор результатов, полученных в процессе изучения экологического состояния озерных вод на территории юга Кузбасса, можно сделать следующие выводы.

1. Воды всех исследуемых типов озер (естественных и техногенных) загрязнены органическим веществом, железом и органотрофными сапрофитовыми бактериями. 2. В отличие от естественных озер воды техногенных водоемов существенно загрязнены тяжелыми металлами, содержания которых, в некоторых точках, в несколько раз превышает нормы ПДК. Кроме этого, в техногенных озерах выше содержание сульфатов и соединений азота. 3. Несмотря на общность группового состава микроорганизмов озерных вод разного типа, имеются различия в структуре их микробных ценозов. Это проявляется в количественном преобладании в водах естественных озер бактерий – деструкторов, усваивающих простое органическое вещество, нефтеокисляющих и нитрифицирующих бактерий, являющимися более зависимыми от условий аэрации окружающей среды. 4. В техногенных озерах понижена деятельность бактерий, усваивающих простое органическое вещество, что сочетается здесь с большим его содержанием. В водах техногенных водоемов микробные ценозы обогащены в количественном отношении факультативными анаэробными бактериями, например, денитрифицирующими, и анаэробными, представленными метанобразующими бактериями, являющимися индикаторами застойного режима среды обитания. 5. Ухудшение условий аэрации, наблюдаемое в техногенных водоемах, является неблагоприятным для аэробных гетеротрофных бактерий - деструкторов органического вещества, что приводит к его накоплению, т.е. загрязнению экосистемы.

Литература

1. Временные методические рекомендации по экспресс - опробованию природных вод при ведении мониторинга. – М.: ГИДЭК, 2004. — 67 с.
2. Кокина А.Г. О факторах влияющих на качество подземных вод в районе источников загрязнения. // Гигиена и санитария. — Москва, 1970. — С.19-22.
3. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. — Л.: Изд-во АН СССР, 1970. — 440с.
4. Никитин Д.Н., Никитина Э.С. Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты бактерий (род *Bdellovibrio*). — М.: Наука, 1978. — 203 с.

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ЮГА КУЗБАССА

М.П. Андреева¹, Е.В. Домрочева²

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

¹Томский политехнический университет, г. Томск

²Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Томск, Россия

Из всех известных направлений общественного производства наиболее существенное техногенное влияние на окружающую среду отмечается в области горнодобывающей промышленности. На территории юга Кузбасса сосредоточено большое количество предприятий горнорудной и перерабатывающей промышленности, а так же расположены наиболее крупные города и поселки области. Размещение большого производственного комплекса на небольшой территории не могло не сказаться на качестве подземных вод. В связи с этим, целью наших исследований было определение современного эколого-геохимического состояния подземных вод зоны активного водообмена южной части Кузбасса

В исследовании использованы материалы, полученные авторами при работе в Верхнеобском гидрогеологическом экспедиционном отряде при ТФ ИНГГ СО РАН под руководством Шварцева С.Л., проводимые в период с 2001 по 2006 годы и сведения, приведенные в литературных источниках.

Полевые и лабораторные исследования проводились в соответствии с разработанными методиками и правилами. Характеристика вод проведена нами по 110 пробам подземных вод. Они отбирались с глубин в интервале от 30 до 300 м. Большая часть подземных вод пробована с глубины 40-140 м из скважин, предназначенных для хозяйственно-питьевого использования, или скважин, расположенных на различных промышленных площадках.

Для подземных вод зоны активного водообмена юга Кузбасса характерно развитие $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, Ca-Na и Na-Ca типов вод. Это повсеместно пресные воды с минерализацией до 0,4 - 0,6, реже 0,9 г/л, чаще слабощелочные со средним значением рН для рассматриваемых районов 7,5-8,0. С глубиной происходит увеличение роста общей минерализации и рН. Воды постепенно переходят в гидрокарбонатные натриевые (содовые).

Прослеживается изменение химического состава вод зоны активного водообмена исследуемого района и в региональном плане. Оно заключается в увеличении минерализации от 0,2-0,3 до 0,6 г/л с востока (от Кузнецкого Алатау) на запад, т.е. в сторону уменьшения отметок рельефа, обусловленного постепенным переходом от одного ландшафта к другому. Подобная зависимость наблюдается и для значений рН [1].

Основной целью наших исследований является определение современного экологического состояния вод зоны активного водообмена исследуемого района. Критериями оценки качества является совокупность любых количественных показателей. Под критериями качества в соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77 нами

понимается «характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для различных видов водопользования». В качестве количественной оценки современного эколого-геохимического состояния водных объектов исследуемого региона нами используются предельно допустимые концентрации (ПДК) химических элементов.

Собранные нами результаты мы разбили по следующему принципу: воды, в которых установлены элементы по содержаниям не отвечающих нормативным требованиям (превышающие ПДК) отнесены к «загрязненным» водам и воды, в которых все элементы находятся в концентрациях установленных нормативными документами – к «чистым» водам. Усредненный химический анализ вод обеих групп представлен в таблице. Воды, отнесенные нами в группу «чистых», являются характерными водами зоны активного водообмена. Сумма анионов и катионов вод колеблется в пределах от 0,11 г/л до 0,89 г/л. Значения pH от 6,8 до 7,9. Наиболее пресными являются подземные воды неглубоких горизонтов. С глубиной содержание макрокомпонентов увеличивается и растет общая минерализация, что является закономерным процессом.

Таблица
Содержание химических элементов в исследуемых подземных водах зоны активного водообмена

Компоненты		«Чистые» воды			«Загрязненные» воды		
		минимум	максимум	средние	минимум	максимум	средние
pH		6,80	7,9	7,38	6,2	8,8	7,38
Общая мин.		114	892	611,41	129,2	2916	843,9
HCO ₃ ⁻	мг/л	55,0	683	423,13	61,0	1830,0	624,34
SO ₄ ²⁻		0,09	232	29,32	0,90	767,0	137,32
Cl ⁻ , мг/л		1,10	86,6	18,29	1,42	139,0	36,46
Ca ²⁺		20,0	158	84,56	2,40	220,0	72,58
Mg ²⁺		2,40	52,5	17,71	1,20	73,20	22,93
Na ⁺		3,9	110	46,43	8,00	934,0	186,87
K ⁺		0,50	5,60	1,81	0,30	98,0	7,74
NH ₄ ⁺		0,01	1,00	0,25	0,01	10,10	1,09
NO ₃ ⁻		0,90	28,8	7,08	0,35	122,8	29,38
NO ₂ ⁻		0,003	0,05	0,015	0,003	6,23	0,37
Fe _{общ}		0,05	0,30	0,27	0,12	12,0	2,06
Si		3,84	9,20	7,05	2,70	10,2	6,38
Al		0,02	0,40	0,14	0,005	0,93	0,29
Sr		0,28	2,50	1,20	0,20	6,20	2,56
Li		мкг/л	1,30	27,0	17,7	1,60	100
Cu	0,10		3,50	1,12	0,50	16,4	2,52
Zn	1,0		90,0	15,35	1,56	200,0	24,27
Pb	0,10		6,40	1,74	0,10	11,2	1,83
Cd	0,01		0,40	0,09	0,026	0,30	0,129
Hg	0,009		0,45	0,18	0,012	3,55	0,69
Фенолы	0,11		0,31	0,24	0,40	184,0	11,13
ПО	0,06		3,09	1,26	0,70	31,40	10,79
ХПК	0,70		9,00	5,17	0,108	1,98	0,39
НП	0,012		0,09	0,086	0,23	0,34	0,29
F	мг/л	0,11	1,40	0,43	0,109	190,0	16,15
Число проб		45			65		

ПО – перманганатная окисляемость, ХПК – химическое поглощение кислорода, НП – нефтепродукты

Воды, отнесенные нами в группу «загрязненных», по своему составу не однородны. Минерализация в них изменяется от 0,13 до 2,9 г/л, значения - pH от 6,2 до 8,2. Случаи, когда содержания макрокомпонентов установлены в величинах превышающих ПДК, в водах исследуемого района в зоне активного водообмена, почти всегда обусловлены воздействием техногенных источников.

Биогенные элементы в повышенных содержаниях наиболее часто встречаются в водах, где имеются и другие вещества в концентрациях выше ПДК. Установлены случаи повышенного содержания NO₃⁻ в ряде неглубоких скважин. Расположены эти скважины на территории поселков. Причина этого, скорее всего, состоит в не герметичности скважин или слабой защищенности подземных вод на данном участке. Достаточно часто Fe_{общ} в исследуемых водах района встречается выше нормативных значений. Максимально установленная нами концентрация составляет 12 мг/л, обнаружена она на глубине 135 м.

Вследствие развития на изучаемой территории большого числа добывающих и перерабатывающих предприятий ожидаемым является обнаружения в водах района некоторых микроэлементов. Выше нормативных значений в нескольких пробах обнаружены Al, Li и Hg. Конденсации Al достигают 0,93 мг/л, при средних его значениях в водах обеих групп 0,2 мг/л. В нескольких скважинах, на территории угольных разрезов, установлены содержания Li достигающие 100 мкг/л и Hg – 3,55 мкг/л, что значительно выше ПДК.

Отдельно хочется отметить воды, загрязненные F. В подземных водах на отмеченных участках в районе г. Новокузнецка его содержание составляет 190 мг/л. Общая минерализация этих вод достигает 2,9 г/л Подробнее

состояние и особенности вод этой территории описано в работе [2]. Выявленные содержания фтора являются наибольшими для данного района.

Нефтепродукты – органическая микропримесь, характеризующая состояние стоков с территории городов, поступающих в канализацию, и при неблагоприятном ее состоянии служащие источником вторичного загрязнения вод. Иногда нефтепродукты поступают в воды в результате неправильной эксплуатации АЗС и хранилищ различного рода. Содержание нефтепродуктов в опробованных нами чистых водах составляет 0,012 - 0,09 мг/л и в загрязненных 0,23 – 0,34 мг/л. В большинстве проб, где определялось содержание нефтепродуктов, их концентрация превышает нормативную. Фенолы в исследуемых водах содержатся в величинах от 0,4 до 184 мкг/л. Это значительно ниже нормативных значений.

При оценке антропогенного влияния на водные объекты необходимо помнить о том, что некоторые элементы в естественном состоянии могут находиться в концентрациях очень близких к ПДК или даже их превышать [3]. В таких случаях речь идет не о техногенном, а о природном загрязнении вод.

На территории исследуемого района содержания Геобщ в подземных водах достаточно часто встречается в концентрациях превышающих ПДК, но в данном случае речь идет не о техногенных изменениях, а о природных геохимических процессах. F и Li имеют как природное, так и техногенное происхождение. В водах района, где минерализация не превышает 0,7 г/л, указанные элементы содержатся в природных свойственных данным гидрогеохимическим условиям, в водах с меньшей минерализацией и наибольшими концентрациями этих элементов они явно имеют техногенное происхождение. Cd, Hg, нефтепродукты и некоторые другие определяемые гидрохимические показатели и установленные в водах данной зоны, являются признаком техногенного воздействия на водные объекты.

Случаи загрязнения подземных вод зоны активного водообмена в южной части Кузбасса имеют локальный характер и, зачастую, связаны с активно действующим на данной территории производственным комплексом. В последние годы случаи техногенного воздействия на подземные воды встречаются на все большей глубине.

Литература

1. Домрочева Е.В. Гидрогеохимические особенности угольных районов юга Кузбасса: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2005. – 22 с.
2. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. — М.: Наука, 2004. — 677с.
3. Людвиг В.М. Техногенное загрязнение фтором в районе Форштадта города Новокузнецка // Обской вестник, 1999. — № 3-4. — С.117 — 119.

МИГРАЦИЯ УРАНА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

А.А. Балобаненко

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из важнейших видов поисков месторождений урана является гидрогеохимический метод. В этой связи миграция урана имеет важное значение. Исследование форм миграции урана, его подвижности, характера равновесия с минералами необходимо изучать в целях определения зон его возможного концентрирования и зон рассеяния. Информация важна не только с точки зрения поисковой гидрогеохимии, но и с гидрогеоэкологической.

Целью данной работы является изучение особенностей миграции урана в природных водах юго-восточной окраины Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи.

Провести обзор исследований по миграции урана в природных водах;

Дать характеристику физико-географических, геологических, гидрогеологических, гидрогеохимических условий изучаемого района;

Дать характеристику массива данных по гидрогеохимическим исследованиям.

Дать характеристику методики физико-химических расчетов.

5. Произвести физико-химические расчеты по миграции урана в природных водах.

Изучением миграции урана занимались,

Благодаря исследованиям В.Н.Гуськова, А. К. Лисицин и др. в настоящее время установлено, что содержание урана в подземных водах изменяется в очень широких пределах: от величин, близких к 10^{-8} г/л, до величин, достигающих нескольких миллиграммов в литре воды.

Успешно в этой области работала В.Н. Гуськова. Она очень подробно изучила содержание урана в различных поверхностных и подземных водах СССР. В своих работах В.Н. Гуськова показала, что разнообразный физико-химический состав природных вод в значительной мере определяет количество урана в источнике и частично форму нахождения его в самой воде. Средние данные по содержанию урана приведены в работах С.Л. Шварцева, которые были получены при обобщении данных по гидрогеохимии зоны гипергенеза различных районов земного шара. В своей работе он использовал данные, как зарубежных, так и отечественных исследователей.

Климат района исследований является переходным от умеренно-континентального к резко континентальному. М.В. Тронов определяет его как континентально-циклонический. Среднегодовая температура воздуха на территории области отрицательная. Минимальная температура приходится на январь. Максимальные

температуры воздуха приходятся на июль. Годовое количество осадков по территории изменяется в среднем от 400 до 570 мм.

Рельеф равнинный, плоский, сильно заболоченный. Абсолютные высоты колеблются от 40 м. до 250 м. Территория района отличается густой речной сетью, имеет много озер, болот.

Основная часть территории расположена в пределах Западно-Сибирской плиты, ограниченной на юго-востоке структурами Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. По современным представлениям она имеет трехъярусное строение. Два нижних структурных яруса образуют складчатый фундамент плиты. Верхний ярус представлен палеогеновой и меловой системами. Четвертичные отложения завершают платформенный чехол. Они отражают собой новейший этап поднятия Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления.

В разрезе Западно-Сибирского артезианского бассейна выделяются два водоносных этажа. Этажи разделены мощным региональным водоупором верхнемелового-палеогенового возраста. Верхний водоносный этаж представляет собой многослойную толщу, сложенную песками, глинами, алевролитами. Он характеризуется в целом свободным водообменом, однако с глубиной его интенсивность снижается. Развиты пресные подземные воды. Нижний водоносный этаж сложен песчано-глинистыми породами различного возраста. От верхнего этажа он отличается значительной мощностью отложений и высокими напорами подземных вод.

Воды палеогеновых отложений характеризуются средней минерализацией от 0,095 г/л до 1,489 г/л (в среднем 0,5 г/л). Средний уровень рН подземных вод отложений 7,4. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Площадное распределение минерализации подземных вод подчиняется ландшафтной зональности.

Минерализация вод меловых отложений закономерно возрастает от краевых частей артезианского бассейна к его центру. Характеризуется значениями от 0,5 до 35 г/л. Воды с рН 6,5-7,5 распространены в западной части. Воды с рН 7,5 – 8,5 распространены преимущественно в центральной части региона.

Опробование осуществлено по всей юго-восточной части ЗСАБ, но в основном приурочено к бассейнам рек Чая, ЯЯ, Кия. Большей частью пробы отбирались из скважин, вскрывших подземные воды палеогеновых и меловых отложений, но так же из рек, родников.

Определение гидрохимических показателей осуществляется с использованием различных моделей полевых анализаторов. Их преимущество перед аналитическими методами определения гидрохимических показателей заключается в исключительной оперативности и простоте использования.

Большое влияние на миграцию урана оказывают рН, Eh, М. Каждый из параметров изменяется довольно в широких пределах. Совокупность этих параметров определяет различное распространение урана в природных водах. Наиболее широко изменяется концентрация урана в водах меловых отложений (от $0,46$ до $11 \cdot 10^{-7}$), но наибольшая отмечена в водах четвертичных отложений – $240 \cdot 10^{-7}$.

В результате обработки результатов было выявлено, что повышенные концентрации урана отмечены при высоких положительных Eh.

Самые высокие содержания урана попадают в область нейтральных вод, т.е рН от 6,9 до 7,2; при изменении рН в область кислых или щелочных вод происходит закономерное уменьшение содержания урана в природных водах.

С ростом минерализации содержание урана в природных водах увеличивается. Это согласуется с данными А.К.Лисицина.

Необходимо отметить тот факт, что при минерализации меньше 2г/л зависимость весьма усложняется, но в целом тоже наблюдается тенденция к увеличению содержания урана с ростом минерализации.

Расчет форм миграции химических элементов осуществлялся при помощи ПК «HydroGeo» М.Б.Букаты. Расчет модели комплексообразования необходим для изучения форм миграции и определения действительных концентраций компонентов раствора.

В модель был включен широкий спектр базовых ионов, ассоциатов, особое внимание уделено урановым минералам.

При физико-химических расчетах необходимо задать исходные данные и интересующие результаты. В качестве исходных данных вводится химический состав воды, т.е. задаются базовые ионы. При расчетах мы наблюдали за всеми формами урана, которые находятся в воде и некоторыми минералами, которые наиболее вероятно могут образоваться из раствора. Из ассоциатов наиболее существенная доля приходится на $(UO_2(CO_3)_2)^{2-}$, $(UO_2(CO_3)_3)^{4-}$, $U(OH)_3^+$. Это согласуется с мнением Garrels, что в природных условиях устойчивы соединения лишь четырех- и шестивалентного урана.

В областях с отрицательным значением Eh должны преобладать гидроксокомплексы 4-валентного урана. С увеличением значения Eh увеличивается содержание карбонатных комплексов 6-тивалентного урана.

Изменение соотношения форм миграции урана при изменении рН имеет сложную закономерность можно отметить уменьшение содержания $U(OH)_3^+$ и увеличение содержания $(UO_2(CO_3)_2)^{2-}$, $(UO_2(CO_3)_3)^{4-}$ с ростом рН.

Изменение минерализации очень сильно влияет на формы миграции урана в природных водах

Можно четко отметить тенденцию, которая заключается в увеличении доли гидроксокомплексов урана с глубиной. Все это согласуется с фактом, который отмечал А.К.Лисицин, что шестивалентный уран очень подвижен в зоне активного водообмена.

В водах палеогеновых отложений в более минерализованных водах преобладают карбонатные комплексы 6-валентного урана.

В водах меловых отложений закономерность обратная нежели в водах палеогеновых отложений, т.е. в более минерализованных водах преобладают гидроксокомплексы 4-валентного урана.

В результате выполненных расчетов были получены следующие результаты. Установлено, что на миграцию урана в природных водах влияет целый комплекс факторов: климатические условия, степень водообмена, содержание органического вещества, параметры Eh, pH, минерализация, тип вод. Было рассмотрено влияние pH, Eh и минерализации на миграцию урана в воде. Установлено, что в природных условиях устойчивы соединения лишь четырех- и шестивалентного урана. Выявлены следующие закономерности: с ростом минерализации увеличивается содержание урана в воде, а если рассмотреть формы урана, то с увеличением минерализации увеличивается содержание $U(OH)_3^+$. Зависимость содержания урана в природных водах от pH достаточно сложная. Существенные концентрации (порядка 0,000001г/л) отмечены при нейтральном значении pH. При повышении pH и переходе в область щелочных вод содержание урана резко падает на 2-3 порядка. Выявлено слабое уменьшение содержания форм четырехвалентного гидроксокомплекса урана $U(OH)_3^+$ и увеличение содержания форм шестивалентных карбонатных комплексов урана $(UO_2(CO_3)_2)^{2-}$, $(UO_2(CO_3)_3)^{4-}$. Влияние Eh на содержание урана в природных водах существенно. Большие концентрации урана отмечены при Eh порядка 200-300мВ. Они снижаются при уменьшении Eh. При отрицательных Eh лучше мигрирует $U(OH)_3^+$, а при положительных — карбонатные комплексы $(UO_2(CO_3)_2)^{2-}$, $(UO_2(CO_3)_3)^{4-}$, т.е. при Eh<0 уран мигрирует в четырехвалентной форме, а при Eh>0 уран мигрирует в шестивалентной форме. Соотношение форм урана в воде меняется с глубиной: в верхних слоях преобладает $(UO_2(CO_3)_2)^{2-}$, $(UO_2(CO_3)_3)^{4-}$, а в более глубоких - $U(OH)_3^+$.

Литература

1. Лисицин А. К. Гидрогеохимия рудообразования (на примере экзогенных эпигенетических урановых руд). – М.: Недра, 1975. – 248 с.
2. Гуськова В.Н. Уран. Радиационно-гигиеническая характеристика. – М.: Атомиздат, 1972. – с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ГОРОДА ЮРГА

А.В. Вараксина

Научный руководитель доцент Н.М. Шварцева

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сложившаяся в настоящее время проблема водно-экологической ситуации в Западно-Сибирском регионе обуславливает необходимость более детального анализа водных объектов, отражающего их современное экологическое состояние. Экологическая оценка качества природных вод в районе г. Юрги производится в целях установления степени их пригодности для хозяйственно-питьевых нужд населения.

Чтобы дать более полную оценку, необходимо, в первую очередь, учесть антропогенный фактор, что позволит охарактеризовать состояние воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод рассматриваемой территории, т.к. эти природные компоненты тесно взаимосвязаны между собой.

Характеристика воздушного бассейна на территории г. Юрги по данным за 2000-2004 гг. [1]:

- из основных видов загрязняющих веществ в атмосферу выбрасывается более 15% от суммарных выбросов по городу Юрга следующих веществ: золя каменноугольной, ангидрида сернистого и оксида углерода;
- динамика суммарных выбросов в атмосферу в период с 2000 по 2004 гг. снизилась в 2-3 раза;
- наиболее экологически опасными источниками загрязнения воздушного бассейна города являются такие предприятия, как ООО ПО «Юрмаш» и Юргинская КЭЧ;
- загрязнение от автотранспорта на 2004 г. отмечается динамикой снижения;
- в общей сложности, антропогенное влияние на воздушный бассейн в районе г. Юрги велико, но отмечается тенденция к уменьшению суммарных выбросов загрязняющих веществ вследствие снижения объемов производства основных предприятий города.

Характеристика поверхностных вод р. Томи в районе г. Юрги по данным 2000 г. [2]:

- воды характеризуются как ультрапресные, гидрокарбонатные, кальциевые, холодные, щелочные, мягкие;
- воды р. Томи подвержены довольно высокой антропогенной нагрузке;
- воды имеют неудовлетворительную оценку по экологическому состоянию, в створе у г. Юрги отмечаются превышения значений ПДК для хозяйственно-питьевого назначения по следующим показателям: фториды (более чем в 36 раз), фенолы (в 2 раза) и нефтепродукты (в 5 раз);
- техногенными источниками загрязнения является как сам город Юрга, так и крупные промышленные объекты Кемеровской области, расположенные выше по течению р. Томи;
- на сегодняшний день в городе Юрга не имеется благоприятных в санитарно-гигиеническом отношении источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- предпосылок к снижению тенденции загрязнений не отмечается, что зависит от систематического сброса в реку стоков техногенных источников.

Характеристика подземных вод в районе г. Юрги по данным 1999 г. [4]:

- водоносным продуктивным горизонтом являются верхнедевонские отложения, имеющие ограниченное распространение, мощностью от 18 до 22 м; воды этих пород напорные, с величиной напора 15-25 м;
- по химическому составу воды пресные, хлоридно-гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые, слабощелочные, очень жесткие;
- подземные воды надежно защищены от загрязненных поверхностных вод [3], элементы загрязнения не обнаружены;
- химический состав подземных вод указывает на благоприятную оценку экологического состояния, что позволяет рекомендовать их для использования в хозяйственно-питьевых целях;
- при использовании в хозяйственно-питьевых целях воды нуждаются в водоподготовке по умягчению, т.к. являются очень жесткими;
- следует особое внимание обратить на охрану рассматриваемых подземных вод, т.к. запасы их ограничены.

Таким образом, можно сформулировать основные выводы по экологической оценке состояния природных вод:

1) антропогенное влияние на воздушный бассейн в районе г. Юрги велико, но отмечается тенденция к уменьшению суммарных выбросов загрязняющих веществ вследствие снижения объемов производства основных предприятий города;

2) поверхностные воды подвержены довольно высокой антропогенной нагрузке и имеют неудовлетворительную оценку по экологическому состоянию, поэтому на сегодняшний день в городе не имеется благоприятных в санитарно-гигиеническом отношении источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения;

3) подземные воды являются надежно защищенными от загрязненных поверхностных вод, элементы загрязнения химическими анализами не обнаружены;

Химический состав подземных вод указывает на благоприятную оценку экологического состояния, что позволяет рекомендовать их для использования в хозяйственно-питьевых целях. Следует особое внимание обратить на охрану рассматриваемых подземных вод, т.к. запасы их ограничены.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2004 году. /Отв. ред. Т.Г. Алексейченко. – Кемерово: Практика, 2005. – 367 с.
2. Зуева В.В., Куровский А.В. Эколого-биогеохимические исследования в бассейне Оби. – Томск: РАСКО, 2002. – 390 с.
3. Основы гидрогеологии: использование и охрана подземных вод/Отв. ред.: Пиннекер Е.В., Маринов Н.А. – Новосибирск: Наука, 1983. – 231 с.
4. Шварцев С.Л., Савичев О.Г. Базовые пункты гидрогеохимических наблюдений – новая методологическая основа для решения водно-экологических проблем//Обской вестник. – Томск, 1999. – № 3-4. – С. 27 – 32.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ РАЗНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ТИПОВ

Л.Д. Власкина

Научный руководитель старший научный сотрудник А.А. Хвощевская,
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние десятилетия проблема загрязнения природных систем токсичными компонентами техногенного происхождения становится все более актуальной. Среди экотоксикантов, поступающих в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека, одними из наиболее опасных являются соединения мышьяка.

Дуализм свойств соединений мышьяка отмечался еще на заре цивилизации. В древности их использовали и как сильные яды (что отражено в русском названии «мышьяк»), и как кормовые добавки к рациону скота и птицы. Известно применение солей в качестве лекарственных средств против опасных болезней как на Востоке, так и в Европе, что описывается в трудах Авиценны и Парацельса [1].

Целью данной работы было определение содержания мышьяка в природных водах разных химических типов районов промышленно нагруженных территорий Кузбасса.

Определение содержания микро- и макрокомпонентов в водах проводили в аккредитованной проблемной научно-исследовательской лаборатории учебно-научно-производственного центра «Вода» Института геологии и нефтегазового дела ТПУ.

Для измерения концентрации мышьяка применяли вольтамперометрический анализатор типа ТА, позволяющий обнаруживать мышьяк в водах на уровне 10^{-2} мкг/л [2]. Индикаторным электродом служил золотоуглеродсодержащий электрод, фоновым электролитом – сульфит натрия. Для устранения мешающего влияния Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} в анализируемый раствор добавляли трилон Б, обеспечивающий максимальную степень связывания мешающих ионов в прочные комплексы при минимальном негативном влиянии на аналитический сигнал мышьяка. Подготовку проб воды проводили упариванием с сернокислым гидразином и серной кислотой. При этом разрушалась органическая матрица пробы и происходило восстановление $As(5+)$ в электрохимически активную форму $As(3+)$.

Исследование распространенности мышьяка на промышленно нагруженных территориях Кузбасса проводили на основе материалов изучения состава природных вод в районе поселков Смолино, Сидоренкино,

Евтино, Кузедеево, Куюсс и др. Анализ полученных данных показал, что содержание мышьяка в поверхностных водах исследуемой территории колеблется от 0,2 до 3,0 мкг/л. Однако в большинстве случаев его содержание не превышает 1 мкг/л.

Степень минерализации исследуемых вод составляет от 135 до 6053 мг/л с pH в пределах от 7,3 до 8,5. Исследование закономерностей содержания мышьяка в водах показало, что наблюдается увеличение его концентрации по мере роста общей минерализации и повышения pH пробы (рис. 1).

Как следует из рис. 1, наибольшие содержания мышьяка встречаются в водах с минерализацией свыше 5000 мг/л и pH более 8.

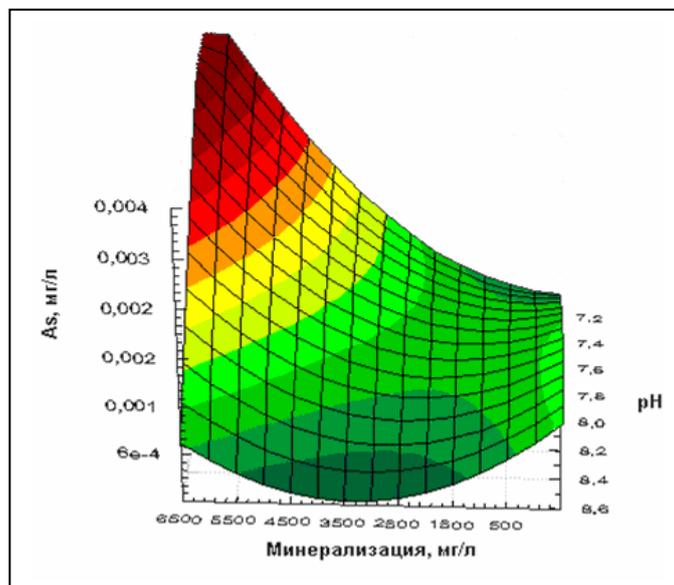


Рис. 1. Зависимость содержания мышьяка от степени минерализации и pH

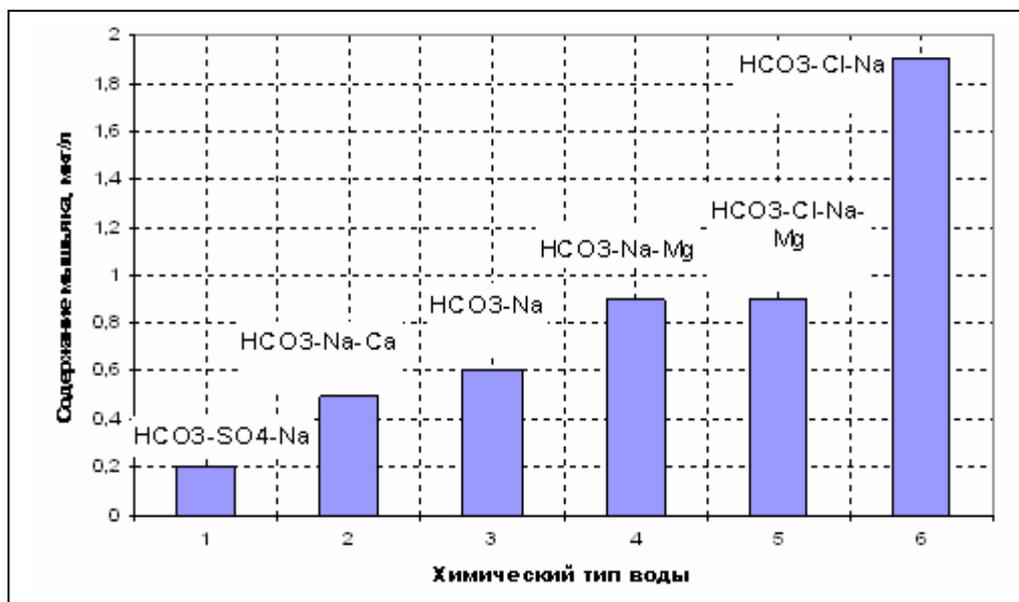


Рис. 2. Зависимость содержания мышьяка от химического типа воды

Наряду с этим установлена степень распространенности мышьяка в зависимости от химического типа исследуемых вод. Как следует из рис. 2, воды HCO₃-SO₄-Na типа характеризуются наименьшим содержанием мышьяка (до 0,2 мкг/л). При этом его концентрация в HCO₃-Na-Ca, HCO₃-Na, HCO₃-Na-Mg и HCO₃-Cl-Na-Mg типах вод возрастает от 2 до 5 раз. Наибольшим содержанием мышьяка (1,9 мкг/л) характеризуются HCO₃-Cl-Na воды.

Обобщенная картина химических типов исследуемых вод представлена в таблице.

Аналитические данные, приведенные в таблице, показывают, что наиболее высокое содержание мышьяка (1,9 мкг/л) наблюдается в подземных HCO₃-Cl-Na водах со степенью минерализации на уровне 5938

мг/л и с рН 8,0 – 8,2. Низкая концентрация мышьяка (0,5 мкг/л) отмечается в водах с низкой степенью минерализации.

Таблица

Распространенность мышьяка в химических типах вод

Химический тип	Количество проб, %	рН		Общая минерализация, мг/л		Среднее содержание мышьяка в пробах, мкг/л
		пределы	среднее	пределы	среднее	
HCO ₃ -Na-Ca	9,4	7,5-7,9	7,7	135-164	152	0,5
HCO ₃ -Na-Mg	46,8	7,3-8,0	7,7	229-499	377	0,9
HCO ₃ -Cl-Na-Mg	18,8	7,3-7,8	7,6	562-899	688	0,9
HCO ₃ -Na	12,5	7,6-8,5	8,2	1292-1814	1648	0,6
HCO ₃ -SO ₄ -Na	3,1	-	7,8	-	1160	0,2
HCO ₃ -Cl-Na	9,4	8,0-8,2	8,1	5829-6053	5938	1,9

Таким образом, основной выявленной особенностью в поведении мышьяка в водах является увеличение его содержания с повышением минерализации вод, одновременно с которой происходит изменение химических типов вод. Кроме того, приведенный материал по водам промышленно нагруженных территорий Кузбасса показывает, что содержания мышьяка не превышают ПДК для питьевых вод, и мышьяк, соответственно, не оказывает значительного токсичного влияния на окружающую среду исследуемых территорий.

Литература

1. Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк / Под ред. Г.А. Толстикова. – Новосибирск: Изд. Сиб. Унив., 2004. – 367с.
2. МУ 31 – 09/04 Количественный химический анализ проб питьевых, природных и сточных вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации мышьяка методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. Рег. Код по федеральному реестру методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора: ФР.1.31.2004.01324. – Томск, 2004 г. – 20 с.
3. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. — М.: Недра, 1998. — 366 с.

ОСОБЕННОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОДНОГО ИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Голубева

Научный руководитель доцент Н.А. Ермашова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рациональное использование водных ресурсов, предусмотренное водным кодексом РФ, является одной из основных задач в системе водного хозяйства страны.

Известно, что предприятия деревообрабатывающей промышленности потребляют в своей производственной деятельности большие объемы воды. Кроме того, сточные воды этих предприятий трудно поддаются очистке и являются основными поставщиками органических загрязнений в водные объекты.

В связи с этим задачей настоящей работы является исследование вопросов водопользования на предприятии деревообрабатывающей промышленности. В качестве примера выбрано Томское предприятие по производству древесно-стружечных плит.

Закрытое акционерное общество «Завод древесно-стружечных плит средней плотности» (ЗАО «Завод ДСП МДФ») располагается в северной части города Томска на берегу р. Томи. В северной части ул. Мостовой расположены очистные сооружения и выпуск очищенных сточных вод в реку М.Киргизка. Западнее основной площадки расположен ливневоспуск в р. Томи

Вопросами водоснабжения и водоотведения предприятия ЗАО «Завод ДСП МДФ» занимается его дочернее предприятие общество с ограниченной ответственностью «Энергоснаб древесно-стружечных плит» (ООО «Энергоснаб ДСП»).

Основными потребителями его услуг являются предприятия, расположенные на территории, принадлежащей ЗАО «Завод ДСП МДФ», связанные между собой производственной деятельностью, направленной на выпуск трехслойных древесностружечных плит пониженной токсичности. На промышленной площадке ЗАО «ДСП МДФ» между дочерними предприятиями существует прямочная и оборотная система водоснабжения. На технологические и пожарные нужды забор воды осуществляется из пожарно-технического водопровода, забирающего воду из р.Томи. Для хозяйственно-бытового водоснабжения осуществляется забор подземной воды.

В работе рассчитан необходимый объем водопотребления. Расчет выполнен по укрупненным нормам, исходя из производительности завода 250 тыс. м³ плиты в год [2]. Потребление свежей воды должно составлять 315 тыс. м³/год. Из них для производственных целей - 265 тыс. м³/год и 50 тыс. м³/год - для хозяйственно-бытовых целей.

По отчету предприятия по форме 2ТП-водхоз за 2005 год предприятие потребляет свежей воды 487 тыс. м³/год на технологические нужды и 88,3 на хозяйственно-бытовые. Следовательно, общее потребление свежей воды составляет 575,3 тыс. м³/год. Разница между расчетным водопотреблением и фактическим – 260, 3 тыс.

м³/год. Эта вода сбрасывается без употребления в реку Томь после прохождения приборов учета забираемой воды. Технологическая схема подачи воды не позволяет ограничиться расчетным водоснабжением в 315 тыс. м³/год.

Фактическое полное потребление воды определить невозможно, т.к. неизвестны объемы воды, задействованные в оборотной системе.

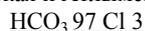
Прямоточная система предприятия обеспечивает технологические и хозяйственно-бытовые потребности в воде. Оборотная система служит для охлаждения технологического оборудования.

Источники водоснабжения - р. Томь и подземная вода. Водозабор речной воды осуществляется плавучей насосной станцией, находящейся вблизи берега р. Томь, около блок-насосной станции, подающей воду в распределительную сеть, в том числе в пожарные накопительные резервуары объемом 500 м³ (2 резервуара). Забор речной воды в год равен 487 тыс.м³/год. Водопотребление в течение года равномерное и составляет 40,6 тыс. м³/мес. или 1,35 тыс. м³/сут.

Хозяйственно-бытовые нужды удовлетворяются за счет подземной воды, которая отбирается из 3 скважин, две из которых расположены на территории производственной площадки и одна - на очистных сооружениях.

Вода, забираемая из реки Томь, является гидрокарбонатной кальциевой с минерализацией 0,22 г/л. Она полностью отвечает требованиям для производственных вод, за исключением котельной. Для нее водоподготовка осуществляется на натрий-катионитовой установке. При этом жесткость доводится до 0,02 мг-экв/л при жесткости исходной воды 2,35 мг-экв/л.

Для хозяйственно-бытовых целей используется подземная вода отложений верхнего олигоцена (новомихайловская и Атлымская свиты). Формула солевого состава подземной воды:



M_{0,24} Ca 53(Na+K) 40 Mg 7 Ж 4,5 рН 7,6

Вода пресная гидрокарбонатная кальциево-натриевая умеренно жесткая слабощелочная.

Остальные компоненты ее состава представлены в таблице.

Таблица

Результаты химического анализа подземной воды

Наименование определяемых компонентов	Единицы измерения	Норматив качества (ПДК)	Результат анализа
Водородный показатель	Ед. рН	6 – 9	7,91
Сухой остаток	мг/дм ³	1000	241
Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	5,0	1,52
Щелочность (гидрокарбонаты)	мг-экв/дм ³	-	4,0
Жесткость общая	мг-экв/дм ³	7,0	4,5
Нитраты	мг/дм ³	45,0	<0,44
Нитриты	мг/дм ³	3,0	<0,003
Аммиак (по азоту)	мг/дм ³	2,0	0,32
Сульфаты	мг/дм ³	500,0	<2,0
Хлориды	мг/дм ³	350,0	11,02
Железо общ.	мг/дм ³	0,3	2,4
Фенольный индекс	мг/дм ³	0,3	<0,0005
Формальдегид	мг/дм ³	0,05	<0,025
Прозрачность	см	не < 30	25

В естественном состоянии качество воды не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074 – 01 по железу, которое составляет 2,4 мг/л (норма 0,3). Химический состав исследован лишь на 30% по отношению к СанПиН 2.1.4.1074-01 [1]. Не изучены органолептические свойства воды, не определены такие компоненты как F⁻, Mn, Si, а также компоненты, свидетельствующие о возможности антропогенного воздействия: As, Cd, Pb, Cr. Можно предположить, что анализ этих компонентов не проводился по той причине, что есть заключение Томскгеомониторинга о надежной защищенности подземных горизонтов от поверхностного загрязнения. Но, несмотря на это заключение, проводился анализ такого специфического компонента для данного производства как формальдегид. Присутствие этого компонента обнаружено в подземной в воде в 2 раза меньше предельно допустимой концентрации.

Для очистки подземной воды от железа, марганца и обеззараживания воды на скважинах установлены гидродинамические установки «ГДВУ-03/1,0». От железа вода очищается подачей воздуха, далее вводится коагулянт, вода фильтруется и обеззараживается ультрафиолетовым излучением.

Использованная техническая и хозяйственно-бытовая вода отводится на очистные сооружения.

В соответствии с укрупненными нормами водоотведение данного предприятия должно составлять 235 тыс. м³/год [2]. Водоотведение предприятия по статистической отчетности составляет 402,53 тыс. м³/год производственных стоков, из которых 56,1 тыс. м³/год – стоки сторонних предприятий и 346,43 тыс.м³/год - собственные сточные воды; кроме того, водоотведение ливневых стоков составляет 16,66 тыс. м³/год. При этом потери составили – 228,87 тыс.м³/год против 80 тыс. м³/год по укрупненным нормам.

Водоотведение производственных стоков осуществляется в р. М. Киргизка после прохождения их через биологическую очистку. Сброс ливневых вод производится без очистки в р. Томь.

Очищенная сточная вода не отвечает нормам для рыбохозяйственного пользования по NH_4^+ , PO_4 , Fe, метанолу, фенолам, формальдегиду, нефтепродуктам и БПК. 50 % компонентов, по которым проведен анализ, не соответствуют нормам. Предприятие имеет временное разрешение экологических служб на сброс этих сточных вод. При этом предприятие за загрязнение реки платит в 5-кратном размере. В целом, очищенная сточная вода чище, чем вода выше и ниже сброса по всем компонентам, кроме азотных соединений. В настоящее время на предприятии имеется план мероприятий по улучшению очистки сточных вод.

Выводы:

1. Предприятие потребляет практически в 2 раза больше свежей воды по сравнению с существующими в стране укрупненными нормами для данного вида промышленности. Половина забранного объема используется нерационально.

2. Предприятию необходима разработка норм водопотребления и водоотведения в соответствии с действующими нормативами. Этому должен способствовать надлежащий контроль со стороны государственных органов.

2.1. Необходима рационализация водозаборных сооружений

3. Предприятие вносит существенный антропогенный вклад в загрязнение реки М.Киргизка, т.к. очищенная сточная вода не удовлетворяет требованиям СанПиН для рыбопользования. Это требует более эффективных очистных сооружений

4. Основной вклад в загрязнение реки М.Киргизка вносят предприятия, расположенные выше по течению (это прежде всего Межениновская птицефабрика, мясокомбинат). Необходимо принять меры по улучшению экологической обстановки в районах этих предприятий.

Литература

1. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.707401.
2. Укрупненные нормы расхода воды и количества сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности. — М.: СТРОЙИЗДАТ, 1973. — 367 с.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ АТМОГИДРОЛИТОСФЕРЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.В. Гоман

Научный руководитель профессор К.Е. Питьева

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

К настоящему времени термин «защищенность» подземных вод и других сред широко используется для решения практических задач, особенно связанных с загрязнением природных сред.

Термин «защищенность» в гидрогеологии предложен в прошлом столетии Н.В. Роговской и получил развитие в работах В.М. Гольдберга для оценки по геофильтрационным показателям устойчивости подземных вод к негативному влиянию техногенных объектов.

Геофильтрационной защищенностью, как методическим приемом оценки устойчивости подземных вод к загрязнению, широко пользуются до настоящего времени.

При таком подходе значительные по площади территории, сложенные проницаемыми породами (аридные области Земли), попадают в категорию незащищенных, что не совсем точно, так как при этом не используются другие, в частности, геохимические критерии защищенности. Это не снижает значимость экологических исследований с позиций геофильтрационной защищенности подземных вод от загрязнения как «пионерных», положивших начало важной гидрогеоэкологической проблеме, требующей дальнейшего развития.

К концу прошлого столетия в развитие геофильтрационной защищенности появились предложения и разработки, основывающиеся на гидродинамических, а также геохимических показателях. Так В.М. Гольдберг в числе факторов геофильтрационной защищенности рассматривал физико-химические факторы, такие как сорбция, время преобразования загрязнителей в нетоксичные формы и др. А.И. Перельманом сформировано понятие о геохимических барьерах как зоне, в которой на коротком расстоянии происходит резкая смена гидрогеохимических условий миграции химических элементов, что вызывает осаждение этих элементов в твердую фазу. В настоящее время геохимические барьеры используются для рассмотрения физико-химической защищенности (В.М. Швец, С.Р. Крайнов и др.) подземных вод от загрязнения.

Однако, в связи с тем, что состав подземных вод является интегральным отражением любых природных и техногенных обстановок в любых физико-географических и геолого-гидрогеологических условиях, физико-химические процессы защищенности подземных вод и других сред от негативного техногенного воздействия должны рассматриваться более широко и углубленно.

Соответственно, в связи с требованиями мониторинга в определении загрязнения районов нефтегазовой промышленности, где загрязнение природных сред особенно широко представлено, большое внимание в настоящее время уделяется разработке концепции гидрогеохимической защищенности.

Под гидрогеохимической защищенностью следует понимать защиту подземных вод от негативного влияния техногенных объектов, в том числе загрязнений, обеспечиваемую физико-химическими процессами в источниках техногенного влияния, в средах на путях к подземным водам и в подземных водах, определяемыми свойствами компонентов-загрязнителей и условиями природных и техногенных сред и приводящими к полной или частичной ликвидации негативного влияния со стороны техногенных нагрузок.

Физико-химические процессы защищенности рассредоточены по миграционным системам, представленным, в отличие от природных миграционных систем, присутствием загрязнителей или других носителей техногенных нагрузок.

Гидрогеохимическая защищенность имеет самостоятельное значение и может проявляться в соответствующих условиях в комплексе с защищенностью по геофильтрационному показателю.

Комплексный геофильтрационно-геохимический подход к защищенности подземных вод от загрязнения позволяет на основе исследования геологического строения территории и теоретических представлений о геофильтрационном состоянии и физико-химических процессах в системах порода-вода спрогнозировать на качественном уровне изменения загрязнителей в зоне аэрации и их влияние на подземную воду.

Исследование гидрогеохимической защищенности подземных вод от загрязнения базируется на систематизации процессов формирования их химического состава в техногенных условиях по характеру и условиям проявления.

Общие показатели гидрогеохимической защищенности: не ограничена зоной аэрации; процессы защищенности рассматриваются от источников загрязнения во всех средах на пути до подземных и поверхностных вод и в самих этих системах. Рассмотрение осуществляется на каждом уровне во взаимосвязи с предыдущими уровнями и с переходом на последующий; не ограничена процессами осаждения и компонентами-загрязнителями; не ограничена видами негативного техногенного воздействия; оценивается количественно.

Основные задачи исследования геохимической защищенности подземных вод (гидрогеохимической защищенности) в пределах районов нефтяных и газовых месторождений следующие:

установление физико-химических процессов, протекающих в атмосфере, стоках, почвах, зоне аэрации, подземных водах и их разграничение по характеру влияния на компоненты-загрязнители, а именно:

способствующие уменьшению концентрации компонентов-загрязнителей;

вызывающие изменение форм миграции компонентов-загрязнителей, приводящее к уменьшению степени их токсичности;

обуславливающие изменения щелочно-кислотных свойств подземных вод;

вызывающие изменение окислительно-восстановительных условий с последующими изменениями в направленности физико-химических процессов;

количественная оценка всех видов процессов;

изучение свойств взаимосвязанных с подземными водами сред: пород, почв и т. д. с позиций оценки степени их влияния на физико-химические процессы, обеспечивающие защищенность подземных вод.

В целом, наиболее распространенными процессами гидрогеохимической защищенности от загрязнения являются: *в загрязненных атмосферных осадках* – окисление NH_4^+ в NO_3^- ; окисление тяжелых металлов с образованием слаборастворимых оксидов и гидроксидов, осаждающихся из атмосферных осадков; *в зоне аэрации* – окисление тяжелых металлов с последующим их осаждением из стоков в форме оксидов и гидроксидов; окисление NH_4^+ в NO_3^- и органических веществ до CO_2 ; сорбция тяжелых металлов; осаждение тяжелых металлов с карбонатами кальция и магния; осаждение ряда микрокомпонентов в сложных формах (этот процесс широко распространен по отношению к соединениям фосфора). Зона аэрации представляет собой среду, в которой сосредоточено значительное разнообразие физико-химических процессов, направленных на защиту подземных вод от загрязнения. В зоне аэрации, в случае ее сложения слабопроницаемыми породами, проявляется и геофильтрационная защищенность. В связи с этим зону аэрации следует рассматривать как среду комплексного с гидрогеохимических и геофильтрационных позиций проявления защищенности подземных вод от техногенных нагрузок.

Следует отметить, что за рубежом широко используется понятие «уязвимость подземных вод», основывающаяся, как правило, на времени проникновения загрязнений через породы зоны аэрации. В России этим понятием некоторые исследователи заменяют понятие защищенности. А.П.Хаустов пишет: «Понятие “Уязвимость подземных вод” по своему смыслу обратно защищенности». Придерживаясь этого положения мы исходим из того, что уязвимость к негативному воздействию со стороны техногенного объекта (объектов) оценивается комплексом природных условий атмосферы, обеспечивающих посредством участия в формирующихся техногенных процессах полного или частичного удаления этого воздействия и таким образом, полную или частичную неизменность своего функционирования. Пример: атмосфера в районах эксплуатации нефтегазовых месторождений уязвима по отношению к кислотным атмосферным осадкам вследствие преобладания формирования техногенной их кислотности над возможностью их нейтрализации карбонатными веществами; но зона аэрации не уязвима по влиянию со стороны кислотных атмосферных осадков вследствие присутствия во всех отложениях зоны аэрации на территории АГКМ карбонатных веществ как основы процесса их серноокислотного выщелачивания, обуславливающего нейтрализацию кислотности осадков.

Исходя из вышеизложенного, гидрогеохимическая защищенность в целом характеризуется следующими основными отличительными чертами, позволяющими отнести этот прием оценки защиты природных сред от негативного влияния техногенных нагрузок к достоверно обоснованному: комплексностью с позиций учета оценочных параметров; выходом на итоговом заключительном этапе оценки защищенности на количественный уровень; установлением для каждого конкретного природно-техногенного объекта общего цикла процессов защитного характера посредством рассмотрения геохимической трансформации загрязнителей в источниках загрязнения в условиях инфильтрации загрязненных растворов через почвы, породы зоны аэрации, непосредственно в подземных водах и взаимосвязанных с ними поверхностных водах; учетом влияния на трансформацию загрязнителей максимально возможного числа факторов, представленных природными условиями миграционных сред атмосферы, литосферы, гидросферы, биосферы; установлением и количественной оценкой процессов защищенности одновременно по широкому спектру загрязнителей, включающему макро- и микрокомпоненты, минерального, органического и органоминерального состава.

Работы по гидрогеохимической защищенности экономичны, так как базируются на естественноисторическом анализе природных условий и особенностей, возникающих на их фоне техногенных обстановок, гидрогеохимической основой которого являются натурные фактические данные, обязательные при геолого-гидрогеологических исследованиях.

Литература

1. Гоман А.В. Комплексный подход к гидрогеологической защищенности подземной гидросферы АГКМ. // Фундаментальные проблемы нефтегазовой гидрогеологии: Сборник мат-лов Международной научной конференции, посвященной 80-летию профессора А.А. Карцева. — М., 2005. — С. 398 — 403.
2. Гоман А.В., Питьева К.Е. Гидрогеохимические процессы техногенеза подземной гидросферы АГКМ // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. — Астрахань, 2005. — №3 (12). — С. 67 — 74.
3. Гоман А.В., Серебряков О.И. Гидрогеодинамические факторы защищенности подземных вод морских хвалыно-хазарских отложений Астраханского Прикаспия // Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых: Сборник материалов Всероссийской научной конференции (с международным участием). — Томск, 2005. — С. 479 — 482.
4. Питьева К.Е., Гоман А.В., Серебряков А.О. Геохимия подземных вод в условиях освоения нефтегазовых месторождений. — Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2006. — 223 с.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОДРАЗДЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА РЕК ЕНЗОРЬЯХА И ЮНЬЯХА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Гусева Н.В.

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидрогеологические исследования в районах Полярного Урала проводятся со второй половины прошлого века, преимущественно, в составе поисково-разведочных работ. Сегодня эти исследования активизируются в связи с отмечающимся в последнее время смещением геологоразведочных работ на север. Особую роль в этом процессе имеют гидрогеохимические исследования, возможности использования которых возрастают с появлением новых высокочувствительных методов анализа природных вод, разработкой новых теоретических основ формирования состава вод.

Целью работы являлось изучение гидрогеохимических особенностей восточного склона Полярного Урала.

Исследования проводились в пределах Сибилейской площади, располагающейся за полярным кругом на восточном склоне Полярного Урала в междуречье р. Ензорьяха и р. Юньяха. Административно площадь работ принадлежит к Ямало-Ненецкому автономному округу.

В основу работы положены материалы, собранные сотрудниками и студентами ИГНД ТПУ с участием автора в составе полевого отряда ООО НПО «ГЕОСФЕРА» при проведении гидрогеохимических исследований летом 2005 г. В процессе полевых работ были опробованы реки, озера, заболоченные участки и карьеры, общее количество проб составило 697. На точке опробования измерялись быстроменяющиеся компоненты: температура, рН, Eh, удельная электропроводность. Анализ макрокомпонентов проводился в полевой лаборатории методами турбидиметрии, титриметрии, колориметрии. Микрокомпоненты (60 элементов) анализировались с использованием масс-спектрометрического метода с индуктивно связанной плазмой в ХАЦ «Плазма».

Особенностями рассматриваемой территории является широкое распространение многолетней мерзлоты и высокая обводненность территории. Большое количество рек и озер, а также проявление надмерзлотных вод в форме небольших заболоченностей и малая мощность покровных отложений способствуют успешному проведению гидрогеохимических исследований в исследуемом районе.

В пределах Сибилейской площади широкое распространение получили палеозойские и мезозойские алюмосиликатные породы вулканогенного, вулканогенно-осадочного, осадочного и plutонического генезиса с подчиненным распространением карбонатных отложений.

Воды рассматриваемого района характеризуются значениями Eh от -68 до 347 mV при рН от 3,3 до 9,2, находящихся в обратной зависимости. В целом, геохимические условия природных вод Сибилейской площади являются характерными для промежуточных сред (болотных и грунтовых вод). Минерализация природных вод Сибилейской площади изменяется от 20 до 500 мг/л. По составу рассматриваемые воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые и кальциево-магниевые.

Столь разнообразный химический состав природных вод Сибилейской площади есть результат обогащения вод химическими элементами в процессе гидролиза алюмосиликатных минералов вмещающих пород. Выполнившийся термодинамический анализ состояния равновесия природных вод относительно породообразующих минералов показал, что все без исключения природные воды не равновесны с эндогенными алюмосиликатами и находятся в состоянии равновесия с вторичными минералами (окислами алюминия, каолинитом, монтмориллонитом, кальцитом). По составу образующихся вторичных минералов [1] могут быть выделены геохимические типы вод:

Кислый железисто-алюминиевый (равновесие с окислами Al, Fe и др);

Алюминиево-кремнистый (равновесие с каолинитом);

Кислый кремнисто-органический (равновесие с каолинитом, вынос Al, Fe);

Кремнисто-Са (Mg, Na, K, Fe) (равновесие с монтмориллонитами);

Щелочной карбонатно-кальциевый (равновесие с кальцитом).

Геохимические особенности вод Сибилейской площади предопределили необходимость выделения среди вод, равновесных с каолинитом, водопунктов с повышенными концентрациями железа, алюминия и марганца, а также в смене выделенных геохимических типов вод проявляется этапность развития системы вода-порода: от минимального времени взаимодействия (равновесие с окислами) к максимальному (равновесие с кальцитом). При этом выделенные геохимические типы характеризуются различной минерализацией, pH и концентрацией типоморфных элементов. Пятый геохимический тип вод - это наиболее щелочные, минерализованные воды с максимальным временем взаимодействия в системе вода – порода.

Анализ проявления геохимических типов вод на площади показывает, что с позиций взаимодействия системы вода-порода и формирования вторичных минералов достижение равновесности вод с каолинитом является характерной особенностью природного тундрового ландшафта. Лишь локально на их фоне выделяются воды равновесные с кальцитом, вероятнее всего, приуроченные к участкам разгрузки межмерзлотных вод, характеризующихся более длительным временем взаимодействия в системе вода-порода.

В выделенных пяти основных геохимических типах вод, находящихся на разных стадиях формирования состава, были прослежены закономерности концентрирования химических элементов посредством анализа изменения средних значений химических элементов в них. При этом отдельно рассмотрено поведение элементов в водах озер разных геохимических типов.

По характеру поведения химических элементов в различных геохимических типах вод можно выделить следующие основные группы элементов:

Элементы, концентрирующиеся в слабокислых водах, равновесных с каолинитом с повышенными концентрациями Fe, Mn, Al с последующим снижением в слабощелочных водах – Ti, Bi, Rb, Ta, Tl, W, Cs, Br, Ag, Zr, Cu, Mn, Co;

Элементы, имеющие повышенные концентрации в нейтральных водах равновесных с монтмориллонитом с последующим снижением в слабощелочных водах – Ni, Na, Cr, Mg, Ir, Sc, Si, Sr, Ru, Rh,;

Элементы, имеющие повышенные концентрации в слабощелочных водах, равновесных с кальцитом – V, Sb, U, Ca, Au, Se;

Элементы, характеризующиеся наряду с повышением концентраций в слабокислых водах, равновесных с каолинитом с высокими концентрациями Fe, Mn, Al, увеличением содержаний в водах, равновесных с кальцитом – K, Pb, Hf, As, Be, Zn, Li, Rb, P, Th, Te.

В каждом геохимическом типе вод складываются благоприятные условия для накопления в растворе тех или иных элементов, что выражается в их максимальных концентрациях, при изменении условий отмечается закономерное снижение содержаний этих элементов в растворе. Иное поведение элементов последней группы объясняется наряду с благоприятными условиями миграции наличием дополнительного источника обогащения вод химическими элементами. Это одновременно с высокими концентрациями в слабокислых водах ведет к повышению их концентраций в слабощелочных водах. Возможно, эту роль для озерных вод выполняют большие таликовые зоны, формирующиеся под крупными озерами, откуда и происходит дополнительный приток химических элементов.

Анализ распределения химических элементов в водах Сибилейской площади из-за большого объема гидрогеохимической информации предопределил необходимость их разделения на геохимические группы. Для этого использованы классификации элементов по геохимическим свойствам Е. Садецкий-Кардоша и по геохимическим группам В.И. Вернадского [2]. В соответствии с ними проведено разделение изученных химических элементов на следующие геохимические группы:

1. Литофильные элементы- Li Na K Rb Cs Be Ca Sr Ba Al Si Ti V Zr Mn Sc Y La-Lu Th U Hf Nb Ta W Mo;

2. Сидерофильные элементы-Fe Co Ni

3. Халькофильные элементы – Cu Ag Zn Cd Hg As Sb Se Te Sn Pb Tl Ge Ga;

4. Благородные металлы- Ru Rh Pd Ir Pt Au

Выделенные группы химических элементов, близкие по своим физико-химическим свойствам, в условиях меняющейся геохимической среды будут характеризоваться идентичностью поведения, формируя определенную зональность гидрогеохимического поля.

В районе проявления габброидного комплекса отмечается наибольшая контрастность и северо-западная протяженность ореолов лития и тория, с которыми совпадают ореолы алюминия, менее протяженные ореолы циркония, бериллия, а также гафния. В центре этого комплексного ореола по левому борту р. Хохорэйтанё выделяется ореолы калия, цезия, рубидия. По западному контакту массива в его северо-западной и юго-восточной частях отмечаются ореолы бора, титана, марганца, молибдена и вольфрама. Последние создают ореолы и в бассейне р. Нияшор.

В пределах Сибилейского гранодиоритового массива в центральной его части наибольшую контрастность и протяженность имеют ореолы тория, циркония, бериллия, алюминия, титана, брома, мышьяка и практически нет лития, который отмечается в юго-западной части массива. В юго-восточной части массива встречен в выше фоновых значениях гафний. Локально отмечается калий, цезий, таллий в центре массива и его северо-западной части, где отмечаются ореолы марганца, замечено, что рубидий, ниобий, тантал, вольфрам и молибден тяготеют к его периферии (к участкам проявления лития).

Анализ пространственного распределения литофильных и, особенно, пегматитофильных элементов и построение их полиэлементного ореола позволил обозначить места их более контрастного проявления и выделить очаги потенциального проявления магматизма. Такая интерпретация является возможной, поскольку они фиксируются, прежде всего, на участках гранодиоритового и габброидного массивов. Их появление на других участках, возможно, отражает не вскрытые очаги глубокого залегания.

По ореолам халькофильных элементов (серебра, меди, свинца, цинка и кадмия) более четко прослеживаются участки с проявлениями процессов сульфидизации. По ореолам рассеяния халькофильных

элементов благоприятные условия для процессов рудообразования создаются на водоразделе рр. Нганотаяха и Энзорьяха, на водоразделе р. Неруцьяха и правых притоков р. Энзорьяха, на контактах Сибилейского массива гранодиоритов, габброидного комплекса на водоразделе рр. Хохорэйтанё и Нияшор, а также при отсутствии ореолов меди и серебра на левобережье р. Энзорьяха и в окрестностях оз. Зап. Сибилето. По отношению к золоту наибольшую определенную согласованность проявляют серебро, висмут, теллур.

Среди сидерофильных элементов наибольшей контрастностью и протяженностью ореолов отличаются железо (до 9) и кобальт (до 8,8) и местоположение их ореолов согласуется с ореолами литофильных и большинства халькофильных элементов (свинец, цинк, кадмий). Ореолы никеля приурочены преимущественно к Сибилейскому массиву гранодиоритов и габброидному массиву. Меньшее проявление ореолы никеля имеют на водоразделе рр. Нганотаяха и Энзорьяха, в центральной части водораздела р. Неруцьяха, правых притоков р. Энзорьяха и на левобережье р. Энзорьяха. Среди других сидерофильных элементов никель более всего по формированию ореолов рассеяния схож с серебром, медью и мышьяком.

В поведении ряда благородных металлов выявлена тенденция к формированию ореолов на участках проявления ореолов халькофильных и литофильных элементов. Так, родий создает ореолы в северной части площади на водоразделе Нганотаяха-Энзорьяха, в центральной части водораздела р. Неруцьяха правые притоки р. Энзорьяха, западнее оз. Зап. Сибилето. В южной части Сибилейской площади ореолы родия отмечаются вдоль западного контакта габброидов.

Анализ распределения химических элементов по площади позволил обозначить гидрогеохимическую зональность, на основе которой могут быть выделены комплексные аномалии и перспективные участки на потенциальное оруденение.

Литература

1. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. — М.: Недра, 1998. — 366 с.
2. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. / Под ред. А.П. Соловов, А.Я. Архипов и др — М.:Недра, 1990. — 335 с.

СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕПРОВОДА «АЛЕКСАНДРОВСКОЕ – АНЖЕРО-СУДЖЕНСК»

А.П. Дамбинова

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Интенсивное развитие нефтедобывающей отрасли и трубопроводного транспорта в Западной Сибири, в том числе в Томской области, сопровождается значительным антропогенным воздействием на окружающую среду, проявляющимся в загрязнении почв, грунтов, подземных и поверхностных вод, механическом нарушении почвенно-растительного покрова и изменении водного режима. С учетом этого требуется разработка методологии хозяйственного освоения района, обеспечивающая его долгосрочное социально – экологическое развитие и экологическое благополучие. В свою очередь, разработка методологии должна опираться на достоверные данные о состоянии окружающей среды и антропогенном влиянии на ее компоненты. Это и определило актуальность рассматриваемой работы, целью которой является анализ водо-экологических проблем эксплуатируемого нефтепровода «Александровское - Анжеро-Судженск», размещенного вдоль реки Оби в пределах Томской области. Исходной информацией послужил ряд опубликованных работ по изучению рек Томской области [1,2,4] и фондовые материалы проектного института реконструкции и строительства объектов нефти и газа (ПИРС).

В географическом отношении рассматриваемый участок расположен в пределах Западно-Сибирской равнины, (бассейн Средней Оби). Для этой территории характерна высокая заболоченность, составляющая более 30 % [2], и значительная густота речной сети. Среднегодовые расходы рек, пересекаемых нефтепроводом «Александровское – Анжеро-Судженск», изменяются от 0,010 м³/с до 367,22 м³/с. (табл. 1).

В целом для водотоков рассматриваемой территории характерно растянутое весенне-летнее половодье, сливающееся с летними паводками. Зимняя межень средней продолжительности, мощность ледового покрова в среднем составляет около 0,8 – 1,2 м. Преобладающие русловые процессы – свободное меандрирование. Скорость деформации берегов средних рек на отдельных участках может достигать 5 м/год и более.

По классификации О.А. Алекина речные воды пресные с малой и средней минерализацией (от 70 мг/л в период весеннего половодья до 430 мг/л в зимнюю межень), по химическому составу – гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магниевого. Содержат большое количество органических веществ, азотаммонийный, Fe, обычно превышающие нормативы, установленные для водных объектов хозяйственно – питьевого и рыбохозяйственного назначения (табл. 1) [4].

Антропогенное влияние на водные объекты в процессе строительства, эксплуатации и реконструкции нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск» достаточно многообразно. Нами был проведен его анализ с учетом классификации воздействий на окружающую среду в процессе строительства и эксплуатации трубопроводов, предложенной Д.Н. Пономаренко [3]. Перечень воздействий на водные объекты, полученных в результате этого анализа, приведен в табл. 2.

В период эксплуатации нефтепровода наибольшее влияние на водные объекты оказывала очистка трубопровода, а также аварийное загрязнение. Воздействие в период реконструкции в целом более значительно и связано со сбросами загрязняющих веществ, расчисткой от растительности, вибрационным воздействием и т.д.

Так, при реконструкции нефтепровода через р. Парабель в 2004 г. был выполнен сброс загрязняющих веществ на рельеф в объеме 920 м³; кроме того, в шламовые амбары поступил буровой раствор в объеме 5213 м³.

Таблица 1

Обобщенные характеристики водных объектов, пересекаемые магистральным трубопроводом

Название реки	Место впадения реки	F _{полн.} водосбора, км ²	Q _с , м ³ /с	Концентрации некоторых веществ						
				pH, мг/дм ³	Σ _и , мг/дм ³	ХПК, (мгО/дм ³)	БПК ₅ , (мгО ₂ /дм ³)	Нефтепродукты (мг/дм ³)	Fe _{общ.} , мг/дм ³	NH ₄ , мг/дм ³
Соснинский Еган	Обь	7,5	0,045	-	-	-	-	-	-	-
Ларьеган	Обь	4,1	0,024	-	-	-	-	-	-	-
Ильяк	прот. Панкрвский Посал	40,3	0,239	-	-	-	-	-	-	-
Окуневка	прот. Панкрвский Посал	4,7	0,028	-	-	-	-	-	-	-
Медвежья	прот. Паня	2,03	0,012	-	-	-	-	-	-	-
Ягельях	прот. Паня	6,13	0,036	-	-	-	-	-	-	-
Панинский Еган	прот. Паня	3,6	0,021	-	-	-	-	-	-	-
Лыжма	прот. Паня	2,53	0,015	-	-	-	-	-	-	-
Логалька	Обь	1,73	0,010	-	-	-	-	-	-	-
Васюган	Обь	61800	367,22	6,85	134,7	43,36 (79)	2,23 (23)	0,544 (33)	0,705 (77)	1,462 (27)
Парабель	Обь	25,5 т.	151,52	6,69	234,8	48,36 (43)	3,48 (49)	0,535 (34)	0,348 (39)	1,294 (39)
Шуделька	Обь	33,88	0,201	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

Перечень антропогенных воздействий на водные объекты в процессе реконструкции и эксплуатации нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск»

Воздействия в период реконструкции	Воздействия в период эксплуатации	Воздействия во время аварийных ситуаций
Механическое воздействие		
- устройство временных отвалов; - расчистка от лесорастительности; - опорожнение и демонтаж нефтепровода и т.д.	- прочистка трубопровода; - разрушение берегов	- автотранспорт при перевозке - землепочные работы; - работающие строительные машины и механизмы и т. д.
Шумовое воздействие		
- автотранспорт при перевозке строительных материалов и рабочих; - работающие строит. машины и механизмы; - сварочные работы	шумового и вибрационного воздействия не происходит	см. период реконструкции
Приземный слой атмосферы		
- выбросы загрязняющих веществ; - автотранспорт при перевозке; - земляные, сварочные и окрасочные работы	выбросы загрязняющих веществ не осуществляются	- загрязнение парами нефти
Почвенно-растительный покров		
см. механическое воздействие, - вырубка лесорастительности	- изменение рельефа	- уничтожение растительности; - развитие безлесных ландшафтов
Водные ресурсы		
- земляные работы на пойме; - движение строительной техники; - заправка техники	потребление и сброс отсутствуют	- загрязнение водной среды и дна водного объекта

В целом антропогенное воздействие на состоянии водных объектов и водосборных бассейнов в процессе эксплуатации и реконструкции нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск» оценивается как долгосрочное, локальное и допустимое; проявляется в загрязнении поверхностных вод, разрушении берегов и дна рек в местах подводных переходов, изменении водного и химического стока с водосборной территории в результате разрушения почвенно-растительного покрова, загрязнении почв, грунтов, атмосферного воздуха.

Литература

1. География Томской области: природные условия и ресурсы / Под ред. А.А. Земцова. – Томск: ТГУ, 2001. – 223 с.
2. Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология: ТПУ. /Под ред. С.Л. Шварцева: Материалы конференции, посвященной 75 – летию кафедры ГИГЭ. – Томск: НТЛ, 2005. – 400 с.
3. Пономаренко Д.Н.. Экономический механизм природоохранной деятельности при строительстве и эксплуатации трубопроводного транспорта: Автореферат. Дис. канд. эконом. наук. – Ставрополь, 2006г. – 22 с.
4. Реки Томской области: состояние, охрана и использование. /Под ред. О.Г. Савичева. – Томск: ТПУ, 2003. – 202 с.

МОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА

Е.В. Домрочева

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Томск, Россия

Юг Кузбасса в настоящее время привлекает внимание как крупнейшая сырьевая база для добычи метана из угольных пластов. Одним из перспективных районов в бассейне является Ерунаковский [1] (рис. 1). Планируемая добыча требует детального исследования не только тектонических, но и многих других параметров в том числе гидрогеохимических, изученность которых крайне слаба. Кроме этого, серьезным препятствием для достижения поставленной цели является отсутствие достаточного количества гидрогеологических наблюдений.

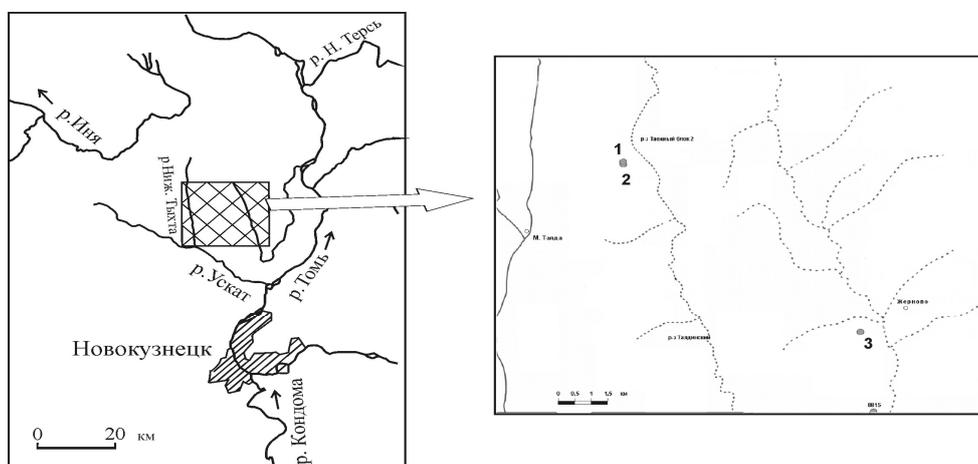


Рис. 1. Схема расположения мониторинговых скважин на территории Ерунаковского района

В 2004-2006 годах Томским филиалом ИНГГ СО РАН продолжалась работа по проведению мониторинговых исследований на экспериментальном полигоне [2]. Наблюдения велись в 3^х скважинах: 1, 2 и 3 (рис. 1).

Таблица
Общая минерализация, рН, содержание главных ионов в подземных водах в скважинах на территории Ерунаковского района, мг/л

№ пробы	ОЖ, мг-экв/л	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	ПОК, мг О/л	Общая минерализация	рН
Скважина 1											
68	1,48	14	9,36	2400	440	3270	5,4	1714	9,76	7824	9,2
106	1,1	18	2,44	1700	117	3455	1,0	751,2	3,92	6044	8,4
128	1,5	20	6,1	1600	110	3440	1,0	628,3	5,12	5805	8,5
133	1,0	18	1,22	1575	90	3800	1,0	255,6	5,12	5885	8,9
Скважина 2											
50	1,0	12	4,8	980	180	1196	3,5	1109	7,68	3465	8,1
67	0,25	5	0,5	575	95	1257	5,4	248,5	1,76	1927	9,1
76	0,3	2	2,4	370	20	1586	0,5	61,34	2,00	2042	8,7
127	0,3	5	0,61	490	13,5	1150	1,0	46,9	1,68	1760	9,4
132	0,4	4	2,44	460	11	1070	1,0	23,4	2,56	1716	8,9
Скважина 3											
69	2,60	30	13,2	715	200	1440	2,2	436,6	3,60	2837	8,8
131	2,0	22	10,98	425	22	1130	1,0	80	1,36	1691	8,3

Следует отметить, что режимных данных мало, особенно по скважине 3, а отбор проб производился только в летний и осенний периоды года. Скважины 1 и 2 находятся друг от друга на расстоянии порядка 20 метров и хотя имеют разную глубину (950м и 640м соответственно), они скорее всего гидравлически связаны. Все это накладывает отпечаток на результаты проведенного мониторинга.

Во время проведения мониторинга химического состава было отобрано 13 проб (табл.). В полевых условиях определялись быстро изменяющиеся показатели, такие как: pH, $t_{\text{возд}}$, твды, Eh, CO_3 , NO_2 , NH_4 , Fe^{3+} , Геобщ, газонасыщенность, электропроводность. Для лабораторных определений нами отбирались пробы на: основные макрокомпоненты, фульво- и гуминовые кислоты, окисляемость, биогенные вещества, микрокомпонентный состав, микробиологический анализ, масспектрометрический анализ на ICP-MS.

Анализ изменения химического состава во времени в режимных скважинах показал, что

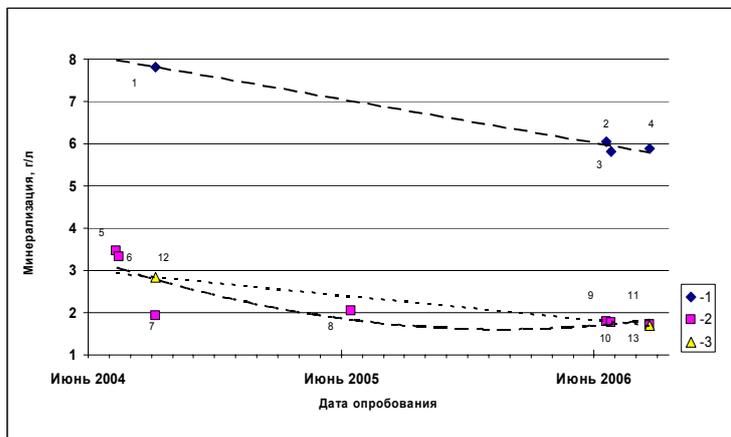


Рис. 2. Зависимость общей минерализации воды в скважинах 1, 2, 3 от времени

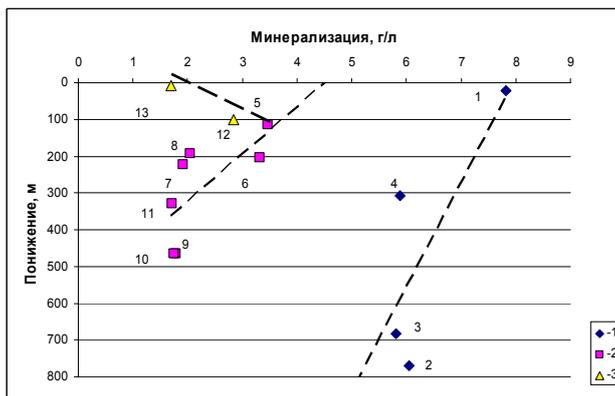


Рис. 3. Зависимость общей минерализации воды в скважинах 1, 2, 3 от понижения

химическом составе опробованных вод. Это гидрокарбонатные натриевые воды содового типа, щелочные иногда с высоким содержанием хлора. Именно содержания хлора в самом начале опробования являются основным источником резкого увеличения минерализации, а также уменьшения ее с глубиной. Например, максимальное значение хлора отмечено в скважине 2 (проба №50, табл.) и составляет 1,1 г/л, что соответствует до 34% от суммы анионов в конкретном анализе. Затем содержание хлора падает и при дальнейшем опробовании достаточно постоянно от 23 до 80 мг/л, характеризуя типичные по составу подземные воды замедленного водообмена. Такая же зависимость хлора от глубины наблюдается и в остальных скважинах. В природе высокие содержания хлора чаще всего приурочены к зоне континентального засоления и сопровождаются высокими значениями сульфат-иона. Однако, как видно из приведенных данных, содержания последнего минимальны и изменяются только от 1,0, реже 0,5, до 5,4 мг/л (табл.). Поэтому, сделан вывод, что хлор имеет техногенное происхождение. И действительно, как оказалось, при бурении скважин (бурение, проведение перфорации) было использовано > 20т KCl. Именно техногенное влияние объясняет высокие содержания хлора. Например, в пробе № 50 отобранной 01.08.04г., состав воды гидрокарбонатно-хлоридный натриевый с содержанием хлора - 1109 мг/л и калия - 180 мг/л (табл. 1). Содержание кальция, магния и сульфата незначительно и составляет соответственно 12, 4,8 и 3,5 мг/л. Подобную картину мы наблюдаем и в скважине, расположенной рядом. Например, в пробе №68 состав подземной воды также отличается большими содержаниями как калия - 440 мг/л, так и хлора - 1714 мг/л. Содержание кальция, магния и сульфата незначительно и составляет соответственно 14, 9,36 и 5,4 мг/л.

Чтобы исключить техногенное влияние, мы условно вычли из общей минерализации часть солей Na и K. Для этого приняли, что природная вода содержит хлора - 30 мг/л и калия - 20 мг/л, а имеющийся избыток убрали. В этом случае картина резко изменилась. Как видно на графике (рис. 4), построенном после

макрокомпоненты в водах ведут себя по-разному. Содержание SO_4 , Ca, Mg практически не изменяются, а Na, K и Cl уменьшаются. Как видно, общая минерализация вод также уменьшается, например, в скважине 1 с 7,8 до 5,8 г/л, в скв. 2 с 3,4 до 1,7 г/л и в скв. 3 с 2,8 до 1,7 г/л (рис.2). Значения pH, наоборот, закономерно растут.

Анализ температуры подземной воды показал, что с увеличением понижения уровня воды она повышается и отражает закономерное поведение с глубиной, т.е. отсутствует влияние «верхних», более холодных вод, которые могут подтягиваться при формировании воронки депрессии.

Чтобы объяснить уменьшение минерализации, проанализировано ее изменение от величины понижения (рис. 3). Как видно из графика, изменение суммы основных ионов с глубиной носит сложный характер: отмечаются участки, как ее повышения, так и понижения в разрезе каждой скважины. Например, в скважине 1 минерализация уменьшается с 7,8 до 5,8 г/л, а затем увеличивается. Подобное поведение минерализации характерно и для скважины 2. Исключение составляет скважина 3.

Такое изменение значений минерализации противоречит обычному характеру ее распределения. Объяснение подобного факта мы находим в

корректировки состава вод, значения минерализации с глубиной распределяются практически нормально (с глубиной увеличиваются), но «отскоки» есть. Например, в пробе № 8 ощущается частичное влияние использованной при бурении жидкости. Корректировки в химический состав воды этой скважины не были внесены, т.к. в целом содержания калия соответствует выбранному нами среднему значению, а хлора лишь немного превышают его. Однако следует помнить, в состав жидкостей, используемых при бурении и работах в скважине, всегда входят органические примеси и значительные концентрации микрокомпонентов, например фтора, NO_3 , PO_4 , концентрации которых также сказываются. Что касается остальных микрокомпонентов и концентрации биогенных веществ, то содержания некоторых из них не меняются, например NO_2 , Si, Mn, фульво- и гуминовые кислоты.

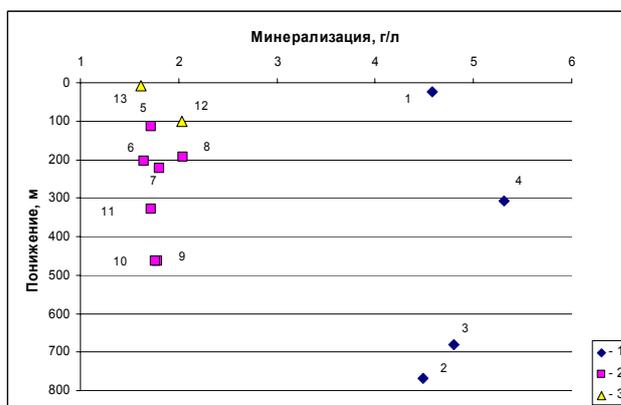


Рис. 4. Зависимость откорректированной минерализации в скважинах 1, 2, 3 от понижения

При последующих опробованиях состав воды во всех трех опробуемых скважинах постоянен и характеризует химический состав типичный для содовых вод зоны замедленного водообмена, что еще раз, подтверждает вывод о практически повсеместном распространении в этой зоне гидрокарбонатных натриевых вод содового типа.

Следовательно, проведенный мониторинг показал, что все скважины откачивают воду из зоны замедленного водообмена, в которой развиты соленоватые воды с повышенным значением pH. Влияния каких-либо других типов вод не установлено.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 06-05-64233 и НШ – 9542.2006.5.

Литература

1. Карасевич А.М., Хрюкин В.Т., Зимаков Б.М. и др. Кузнецкий бассейн – крупнейшая сырьевая база промышленной добычи метана из угольных пластов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001 – 64 с.
2. Шварцев С.Л. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана. // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – Вып. 47. – №7 – С. 878 – 889.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ООО «СТРЕЖЕВОЙ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ» НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ОБИ В 11 КМ ОТ Г. СТРЕЖЕВОГО

Ю.В. Еникеева

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние десятилетия во многих регионах России достаточно остро стоит проблема загрязнения водных объектов, что определяет актуальность своевременной и объективной оценки воздействия сбросов загрязненных стоков на их состояние. Не является исключением и р. Обь, принимающая сточные воды многочисленных предприятий Алтайского края, Новосибирска, Томской и Тюменской областей, в том числе одного из крупнейших в Томской области коммунального предприятия – ООО «Стрежовой теплоэнергоснабжение». Это предприятие обеспечивает хозяйственно-питьевое и техническое водоснабжение населения и предприятий города Стрежового, а также водоотведение и утилизацию бытовых и промышленных отходов, которые оказывают значительное влияние на состоянии окружающей среды, включая водные объекты.

С учетом масштабов хозяйственной деятельности нами был рассмотрен один из аспектов, а именно – влияние сбросов сточных вод на состояние р. Оби в 11 км от г. Стрежового. Для этого были решены следующие задачи:

- 1) анализ влияния природных условий в районе исследования, определяющих условия самоочищения поверхностных вод;
- 2) анализ водохозяйственной деятельности ООО «Стрежовой теплоэнергоснабжение»;
- 3) оценка допустимого воздействия на р. Обь в результате сбросов сточных вод ООО «Стрежовой теплоэнергоснабжение».

В качестве исходных материалов были использованы данные ООО «Стрежовой теплоэнергоснабжение», Росгидромета и ОАО «Томскгеомониторинг» за 2004-2006 гг.

Район исследований находится на севере Томской области в 11 км севернее г. Стрежового. Город Стрежовой расположен на юго-востоке Среднеобской равнины, на берегу правой протоки Оби, в 931 км к северо-западу от г. Томска. Рассматриваемый участок относится к среднему течению р. Оби, где река протекает в лесисто-болотистых берегах таежной зоны.

Особенностью данной территории является ее сильная заболоченность, обусловленная избыточным увлажнением и недостаточной теплообеспеченностью. В результате повсеместно в поверхностных водных объектах наблюдаются повышенные концентрации железа и ХПК. Фоновое значение ХПК составляет $16,5 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$ или 1,1 ПДК, фоновая концентрация железа – $0,29 \text{ мг}/\text{дм}^3$ или 2,9 ПДК_{р-х}.

Забор воды в г. Стрежевом для хозяйственно-питьевых и технических нужд осуществляется из двух водоносных горизонтов: олигоценного (верхнего) - отложения атлымской и новомихайловской свит и верхнеэоценового-нижнеолигоценного (нижнего) - отложения тавдинской свиты. Водоотведение проводится в болото, р. Медведку, а также в р. Обь в 11 км от г. Стрежевого, куда сбрасываются сточные воды.

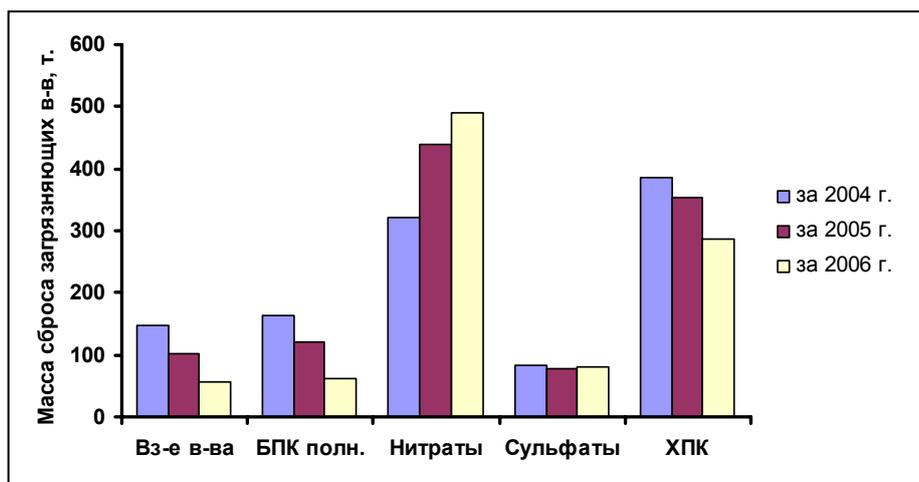


Рис. Масса сброса загрязняющих веществ с КОС в р. Обь за 2004 - 2006 гг.

Анализ водохозяйственной деятельности ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение» показал, что в 2004-2006 гг. наблюдается определенное уменьшение сброса нитритов, СПАВ, железа, нефтепродуктов, взвешенного вещества, азота аммонийного, БПК, сухого остатка, ХПК; в то же время хорошо выражено увеличение сбросов нитратов. Сброс сульфатов и хлоридов практически не меняется, а изменение сбросов фосфора и фосфатов в целом носит случайный характер без выраженной закономерности (рис.).

Таблица

Расчетные значения допустимых концентраций и ПДС

Вещество	ПДК, мг/дм ³	Фоновая концентрация, мг/дм ³	Фактическая концентрация, мг/дм ³	Допустимая концентрация, мг/дм ³	ПДС, т/год
Нитрит-ион	0,08	0,02	0,3	0,3	951,6
Азот аммонийный	0,5	0,34	7,5	6,6	38,1
Железо	0,1	0,29	0,31	0,29	1,7
Хлорид-ион	300	4,6	38,3	38,3	10756,2
Сульфат-ион	100	13,1	14,3	14,3	15249,3
Минерализация	1000	100	367	367	66552,3
Нитрат-ион	40	0,3	12,47	12,47	946427,7
Фосфор фосфатов	0,05	0,03	2,8	1,415	8,2
ХПК	15	16,5	66,2	16,5	96,0
БПК	2	3,64	28,8	2	11,6
Нефтепродукты	0,05	0,49	0,22	0,19329143	1,1
Фенолы	0,001	0,001	0,002	0,001011474	0,006
Взвешенные	0,25	16,1	25,2	0,25	1,5
СПАВ	0,5	0,026	0,306	0,306	195,0

С учетом изменяющихся во времени концентраций вредных веществ в сточных водах были выполнены расчеты предельно-допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ в р. Обь. Расчеты проводились в соответствии с [1] по формулам:

- 1) $ПДС = q \times C_{ПДС}$;
- 2) $С_{дк} = n \cdot (ПДК \cdot \exp(k \cdot \tau) - C_{фк}) + C_{фк}$;
- 3) $n = (C_{ст} - C_{фк}) / (C_{стх} - C_{фк})$;

где $С_{дк}$ - допустимая концентрация в сточных водах в г/м³; q - наибольший среднечасовой расход сточных вод в м³/час; n - кратность общего разбавления сточных вод; τ - время добегания водных масс от места выпуска сточных вод до контрольного створа; k - константа самоочищения; $C_{фк}$ - фоновая концентрация вещества в речных водах; $C_{стх}$ - максимальная концентрация вещества на расстоянии x от выпуска сточных вод; $C_{ст}$ - концентрация сточных вод.

В результате выполненных расчетов получены значения допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих в р. Обь в 11 км. от г. Стрежевого, и величина предельно допустимого сброса (табл.).

В целом анализ полученных данных и материалов ОАО «Томскгеомониторинг» показал, что происходит уменьшение сброса нитритов, СПАВ, железа, нефтепродуктов, взвешенного вещества, азота аммонийного, БПК, сухого остатка, ХПК. Это обусловлено общим снижением объема сброса сточных вод и повышением эффективности работы канализационных очистных сооружений.

Сброс сточных вод ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение», в общем, не оказывает существенного влияния на реку Обь, разбавление веществ до естественного фона происходит на первых 20-50 м. Это достигается за счет нормального функционирования систем сбора, способностью реки Оби к самоочищению, очистки (канализационные очистные сооружения) и утилизации сточных вод. С учетом этого воздействие ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение» оценивается как локальное и допустимое.

Литература

1. Методические указания по разработке нормативов предельно-допустимых сбросов вредных веществ в поверхностные водные объекты. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) вредных веществ в водные объекты со сточными водами. – Харьков: ВНИИВО, 1990. – 113 с.

ВЛИЯНИЕ ВОДООТБОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ
Л.В. Заморовская

Научный руководитель доцент Е.М. Дутова
 Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изменение химического состава воды сопровождается вторичным минералообразованием и формированием осадков на технологическом оборудовании водозаборных и очистных сооружений, в водоразводящей сети. Возможные изменения химического состава с практической точки зрения должны учитываться как на стадиях оценки эксплуатационных запасов, так и при обосновании технологий водоподготовки, в связи с тем, что длительная эксплуатация может привести к необходимости чистки данного оборудования или пересмотра технологических схем. А это, в свою очередь, ведет к дополнительным усилиям и затратам. Естественные режимобразующие факторы и сложный характер работы эксплуатационных скважин оказывают непосредственное влияние на условия восполнения запасов подземных вод и их качество. Тем более, что предприятия, которые забирают воду на территории г.Томска, предъявляют очень высокие требования к качеству воды.

В данной работе были рассмотрены изменения гидрогеохимических условий при эксплуатации подземных вод в природно-техногенных условиях (Академическое и Северо-Родионовское месторождения) и в условиях урбанизированных территорий (на примере палеозойских скважин в пределах г. Томска).

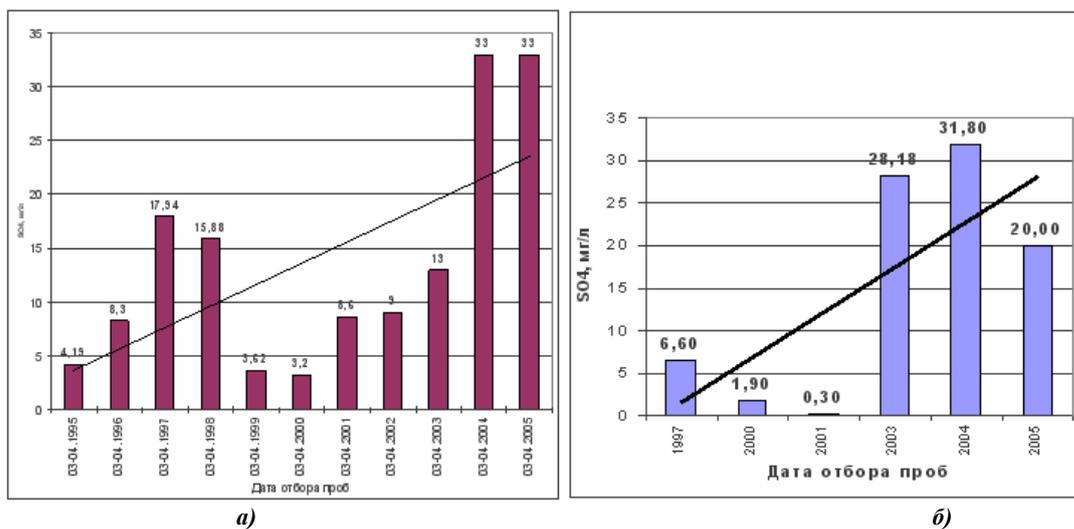


Рис. 1. Изменение содержаний сульфат-иона (мг/л) в процессе эксплуатации:
а) месторождений подземных вод в природно-техногенных условиях;
б) единичных водозаборов на территории г. Томска

Академическое месторождение является типичным примером эксплуатации вод трещинных коллекторов в низкогорных условиях Алтае-Саянской складчатой области. Эксплуатация этого месторождения, водовмещающие породы которого, как и палеозойских образований в целом, пиритизированы, активизирует окисление сульфидов в зоне аэрации и водосодержащей толще. В результате в водах эксплуатационных скважин Академгородка четко фиксируется рост содержаний сульфат-иона во времени (4,19 мг/л – 1995г, 33 мг/л – 2004-2005гг.). Та же тенденция наблюдается и в скважинах Северо-Родионовского месторождения. В городских скважинах сульфат-ион менялся от 6,6 мг/л (1997 г.) до 31,8 мг/л (2004г.) (рис. 1).

В результате дополнительной аэрации недр (водозабор) железо из двухвалентной формы Fe(OH)₂ переходит в трехвалентную - Fe(OH)₃ и выпадает в виде осадка либо непосредственно в эксплуатируемом

горизонте, либо на водозаборном оборудовании. Этот процесс наглядно можно проследить по изменению содержания общего железа в водах во времени (рис. 2).

Появление в составе вод более высоких концентраций сульфат-иона, в свою очередь, активизирует образование комплексных соединений, чем повышает и усиливает миграционную способность ряда химических элементов. Поэтому воды, формирующиеся в этих условиях, способны содержать большие количества элементов, в том числе таких, например, как кальций и магний. В этой связи наблюдается повышение величины общей жесткости как в условиях города, так и в природно-техногенных условиях.

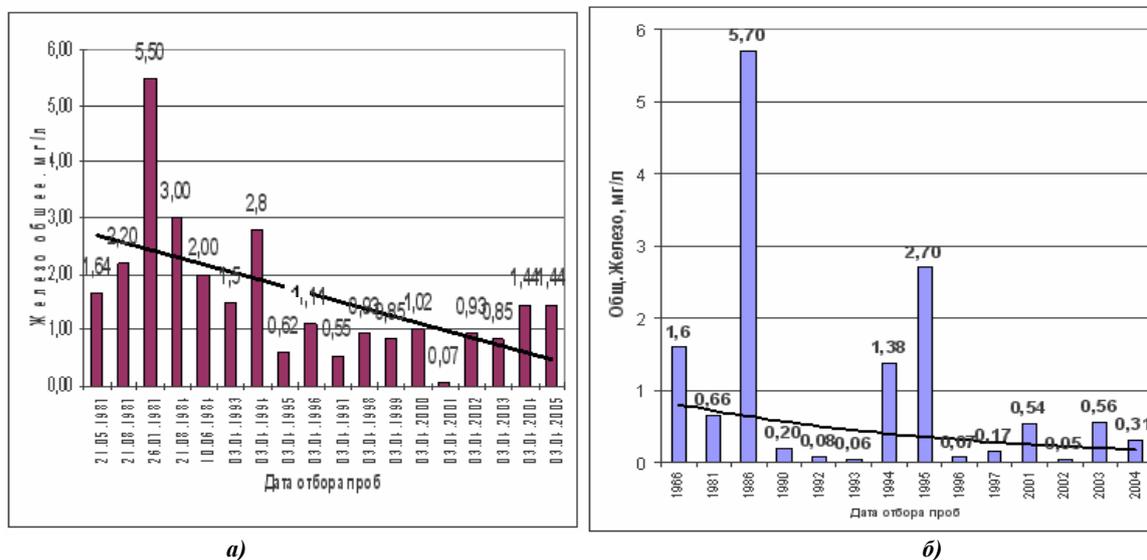


Рис. 2. Изменение показателя общее железо (мг/л) в процессе эксплуатации:
 а) месторождений подземных вод в природно-техногенных условиях;
 б) единичных водозаборов на территории г. Томска

Переход железа из раствора в твердую фазу сопровождается выделением углекислоты, повышающим кислотность среды и, соответственно, увеличивающим растворимость карбонатов и окисление сульфидов, сопровождается подкислением вод. Во всех исследованных эксплуатационных скважинах Академгородка (рис. 3, а) и наблюдательных скважинах Северо-Родионовского месторождения наблюдается снижение показателя рН от слабо-щелочной и нейтральной до слабо-кислой. В условиях города, наоборот, наблюдается весьма незначительное подщелачивание вод со временем (рис. 3, б).

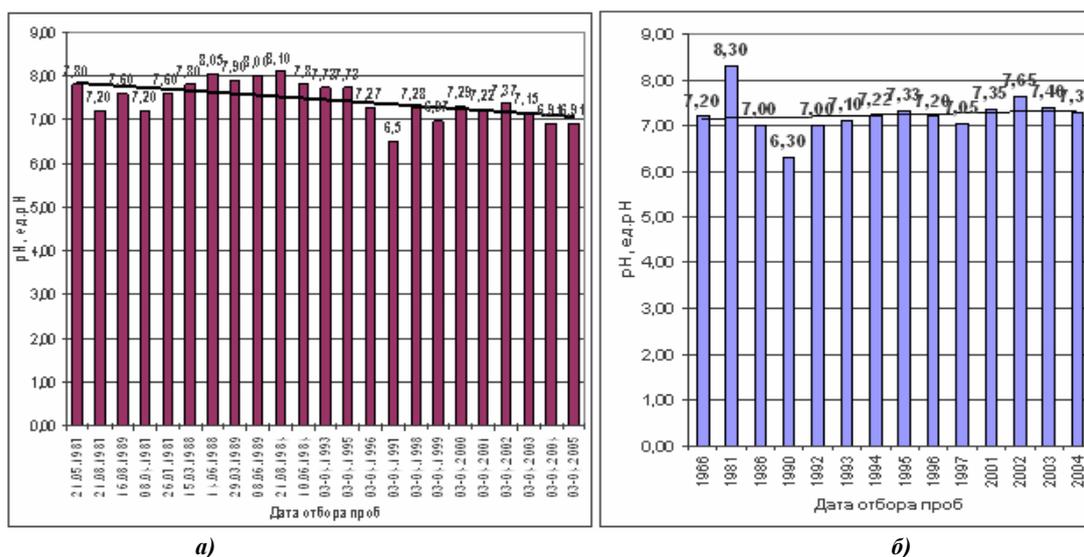


Рис. 3. Изменение показателя рН (ед. рН) в процессе эксплуатации:
 а) месторождений подземных вод в природно-техногенных условиях;
 б) единичных водозаборов на территории г. Томска

Также было исследовано поведение во времени такого показателя, как хлор-ион, который указывает на степень антропогенной нагруженности территории. В условиях города наблюдается значительное повышение

содержаний в воде хлоридов со временем. В Академгородке амплитуда колебаний хлор-иона в забираемой из скважин воде составляет 1 - 1,5 мг/л.

Превышение ПДК наблюдается только по Fe и общей жесткости. Но если значения Fe (мг/л) близки к фоновым, то значения общей жесткости эксплуатируемых вод со временем начинают превышать и фоновые концентрации, и ПДК. Это может привести к необходимости введения этапа смягчения вод при водоподготовке перед подачей воды потребителям. В целом же, изменения гидрогеохимических показателей, вызванные эксплуатацией, не носят запредельный, выше нормативного, характер и не выходят за типопределяющие границы, характерные для данных региональных условий. Однако выявление таких тенденций необходимо отслеживать, чтобы корректировать технологию водоподготовки и проведение водозащитных мероприятий подземных вод.

МИКРОФЛОРА АКВАТОРИИ ГРУЗОВОГО ПОРТА Г. ТОМСКА

И.С. Иванова

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Водный транспорт является источником целого комплекса загрязнений: сточные воды судов содержат химическое и микробиологическое загрязнение, нефтепродукты. Особенно эта ситуация усугубляется при функционировании маломерного флота. Различного рода загрязнения не локализуются в пределах территории речного порта, а распространяются на далекие расстояния по течению, ухудшая экологическую ситуацию речной воды [1, 2, 3].

При изучении влияния речного флота на экосистемы реки обычно большое внимание уделяется химическим загрязнителям. Изучение микробиологического состава сводится к выявлению некоторых санитарных показательных организмов: микробного числа, кишечной палочки и иногда стафилококков.

Целью исследований автора было изучение органотрофной микрофлоры акватории речного порта г. Томска. Предприятие ОАО «Томская судоходная компания» находится на правом берегу реки Томи, в 2,5 км к северу от г. Томска в пределах городской промышленной зоны. Основным видом производственной деятельности предприятия является добыча, транспортировка песчано-гравийных материалов, а также пассажирские перевозки.

В пределах акватории и за ее границами (приблизительными) было отобрано 28 проб речной воды с учетом техногенной ситуации. В пробах выявлялся широкий спектр микроорганизмов, но основное внимание было уделено трем физиологическим группам: сапрофитам, нефтеокисляющим бактериям и энтеробактериям.

Общее количество положено в основу определения санитарно-эпидемиологической безопасности воды. По содержанию сапрофитов можно обнаружить загрязнение при разбавлении в десятки и сотни тысяч раз. Нефтеокисляющие бактерии являются показателями и деструкторами нефтяного загрязнения. Энтеробактерии – показатель фекального загрязнения. По нормативам они должны отсутствовать в природных водах [4, 5].

Для каждой точки опробования был посчитан индекс трофности и проведен химический анализ.

Выделение и количественный учет микроорганизмов проводили по известным классическим методикам. Точки опробования воды отбирали по форватеру, а также по берегам акватории для учета берегового стока.

Результаты микробиологического анализа акватории Томи представлены в таблице 1.

По данным микробиологических анализов можно видеть, что количество сапрофитов в поверхностной воде изучаемой территории колеблется от 260 до 58080 кл/мл. Максимальным содержанием сапрофитов отмечается точка № 14. Эта проба воды была отобрана около правого берега реки Томи. Напротив точки отбора пробы располагаются дачные участки, пляж г. Северска и сам г. Северск. В данной точке норма содержания сапрофитов превышена в 58 раз.

Данное превышение может быть связано с сельскохозяйственной деятельностью человека. Поступление загрязнения (органического вещества белкового происхождения) происходит за счет поверхностного стока с селитебных территорий. Минимальное число сапрофитов содержится в точке № 3, Это место опробования находится не далеко от нового коммунального моста примерно на середине реки. Число сапрофитов резко выделяется в точках 8, 14, 15. Точка № 8 находится у стенки порта, на которой складываются и хранятся гравий и уголь, а точка № 15 находится недалеко от застроенной территории и места впадения реки Киргизки. Количество сапрофитов в остальных точках опробования находится примерно на одном уровне. Максимальным содержанием энтеробактерий отмечается точка № 10. Эта проба воды была отобрана на некотором расстоянии от середины ближе к правому берегу реки Томи. Минимальное число энтеробактерий содержится в точке № 4, 18, 21, и в затоне. Резко выделяются точки № 1, 3, 10, которые располагаются вдоль правого берега Томи. Это может быть обусловлено береговым стоком. Количество нефтеокисляющих бактерий в поверхностной воде акватории колеблется от 0 до 242400 кл/мл. Максимальным содержанием нефтеокисляющих бактерий характеризуется точка № 18, которая находится примерно по середине реки Томи. Минимальное число нефтеокисляющих бактерий содержится в точке № 2, которая находится на левом берегу реки. Резко выделяются точки № 14, 18 и 21. В этих точках наблюдается наиболее благоприятная среда для развития и жизни данных микроорганизмов.

Для каждой точки был рассчитан индекс трофности, по которому можно судить о загрязненности вод. Чем больше этот индекс, тем загрязненнее эта вода. Индекс трофности больше единицы указывает на существующий постоянный приток бытовых легкорастворимых органических веществ. Максимальное значение индекса трофности наблюдается в точках № 16, 18, 20, 23. Все точки находятся по форватеру не далеко от входа в затон.

Сравнивая средние значения числа клеток в 1 мл различных групп бактерий можно заметить преобладание нефтеокисляющих бактерий. Среднее значение числа клеток в 1 мл составляет 24094,34 кл/мл. Меньше всего в акватории речного порта представлены энтеробактерии – 769,04 кл/мл, но это значение тоже велико.

Таблица 1

Характеристика антропогенной нагрузки в точках отбора проб воды

№№ пробы	Характеристика точек отбора	Сапрофиты, кл/ мл	Энтеро-бактерии, кл/ мл	Нефтеокисляющие бактерии, Кл/ мл	Индекс трофности
1	р. Томь, слева от затона	1630	4200	60	7,55
2	р. Томь, левый берег, около баржи с гравием	5640	-	0	45,13
3	Середина реки Томи, у нового коммунального моста, рядом с подводным складом гравия	260	4800	3900	11,13
4	Левый берег р. Томи, заросший кустарником, рядом с работающей ПЧС и подводным складом гравия.	3270	0	5140	1,72
5	Левый берег р. Томи, рядом с ПЧС и подводным складом гравия	4100	-	3800	5,15
6	Середина реки Томи	2100	120	4300	24,68
7	Левый берег р. Томи, рядом с ПЧС и подводным складом гравия	4920	80	1400	2,33
8	Правый берег реки Томи, около стенки грузового порта, на которой складывается уголь и гравий, стоит кран	35520	220	2300	0,09
9	Правый берег реки Томи, ближе к ее середине	5590	20	440	36,82
10	Правый берег реки Томи, ближе к ее середине	1180	6000	10	61,39
11	Середина реки Томи, за новым коммунальным мостом	5600	10	4800	2,67
14	Пляж г. Северска, неорганизованные выпуски бытовых стоков с дачных участков.	58080	180	149600	2,81
15	Левый берег р. Томи, впадение р. Киргизка в реку Томь	24800	70	16200	0,09
16	Левый берег Томи	5040	60	1900	322
17	Левый берег Томи	15780	150	11560	3,81
18	Середина реки Томи	-	0	242400	72,73
19	Середина реки Томи	1050	20	8360	11,9
20	Середина реки Томи	2430	10	3100	148,5
21	Правый берег р. Томи, напротив входа в затон	4240	0	72000	0,17
22	Середина реки Томи, напротив входа в затон	1310	150	3300	0,29
23	Правый берег Томи, выход из затона	4400	60	4800	333,33
Затон	Причал, используемый для стоянки судов в зимнее время	6320	0	14800	1,60
	среднее	8796,3	769,04	24094,34	49,81

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод о том, что в поверхностных водах преобладают постоянные подтоки загрязнения водорастворимыми органическими веществами белкового происхождения и нефтепродуктами. Эти загрязнения могут быть следствием деятельности судов.

Для выяснения источников загрязнения вод акватории порта был сделан микробиологический анализ подсланевых вод. Эти отходы образуются при эксплуатации судов речного флота за счет накопления воды под сланими (речная вода используется в оборотной системе охлаждения двигателей, затем сливается под слани, а также за счет конденсации паров и пр.) и загрязнения их дизельными маслами, горючим. Согласно технологии отобранные масла судов малого флота сбрасываются в подсланевые воды. Результаты данного анализа отображены в таблице 2.

Таблица 2

Микробиологический состав подсланевых вод

Группа бактерий	12 проба, СПВ-4, до очистки	13 проба, СПВ-4, после очистки
Сапрофиты, кл/мл	6030	57880
Энтеробактерии, кл/мл	60	580
Олиготрофы (автохтонная среда), кл/мл	123000	73600
Олиготрофы, кл/мл	42000	9000
Гетеротрофы, кл/мл	79000	240000
Азотфиксирующие бактерии, кл/мл	3920	20700
Железобактерии, кл/мл	0	220
Нефтеоокисляющие бактерии, кл/мл	35000	280000
Нитрифицирующие бактерии, кл/мл	0,01	0,01
Сульфатредуцирующие бактерии, баллы/кл	15/10 ¹	15/10 ²
Thiobacillus Thioparagus, кл/мл	10 ⁴	10 ²
Целлюлозоразрушающие бактерии, аэробные/анаэробные	0/0	10 ¹ /0
Жидкая нефть, %	35	52,5
Толуол, усл. ед.	0	475
Пентан, усл. ед.	0	320

Подсланевые воды характеризуются высоким содержанием сапрофитов до их очистки, но и после очистки наблюдается многократное увеличение сапрофитов (57880 кл/мл). Число энтеробактерий также увеличивается почти в 10 раз. Увеличение гетеротрофов и азотфиксирующих бактерий говорит о том, что данная среда благоприятна для жизни этих бактерий. Также почти в 10 раз наблюдается увеличению нефтеоокисляющих бактерий. По данным микробиологического анализа можно сделать вывод о том, что «очистка» подсланевых вод делает эти воды еще более грязными и опасными.

По полученным результатам заключаем, что основным источником загрязнения поверхностных вод являются подсланевые воды. Эти воды сбрасываются в воду реки Томи, но как показал анализ, качество подсланевых вод после очистки не улучшается, а наоборот становится намного хуже. Это может быть связано с загрязнением самих очистных сооружений и очистных фильтров.

Литература

1. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003.
2. Гурвич М. И. О загрязнении р. Волги отходами нефти с судов.// Материалы научной конференции по вопросам гигиены водного транспорта. – М.: НИИГИВТ, 1964.
3. Ильницкий А. П., Клубков В. Г., Шабад Л. М. Судходство как один из источников загрязнения водоемов канцерогенными углеводородами.// Вопросы онкологии. – М., 1972. – №1.
4. Клубков В. Г. О роли судходства в загрязнении водоемов канцерогенными углеводородами.// Сб. научных работ молодых специалистов ИЭКО. – М.: АМН СССР, 1975.
5. Экология микроорганизмов. / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: АCADEMA, 2004. – 267 с.

УЧЕНИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО О ЗНАЧИМОСТИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА В ГЕОХИМИИ ПРИРОДНЫХ ВОД

И.С. Иванова, Е.Ю. Пасечник

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

«Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных, геологических процессов. Нет земного вещества – минерала, горной породы, живого тела, которое бы ее не заключало. Все земное вещество – под влиянием свойственных воде частичных сил, ее парообразного состояния, ее вездесущности в верхней части планеты – ею проникнуто и охвачено. Природная вода охватывает и создает всю жизнь человека. Едва ли есть какое-нибудь другое природное тело, которое бы до такой степени определяло его собственный уклад, быт, существование», – так писал В.И. Вернадский, подчеркивая особое положение воды, гидросферы в строении и истории развития Земли в своей монографии «История природных вод» [1].

В.И. Вернадский считал, что природная вода как бы предназначена для жизни, и с жизнью связана как одна из всех химических соединений. Эта тесная связь с жизнью и ее исключительное распространение в земной коре, резко отличающее ее от всех минералов, не может быть игрою случая: оно указывает на закономерность явления, на определенную организованность земной коры. Вода и живое вещество – генетически связанные части этой организованности.

Вода может существовать и постоянно образуется в земной коре вне участия жизни, но тесно связанная с ней жизнь без воды существовать не может. Это вызвало представление о появлении воды в земной

коре ранее появления жизни, о подготовке этим путем нашей планеты к появлению живого вещества, того механизма, который таким резким образом меняет всю историю Земли [4].

В течение всего или почти всего геологического времени, по крайней мере с середины архейской эры, мы всегда наблюдаем одновременно и воду, и живое вещество и всегда видим их неизменную тесную связь и взаимное огромное влияние.

Как известно, все организмы – и водные и наземные – представляют собой полужидкие, иногда жидкие водные коллоидные системы с резким преобладанием химически свободной или полусвободной жидкой воды.

Среди наземных организмов, геохимически наиболее важной части живого вещества, среди зеленых растений – одни выработали совершенно определенную систему приспособлений, обеспечивающих им приток и сохранение воды в сухой среде во время колебаний влаги в окружающем воздухе и в почве. Другие приобретают способность латентной жизни при недостатке воды.

Водные организмы и организмы очень сырых и влажных местностей содержат по весу более 90 и даже более 99,7 % воды. Организмы суши обычно не дают таких больших содержаний воды. Содержание воды для травянистой растительности поднимается выше 85 % – и опускается в крупных млекопитающих к 60 %. Лишь семена и споры дают гораздо меньше ее содержания – они содержат от 7-15 % воды по весу, но эти формы живых организмов лишены того физико-химического влияния на окружающую их среду, которое характерно для живого вещества. Это – жизнь в латентном состоянии, не проявляющая в биосфере газового обмена и размножения [4].

Вода, содержащаяся в организмах, постоянно из них уходит (в газообразной или жидкой фазе) и постоянно в них входит – во всех трех своих состояниях. Основной субстрат жизни – протоплазма – является водным коллоидальным телом определенного химического состава. Едва ли может быть сомнение, что состав этот различен для разных организмов.

В общем, деятельность организмов в гидросфере приводит к ее химическому связыванию, к выводу значительных масс воды из жидкого состояния. Под влиянием жизни ненасыщенный при условиях биосферы соляной водный раствор Океана непрерывно выделяет разнообразные твердые фазы вещества, такие, которые или содержат химически связанную воду, или же образуют новые тела ее разложением.

Если бы Океан был безжизненным, он в условиях температуры, давления и безжизненной газовой атмосферы того же состава, как тропосфера, находился бы в химическом равновесии – не выделял бы никаких твердых или жидких веществ, и газовый режим его был бы прост и маломощен.

Как считал Вернадский, растительность (и связанный с ней животный мир) чрезвычайным образом неизменно меняет химические свойства ручьевых, метеорных, почвенных и грунтовых вод, – она меняет этим путем химический состав рек и этим определяет состав морской воды. Неизменность этого состава в течение всего геологического времени указывает на неизменность всей структуры живого вещества биосферы и, в частности, органического мира суши. Это изменение верхних вод биосферы является главной функцией наземных организмов в истории природной воды. Организмы суши создают свою водную массу в основной по весу части – в растительном покрове суши – из почвы, из воздуха, из метеорных осадков, в меньшей степени – из поверхностных и грязевых вод, из верховодок.

Из всех видов вод важную роль играют почвенные растворы, покрывающие непрерывной пленкой почти всю поверхность суши и являющиеся одной из главнейших и основных форм природных вод. Их роль в природе исключительная.

Так как водные растворы в растениях не изотоничны с почвенными растворами, растения, беря из них воду, оказывают огромное влияние на характер самого почвенного раствора.

Живое вещество является незаменимой и важной частью основных круговоротов воды биосферы и через эти круговороты глубоким образом меняет всю историю земной коры. Это, главным образом, наземные организмы суши, которые исполняют в водном механизме биосферы первостепенные функции, связанные с передвижением водных масс из одной геосферы в другую, первым делом в обмене водяных паров и водных растворов в пределах биосферы. Их значение в этой части механизма биосферы так велико, что не может не быть особенно подчеркнуто.

Организмы суши влияют на Океан и другим путем, здесь можно отметить два процесса: с одной стороны, питание наземных организмов морской пищей. Этот процесс идет в таких размерах, что, может быть, компенсирует – во всяком случае возвращает на сушу – соизмеримую часть тех масс химических элементов, которые реки в растворе приносят с суши в море.

С мезозойской эры эту роль главным образом играют птицы.

Другой формой переноса воды является захват частей моря растительностью суши и создание этим путем новых видов вод. Таково образование подтропических болот – таксодиевых, например, – или не менее мощных – мангровых.

Не меньшее значение имеет живое вещество суши в создании режима вод стратисферы и метаморфической оболочки. Здесь нельзя отделить живой мир суши от жизни моря. Но так как стратисфера и метаморфическая оболочка отсутствуют под главной частью гидросферы, а стратисфера построена в значительной мере при участии жизни моря (не Океана), в дальнейшем на нее не влияющей, – то можно принимать во внимание жизнь суши, а не Океана, говоря об изменении уже сложившейся стратисферы, а следовательно, и метаморфической оболочки [3].

В биосфере зеленые растительные организмы, создавая кислород, придают всем вадозным водам особый характер. Это воды азотно-кислородные и углекисло-азотно-кислородные. Уже в стратосфере и глубже кислородных вод нет. Здесь господствуют воды азотно-углекислые и, вероятно, углекислые.

Углекислота, проникающая в эту часть земной коры, создана, однако, в значительной части тоже живым веществом. Углекислота или есть продукт биохимических процессов, или же является продуктом

сгорания всюду рассеянного "органического вещества". Значительная часть углекислоты вулканических извержений, газовых струй, минеральных источников окажется в конце концов органогенной.

Органическое вещество, содержащееся в земной коре, и доступное в настоящее время исследованиям, все – биогенного происхождения. Его водород в подавляющей части получен организмами путем разложения молекул воды. Оно всегда содержит воду, лабильно связанную как химически, так и физически. Такая вода находится в гумусе почв и грязей, в углях, битумах, нефтях [2].

Медленными геологическими процессами эти органические вещества, остатки тел и метаболизма организмов из биосферы попадают в стратосферу, в метаморфическую оболочку.

Наблюдается постоянный круговорот воды в природе. Вода выносится из биосферы; это одно из проявлений геохимической энергии жизни. Затем частично и непрерывно она вновь возвращается в биосферу. Чаще всего, она возвращается в биосферу во время вулканических извержений.

В тропосферу непрерывно во время всякого вулканического извержения - наземного и морского - вулканические излияния идут через стратосферу и кору выветривания и меняют их вещество, выбрасываются огромные количества водяных паров, часть которых произошла путем сгорания органического вещества - продукта жизни. Всякое сгорание органического вещества является синтезом воды и дает в тропосферу значительное количество водяных паров такого происхождения.

Сгорание органического вещества идет не только в биосфере в результате деятельности человека, но и в результате вулканических извержений, или природных пожаров. Сгорание органического вещества идет и глубже - в областях стратосферы и в метаморфической оболочке. Там, с повышением температуры должна выделяться гидратная и гигроскопическая вода, связанная с продуктами изменения организмов суши. Там же идет и более глубокий процесс метаморфизации органического вещества, новый синтез воды, химически более сложный, чем процесс простого сгорания.

Живое вещество в пределах биосферы глубочайшим образом меняется. А далее воды благодаря действию космической энергии Солнца, и биогенной миграции атомов передают космическую солнечную энергию, меняющую земные молекулярные и атомные системы, далеко вглубь и вверх, в безжизненные области планеты.

То же равновесие природных вод с живым веществом создает тот красочный ландшафт, рельеф суши и дна водоемов, режим природных вод и живой природы – всю внешнюю оболочку области нашей планеты.

В истории природных вод мы имеем несомненные указания на то, что геологически могут быть минеральные виды природных вод, которые не повторяются и которые раньше не существовали.

Воды органогенные, созданные явлениями жизни, всегда имеют иной и меняющийся состав в различные геологические времена. Следовательно, органогенные воды, например, лесов каменноугольного периода будут иные, чем органогенные воды лесов нашей эпохи.

Если меняются морфологически виды организмов - появляются новые, исчезают старые, - меняется и их состав, вместе с ними меняются, исчезают старые и появляются новые по составу органогенные воды. Частным случаем органогенных вод являются культурные воды. Здесь действует организм не своим составом, не своим метаболизмом и экологически, а здесь уже действует человек своей техникой.

Едва ли можно преувеличить реальное значение тесной связи создания и существования живого вещества с историей природной воды. Дальнейшее изучение воды в ее связи с живым веществом скорее увеличит то представление, какое нам ныне вырисовывается, а не уменьшит его.

Отношение между жизнью и непосредственно с ней связанной водой определяет весь химический характер тропосферы, гидросферы и коры выветривания, в том числе и находящейся в них воды.

Механизм этого влияния совершенно иной для жизни в Океане и для жизни на суше, в этом проявляется основная черта земной коры - диссимметрия ее строения. Поэтому, хотя главная масса жизни и сосредоточена в Океане, нельзя (без проверки) заключить, что изучение жизни в одной гидросфере дает нам достаточно ясное представление о значении всей жизни в истории природных вод. Все живые организмы теснейшим образом между собой связаны; но связь эта сложная, и изучение одной части планеты не может дать общего понятия о развитии живого вещества в целом без связи их с историей воды. В истории воды на первом месте не стоит лишь океаническая жизнь.

Живое вещество является незаменимой и важной частью основных круговоротов воды биосферы и через эти круговороты глубокоим образом меняет всю историю земной коры. Это, главным образом, наземные организмы суши, которые исполняют в водном механизме биосферы первостепенные функции, связанные с передвижением водных масс из одной геосферы в другую, первым делом влияя на обмен водяных паров и водных растворов в пределах биосферы.

Живое вещество, с одной стороны, регулирует образование на суше гумуса, органического вещества почвы, выводя этим путем часть воды из круговорота, а с другой стороны, меняет коллоидальную структуру почв, неизбежно связанную с огромной их влагоемкостью. Но организмы меняют почвенные растворы и другим путем. Во-первых, они частично создают ее компоненты, например, характерные для почвенных растворов органические вещества, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} и HCO_3^- , NO_3^- , NH_4^+ , и, во-вторых, они при питании выбирают из почвы нужные им ионы и элементы, т.е. определенным образом обрабатывают состав почвенного раствора. Почва и зеленый растительный мир и ее микроскопические фауна и флора представляют единое химически не делимое динамическое равновесие.

Почва - могучий фактор, который почвенным раствором меняет состав поверхностных вод, в частности рек. Речная же вода определяет состав морской воды.

Коренным образом меняя, определяя количественный состав и газовый режим почвенных растворов, организмы суши, в конце концов, определяют и влияют на солевой состав соленой воды Океана.

Идеи великого ученого В.И. Вернадского о роли воды в истории и развитии планеты Земля, о тесной связи живого вещества с историей воды, о важной роли воды в появлении и развитии жизни на Земле, об

основополагающей роли воды в геологических процессах на Земле несомненно сыграют огромную роль в дальнейшем развитии науки о воде и как итог в решении глобальных планетарных как экологических проблем, так и фундаментальных научных открытий, связанных с изучением нашей планеты.

Литература

1. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: Наука, 1928.
2. Вернадский В.И. О классификации и химическом составе природных вод. – М.: Природа, 1929 - № 9.
3. Вернадский В.И. Живое вещество в химии моря. – Пг., 1923.
4. Вернадский В.И. Эволюция видов и живое вещество. – М.: Природа, 1928. №3.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЗОНЕ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ИНТЕНСИВНО ОСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

Л.Р. Исмагилова

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

*Казанский государственный университет имени В.И. Ульянова-Ленина,
г. Казань, Россия*

Зона активного водообмена охватывает комплекс карбонатно-терригенных, участками загипсованных, верхнепермских пород, терригенных плиоцен-четвертичных и, в крайней юго-западной части РТ, карбонатно-терригенных мезозойских отложений. Мощность этой зоны – 100-350 м. Она подстилается регионально распространенным тастубским горизонтом карбонатно-сульфатных пород сакмарского яруса мощностью 20-60 м. В слоистой толще зоны активного водообмена выделяется ряд водоносных комплексов, связанных нисходящим и восходящим перетеканием по схеме А.Н. Мятлева через относительно водоупорные глинистые прослои. Из них наиболее выдержанными являются “лингуловые глины” мощностью, в основном, 10-15 м, залегающие в основании нижнеказанского подъяруса. Пачкой “лингуловые глины” верхняя зона гидрогеологического разреза подразделяется на две части – с преимущественным развитием пресных и солоноватых подземных вод, соответственно выше и ниже этой пачки. Общий ресурсный потенциал пресных подземных вод в РТ составляет 5,46 млн. м³/сут. Величина же утвержденных эксплуатационных запасов питьевых подземных вод – 973 тыс. м³/сут [3]. Гидрогеоэкологическая ситуация в РТ близка к таковой по России в целом, где загрязнению, иногда катастрофическому, подвержены 70 % объема поверхностных вод и 30 % объема пресных подземных вод [4].

Негативные изменения окружающей среды, отмечающиеся в мировом масштабе в последние 40-50 лет, предопределили интенсивное проведение разнообразных исследований экологического плана. В отношении пресных подземных вод большой интерес вызывает выявление характера и динамики изменения их состава. По уровню техногенного воздействия на окружающую среду в пределах РТ можно выделить отдельные районы двух типов – с относительно высоким и относительно низким уровнями воздействия. К первым относятся площади городских агломераций и их ближайшие окрестности, а также юго-восточный регион РТ, где идет интенсивная разработка нефтяных месторождений. Остальную часть площади, представленную сельскохозяйственными и лесными угодьями с небольшими населенными пунктами, можно отнести к районам с относительно низким уровнем техногенного воздействия.

Характер и динамика изменения во времени состава пресных подземных вод в районах первого типа хорошо изучены [3, 5, 6 и др.]. Так в нефтяном регионе за 50-55 лет интенсивных нефтеразработок произошла трансформация их состава с преимущественно гидрокарбонатного на преобладающий гидрокарбонатно-хлоридный, при этом минерализация увеличилась с 0,3-0,6 до более 0,8-1,0 г/дм³, а общая жесткость сейчас обычно превышает 7-10 ммоль/дм³. Градиенты изменения отдельных параметров составляют: содержание Cl-иона – 7,5-27,5 мг/дм³ * год, общая жесткость – 0,1-0,6 ммоль/дм³*год. Столь существенные изменения состава подземных вод связаны с их загрязнением попутными нефтяными водами. В пределах Нижнекамского промышленного узла, включающего площади г.г. Нижнекамск, Набережные Челны, Елабуга и их окрестностей, за последние 25-30 лет значительное ухудшение химического состава подземных вод проявлено лишь в самых верхних элементах гидрогеологического разреза, особенно для вод четвертичных аллювиальных отложений. Основной объем подземных вод здесь не отвечает питьевым стандартам за счет концентрирования, главным образом, соединений азота, железа и органических в-в.

Для характеристики изменения состава пресных подземных вод в районах с относительно низким уровнем техногенного воздействия автором изучена территория междуречья рек Кама, Вятка, Казанка, расположенная между г.г. Казань и Нижнекамск, на удалении 50 км от них. Эта территория площадью 3600 км² является областью сельскохозяйственного производства с отсутствием крупных перерабатывающих предприятий. Гидрогеохимической основой изучения послужили аналитические исследования родниковых вод середины 1960-х и начала 2000-х годов. Сравнение этих данных проводилось как по отдельным родникам, одновременно опробованным, так и по водосборным бассейнам с осредненными характеристиками состава подземных вод для каждого гидрогеологического подразделения. Существенных изменений состава и качества вод здесь за 35-40 лет не произошло. Некоторое увеличение содержаний NO₃-иона и, иногда, общей жесткости (редко превышающих предельно допустимые концентрации для питьевых вод) в отдельных крупных деревнях и поселках сопровождается значительным (до 10 раз) снижением значений этих параметров в водопроводных опустевших населенных пунктах. Статистически значимые различия выявляются лишь в содержаниях Cl-иона. Его концентрации практически повсеместно возросли в 1,2-3,3 раза (с 3-35, в основном 7-10 мг/дм³, до 4-75, при преобладании значений более 10-15 мг/дм³), причем наиболее активно это увеличение проявлено на лесных

участках или при значительном развитии на водосборных площадях лесных массивов. Это явление может быть связано с влиянием атмосферных осадков, минерализация которых (доля Cl -иона – до 10 %) постепенно возрастает и в настоящее время по РТ составляет 20-50 (в единичных случаях до 330) мг/дм^3 [2, 3]. Более интенсивное концентрирование Cl -иона в грунтовых водах под лесными участками связано с известной способностью крон деревьев “минерализовать” дождевую воду [1].

Таким образом, неблагоприятное изменение состава подземных вод зоны активного водообмена по примеру РТ должно проявляться в глобальном масштабе. Характер и степень этого изменения определяются соотношением и спецификой природных и техногенных факторов воздействия на подземную гидросферу. На данный момент резко негативные гидрогеоэкологические изменения проявлены лишь в областях интенсивного техногенного воздействия, за пределами которых основной объем подземных вод зоны активного водообмена еще характеризуется благоприятным питьевым качеством.

Литература

1. Гольдберг В. М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 248 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в 1999 г. / Под ред. Н.П. Торсуева. – Казань: Природа, 2000. – 301 с.
3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2005 г. / Под ред. Н.П. Торсуева. – Казань, 2006. – 494 с.
4. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. – М.: Научный мир, 2001. – 328 с.
5. Мусин Р. Х. Глобальная гидрогеоэкологическая проблема современности. // Современные глобальные и региональные изменения геосистем: Материалы всеросс. конф. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2004. – С. 168-169.
6. Мусин Р. Х. Характер и динамика изменения во времени состава подземных вод зоны активного водообмена в нефтяном регионе Республики Татарстан. // Гидрогеология в начале XXI века: Материалы междунар. конф.–Новочеркасск: ООО НПО “Темп”; ЮРГТУ, 2006. – С. 60 – 63.

СОЗДАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ

М.В. Кожевникова

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

**Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова,
г. Санкт-Петербург, Россия**

Под влиянием производственной деятельности в районах добычи нефти и газа наблюдается трансформация подземной гидросферы, заключающаяся в изменении гидродинамических и гидрохимических параметров подземных вод, в загрязнении и ухудшении качества вод, изменении условий питания и разгрузки, что ведет к их истощению.

Основными факторами в районах нефтепромыслов, оказывающими негативное влияние на подземную гидросферу, являются:

- негерметичность и аварийность систем сбора, транспорта и подготовки нефти и воды;
- утилизация сточных вод;
- снижение или повышение пластового давления в результате разработки месторождений;
- отсутствие цемента за кондуктором или эксплуатационной колонной.

Первым этапом по изучению техногенного изменения природной гидрогеологической среды в районах негативного влияния предприятий нефтегазовой отрасли является оценка природной защищенности пресных подземных вод от загрязнения как «сверху», так и «снизу» – в основном, наличие или отсутствие выдержанного водоупора, подстилающего или перекрывающего пресный водоносный горизонт; глубина залегания уровня подземных вод; соотношение пьезометрических уровней пресных и соленых водоносных горизонтов; гидравлическая связь поверхностных и подземных вод и т.д.

В этой связи, с целью своевременного выявления загрязнения в районах интенсивной техногенной нагрузки необходима система мониторинга изменения подземных вод и контроля их качества.

Мониторинг грунтовых вод позволяет:

- определить наличие и степень загрязнения грунтовых вод, его интенсивность и объем;
- определить степень опасности распространения загрязнений;
- определить направление миграции загрязнений;
- судить о необходимости проведения saniрующих мероприятий, реконструкции дренажных систем, замены и ремонта оборудования.

определить наличие слоя плавающих нефтепродуктов (СПНП) на поверхности грунтовых вод, их состав и возраст, что дает возможность идентифицировать старые и новые загрязнения, своевременно фиксировать вероятные новые разливы.

Разработка месторождений нефти и газа сопровождается авариями по разливу нефти, что ведет к возникновению на прилегающих территориях неблагоприятных экологических ситуаций, проявляющихся в формировании загрязненных грунтовых вод и, соответственно, лито- и гидрогеохимических ореолов загрязнения, что приводит к полному уничтожению растительности, трансформации состава покровных отложений, поверхностных и подземных вод, а также повышению миграционной способности загрязняющих элементов.

В свете увеличения добычи и переработки нефти и нефтепродуктов в соответствии с «Энергетической стратегией России до 2020 года», вопросы защиты и своевременного мониторинга окружающей среды становятся крайне актуальными. Основой для безопасного функционирования предприятий ТЭК является четкое представление, как о современном экологическом состоянии компонентов природной среды, так и о возможных сценариях их развития под воздействием природных и техногенных факторов. Четкая идентификация природы нефтезагрязнения гидросферы во многих случаях затруднена, что связано со следующими факторами:

сложным составом самой нефти и выработанных из нее нефтепродуктов;

относительно быстрой трансформацией поступающих в гидросферу углеводородов за счет процессов их геохимической и микробиологической деструкции, приводящей к образованию новых (иногда более токсичных) соединений;

сложным характером пространственного и временного перераспределения органических соединений в литосфере при их миграции за счет широкого диапазона растворимости, адсорбционных свойств и других факторов.

Факторы негативного воздействия нефтезагрязнений на компоненты природной среды определяются количеством загрязняющих веществ, их физическим состоянием и свойствами, а также мобильностью загрязняющих веществ, то есть их миграционной способностью.

Загрязнение грунтовых вод растворимыми фракциями нефтепродуктов непосредственно связано с распространением СПНП. Нефтепродукты в растворимом виде вместе с грунтовыми водами перемещаются намного быстрее, чем сам слой нефтепродуктов, и загрязнение распространяется на большую территорию. Следует отметить, что летучие углеводороды легче растворяются в воде и их скорость распространения больше, чем у других углеводородов (начиная с C_{12}).

Пунктами наблюдения сети мониторинга могут быть естественные родники, колодцы, шахты, скважины. При сложном строении водовмещающей толщи, большой мощности и наличии гидравлической связи водоносных горизонтов наблюдательная сеть оборудуется системой поэтапно расположенных фильтров.

Источник загрязнения может находиться достаточно далеко от пунктов наблюдения, в которых констатируется наличие нефтепродуктов. Это связано с тем, что за счет перераспределения нефтепродуктов в литосфере при нештатных ситуациях наибольшая часть нефтепродуктов задерживается и залегает в грунтах. В грунтах загрязнение распространяется на большие расстояния, чем в водоупорных породах, за счет меньшей сопротивляемости грунта и большей фильтрационной способности. Этот фактор затрудняет точное определение места утечек.

С целью выявления, оконтуривания, контроля и дренирования грунтовых вод необходимо создание разветвленной дренажно-наблюдательной сети колодцев, которая станет неотъемлемой частью общей системы мониторинга и позволит выявить первостепенные объекты для проведения санационных мероприятий.

Месторождения нефти и газа различаются геологическими, гидрогеологическими, геоморфологическими, гидрологическими, климатическими и другими особенностями. В связи с этим количество пунктов и режим наблюдений определяются исходя из конкретных природных условий, а также в зависимости от типа и характера источника загрязнения; при этом необходимо максимально получить интересующую информацию при минимальных затратах.

В сложившейся к настоящему времени ситуации в районах негативного техногенного воздействия предприятий нефтяной промышленности возможны два принципиальных подхода формирования систем контроля качества гидрогеологической среды:

1. Создание системы контроля на конечном этапе поисково-разведочных работ на нефть, газ и на стадии пробной эксплуатации. Основной задачей гидрогеохимического мониторинга на этой стадии работ является выявление фонового загрязнения вод и проведение профилактических мероприятий.

2. Создание системы контроля на уже разрабатываемых месторождениях. Здесь помимо оценки качества пресных подземных вод внимание уделяется также геохимическим преобразованиям вмещающих и подстилающих пород в результате физико-химического воздействия. Это позволит определить условия оптимального взаимодействия окружающей среды с возрастающей техногенной нагрузкой и своевременно проводить мероприятия по предотвращению негативных последствий загрязнения природной среды.

ВЛИЯНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МУП «ВОДОКАНАЛ» Г. ТАЙГА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Е.А. Крахмалева

Научный руководитель доцент Н.А. Ермашова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Тайга – крупный железнодорожный узел Транссибирской магистрали. Его обеспечение водой хозяйственно – питьевого назначения осуществляется за счет забора воды из р. Яя – левого притока р. Чулым. Водозабор, расположенный в 5 км выше г. Тайги, возник в 1913 г, то – есть практически одновременно с рождением города. Используемые сточные воды после прохождения через очистные сооружения (ОС) сбрасываются на северной окраине города в один из притоков р. Китат, являющимся левым притоком р. Яя. Оба объекта принадлежат МУП «Водоканал» г. Тайга.

В соответствии с законодательством РФ эксплуатирующая организация имеет стандартную систему мониторинга на обоих объектах, включающую по 3 точки наблюдений: в 500 м выше водозабора и сброса сточных вод для выявления фонового состава и качества вод р. Яя и речки, принимающей сточные воды; в месте водозабора и сброса – для выявления качества забираемой воды и состава воды, разбавляющей стоки; в 500 м ниже водозабора и места сброса сточных вод – для отслеживания влияния хозяйственных объектов на природные водные объекты. Частота наблюдений – 1 раз в месяц.

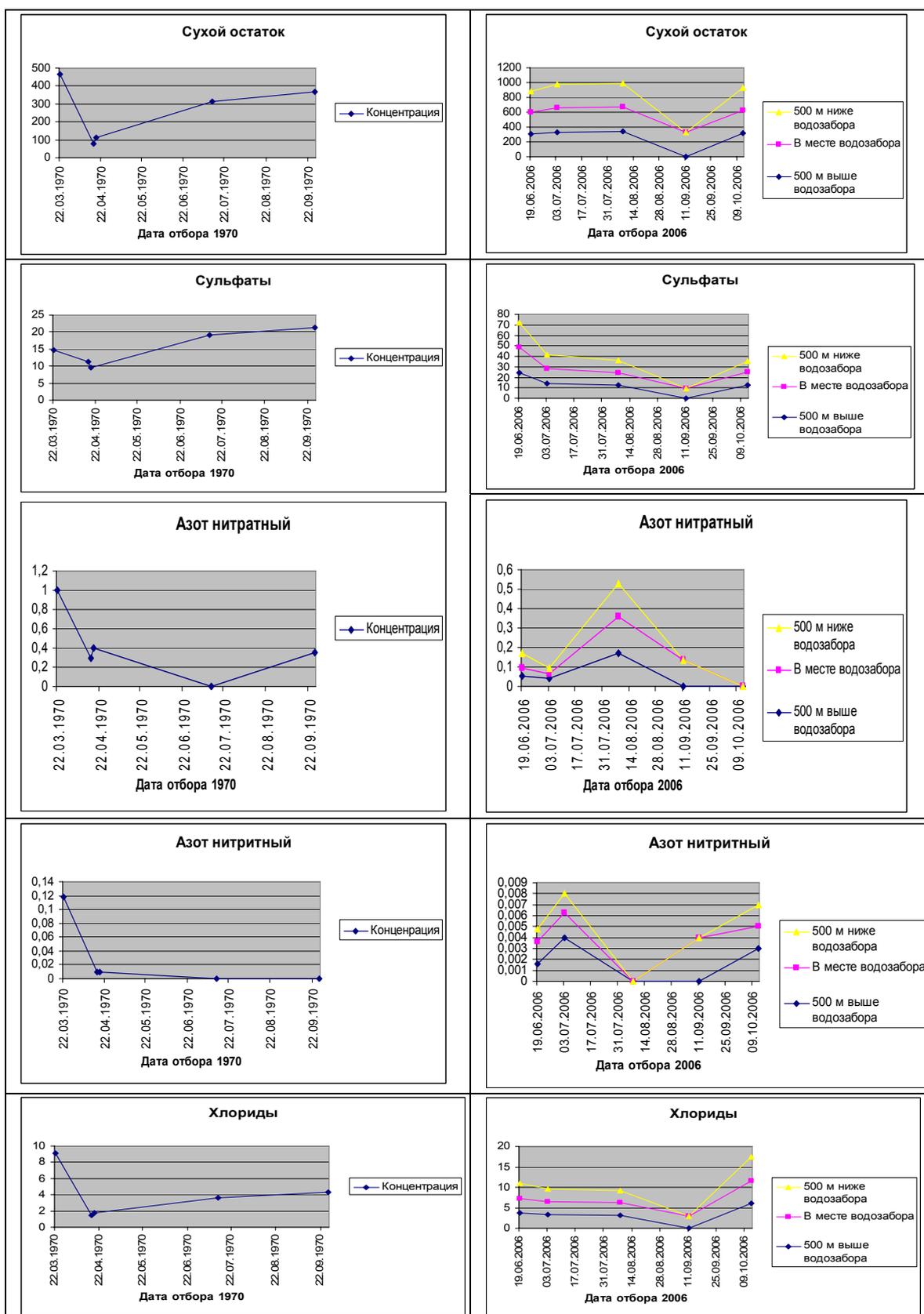


Рис. Динамика распределения основных загрязняющих компонентов (мг/л)

Для оценки экологического состояния обоих водных объектов, находящихся под влиянием воздухохозяйственной деятельности, в настоящей работе использовались данные производственных лабораторий, а для оценки гидрохимического фона – по р. Яя – данные Госкомгидромета за 1970 г. [1] (пост в поселке Яя, расположен значительно выше водозабора). Их сравнительная характеристика приведена на рисунке.

Фоновый состав вод характеризуется сухим остатком от 0,08 г/л в апреле до 0,47 г/л в марте, то – есть в течение года изменяется более чем в 5 раз. Минимальное значение совпадает с прохождением пика паводка, когда основным источником питания реки являются снеготалые воды, а максимальное - в период подземного питания реки. В 2006 г. выше водозабора значение сухого остатка уменьшилось, а ниже его достигло 1 г/л, то – есть произошло увеличение более чем в 2 раза. Содержание сульфатов возросло более чем в 3 раза и достигло значения 71 мг/л; в 2 раза выросла и концентрация хлоридов. Существенно уменьшились лишь содержания нитритов и нитратов, что не согласуется с распределением хлоридов и сульфатов, а также результирующего показателя – сухого остатка. Причину этого явления необходимо выяснить при дальнейших исследованиях.

В целом, за исключением компонентов азотной группы, ниже водозабора качество воды в р.Яя существенно ухудшилось, хотя в месте водозабора вода по исследованным компонентам отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 (за исключением взвесей). Водоподготовка в настоящее время сводится лишь к обеззараживанию хлорированием (хотя данные о микробиологическом составе вод отсутствуют).

Река имеет кальциево-натриевый состав (Ca>Na) со значительной долей сульфатов (до 21 экв %). Цветность круглогодично превышает ПДК – 29-58⁰ против 6-45⁰ в р. Яя, причем максимум наблюдается весной, минимум – зимой. Уже в те годы отмечалось существенное загрязнение фосфатами – до 0,24 мг/л при ПДК для рыбохозяйственных речек – 0,05 мг/л.

Сточные воды имеют сухой остаток 0,3 г/л, что почти в 2 раза ниже, чем в реке – приемнике, но в ней ниже сброса отмечается высокое содержание фосфатов - до 4,9 мг/л и органических веществ (ХПК – до 50). Следовательно, эффективность очистки сточных вод низкая. В конечном итоге это угрожает санитарно – экологическому состоянию р. Китат, а с нею – и р.Яя.

Выполненная работа является первым этапом исследования поставленной проблемы. Она требует продолжения исследований, но уже на данном этапе можно сделать следующие выводы:

- 1) качество воды в р. Яя за последние десятилетия, хот и остается приемлемым для водоснабжения, но существенно ухудшилось, особенно выше водозабора;
- 2) состав воды р. Китат, куда сбрасывают сточные воды, значительно отличается от р. Яя в сторону ухудшения; предполагаемые причины – различие природных условий дренируемых территорий и более высокая степень нагрузки в бассейне р. Китат;
- 3) экологическое состояние р. Китат ухудшается из-за малого расхода, особенно зимой, что не может не отразиться на качестве воды в р. Яя.

Литература

1. Гидрологический ежегодник. Бассейн Карского моря. Том 6. Выпуск 0-3. Река Обь и ее бассейн до устья р. Иртыш. — Новосибирск, 1972. —Т. 6. — вып. 3.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАСЕЙНА Р. КАТУНЬ В ЕЕ СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ Ю.Ю. Лоханова

Научный руководитель профессор Н.М. Рассказов
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Приведена характеристика распределения по химическому составу подземных вод бассейна р. Катунь (Горный Алтай), выделены геохимические типы вод и указано площадное распространение этих типов вод в регионе.

Достижение поставленной цели основывается на данных о содержании элементов в водах в разные годы, расчетах активностей компонентов; выделении геохимических типов вод; систематизации полученной информации и ее анализе. Материалом для исследований явились данные, полученные в результате опробования водных объектов в регионе, которые производились сотрудниками Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (1983 – 1996 гг.), а затем Томским филиалом института геологии, нефти и газа СО РАН и сотрудниками Томского политехнического университета с участием авторов (1997 – 2005 гг.) [2, 3]. Интервал опробования в скважинах в основном составляет до 100 м от дневной поверхности (максимальная глубина скважин 160 м).

Подземные воды рассматриваемой территории повсеместно пресные с минерализацией 70 – 700 мг/л, как правило, нейтральные или слабощелочные pH 7,0 – 8,8, по составу гидрокарбонатные кальциевые.

В результате выполненного анализа выделены средние статистические характеристики содержаний компонентов общего химического состава подземных вод каждого водопункта за период с 1989 по 2005 гг.; полученные данные разделены по типам вод: трещинные в коренных породах и поровые в аллювиальных отложениях (табл. 1).

Химический состав подземных вод бассейна среднего течения р. Катунь разнообразен, поэтому существует необходимость их систематизации. В гидрогеологии выделяются химические типы вод по преобладающим анионам и катионам, для чего предложены многочисленные классификации, среди которых широко известны классификации М. Г. Курлова (табл. 1), В.А. Сулина, М.Г. Валяшко, О.А. Алекина, С.А. Щукарева и др.

Но эти классификации не улавливают геохимических особенностей вод различных ландшафтно-климатических зон.

Принципиально новый подход в решении этого вопроса предложил С.Л. Шварцев [1]. В основу выделения геохимических типов вод в земной коре им положена зависимость между составом воды

(произведение активностей отдельной группы химических компонентов, включая pH и Eh) и составом продуктов выветривания, которая определяется фундаментальными законами термодинамики.

Таблица 1

Химический состав подземных вод региона, мг/л

Химический состав подземных вод (М. Г. Курлов)	Компоненты содержащие > 50 мг/экв.%	Место отбора
Воды трещинные в коренных породах		
Гидрокарбонатные	HCO ₃	Скв. 5
	HCO ₃	Скв. 1403
Гидрокарбонатные кальциевые	HCO ₃ , Ca	1-Р «Толгоек»
	HCO ₃ , Ca	3-Р «Дорожный»
	HCO ₃ , Ca	4-Р «Скальный»
	HCO ₃ , Ca	5-Р «Поплавочный»
	HCO ₃ , Ca	6-Р «Каинзаринский»
	HCO ₃ , Ca	Скв. 2
	HCO ₃ , Ca	Скв. 1401
	HCO ₃ , Ca	Скв. 1404
HCO ₃ , Ca	Скв. 1408	
Гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые	HCO ₃ , SO ₄ -Ca	Скв. 6
Гидрокарбонатно-сульфатные натриевые	HCO ₃ , SO ₄ -Na	Скв. 7
Гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые	HCO ₃ , SO ₄ -Ca-Na	Скв. 1
Гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые	HCO ₃ , SO ₄ -Ca-Mg	Скв. 3
Воды поровые в аллювиальных отложениях		
Гидрокарбонатные кальциевые	HCO ₃ , Ca	7-Р «Питьевой»
	HCO ₃ , Ca	8-Р «Бельевой»
	HCO ₃ , Ca	13-Р «Куюсский»
	HCO ₃ , Ca	Скв. 4
	HCO ₃ , Ca	Скв. 1405
Гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые	HCO ₃ , SO ₄ -Ca	2-Р «Водосливный»

Таблица 2

Геохимические типы подземных вод бассейна среднего течения р. Катунь

Геохимические типы вод	Геохимический тип выветривания	Контролирующие показатели	Необходимое химическое условие	Характеристика подземных вод	Пункты наблюдений	
					Воды трещинные в коренных породах	Воды поровые в аллювиальных отложениях
Кислый железисто- алюминиевый	Латеритный	Al, Fe, Mn, pH	Равновесие с гидроксидами Al, Fe, Mn	Ультрапресные, кислые и слабокислые, окислительные, SiO ₂ <5 мг/л	Скв. 5–7, 1401, 1403, 1408, родник «Каинзаринский»	Скв. 4, 1405, родник «Куюсский»
Алюминиево- кремнистый	Моносиалитный	Al, Si, pH	Равновесие с каолинитом	Пресные, слабокислые и нейтральные, SiO ₂ >5 мг/л	Скв. 2, 1404, родники «Толгоек», «Дорожный», «Скальный», «Поплавочный»	Родник «Водосливный»
Кремнисто-Na (Ca-Mg-K-Fe)	Бисиалитный	Si, Na, Mg, Ca, K, pH	Равновесие с минералами групп гидрослюд и монтмориллонитов	Пресные и солончатые, нейтральные и слабощелочные, SiO ₂ 10-60 мг/л (в зависимости от pH и содержания катионов)	Скв. 1, 3	Родники «Питьевой», «Бельевой»

Переход одного геохимического типа в другой контролируется характером изменения параметров геохимической среды, составом водного раствора и законом действия масс. Основываясь на этих принципах, по

результатам изучения водно-солевых равновесий на территории Горного Алтая можно выделить следующие геохимические типы вод (табл. 2).

Первый геохимический тип вод, формирующийся в условиях активного водообмена рассматриваемого района, кислый железисто-алюминиевый. К этому типу в основном относятся воды юго-востока Горного Алтая, приуроченные к трещиноватым коренным породам (скв. 5 – 7, 1401, 1405, 1408 и род. «Каинзаринский») и водам аллювиальных отложений (скв. 4, 1403 и род. «Куюсский»). Рассматриваемые воды распространены спорадически, только на участках с наибольшими абсолютными отметками.

Геохимический тип формирующихся в этих условиях подземных вод определяется их исключительно низкой минерализацией (0,1 г/л), слабокислым характером, а также другими сопутствующими факторами.

Второй геохимический тип вод – алюминиево-кремнистый; подземные воды этого типа широко развиты в условиях интенсивного водообмена Горного Алтая, как в зоне трещиноватых коренных пород (скв. 2, 1404 и родники «Толгоек», «Дорожный», «Скальный», «Поплавочный»), так и в зоне аллювиальных отложений (род. «Водосливный»). Это связано с более высокой минерализацией (0,2 – 0,4 г/л), pH (6,0 – 7,2) и другими факторами.

Третий кремнисто-Na геохимический тип подземных вод распространен на специфичных участках Горного Алтая. Воды приурочены к аллювиальным отложениям (скв. 1, 3) и верхней зоне коренных пород (родники «Питьевой» и «Бельевой»). Их развитие обусловлено более высокой минерализацией (0,4 – 1,5 г/л), pH (7,0 – 8,0).

В результате проведенных исследований выяснено, что в рассматриваемом районе имеются условия для формирования различных геохимических типов подземных вод (кислый железисто-алюминиевый, алюминиево-кремнистый, кремнисто-Na (Ca-Mg-K-Fe)).

Литература

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы: вода — порода: Система вода – порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование /Под ред. В.А. Алексеев, С.Л. Шварцев; – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2005. – Т. 1. — 244 с.
2. Лоханова Ю.Ю., Рассказов Н.М. Геохимия природных вод бассейна р. Катунь в ее среднем течении // Известия ТПУ. – 2006. – Т. 309. – № 6. – С. 32 – 37.
3. Шварцев С.Л., Кусковский В.С., Савичев О.Г., Копылова Ю.Г., Лукин А.А., Домрочева Е.В. Эколого-геохимическое состояние подземных вод бассейна Катунь, используемых для хозяйственно-питьевых целей // Тенденции и перспективы развития гидрогеологии и инженерной геологии в условиях рыночной экономики России. //VI Толстихинские чтения: Тез. докл. научно-методич. конф. – СПб., 1999. – 137 с.

НОРМАТИВНО- ПРАВОВАЯ БАЗА ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ

А.С. Мирошкина

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Все компоненты нефти – токсичны для организмов. При нефтяном загрязнении изменяется соотношение видов и уменьшается их разнообразие. Доказано, что очень опасно длительное хроническое воздействие даже небольших концентраций нефти. У нефти есть еще одно неприятное побочное свойство: ее углеводороды способны растворять в себе ряд других загрязняющих веществ, таких, как пестициды (ядохимикаты), тяжелые металлы, которые вместе с нефтью концентрируются в приповерхностном слое и еще более отравляют его. Ароматическая фракция нефти содержит вещества мутагенной и канцерогенной природы.

Основываясь на данных Рединой и Хаустова о средних значениях выбросов в окружающую среду (ОС) при добыче 1 тонны нефти, которые, в общем, составляют 10 кг различных отходов (таблица), нами рассчитаны суммарные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) на территории Томской области [4].

Таблица

Усредненные объемы загрязнения окружающей среды при добыче 1 тонны нефти

Загрязняющие вещества	Объем
Пыль, кг	0,02
Оксид углерода, кг	0,43
Углеводороды, кг	6,60
Оксиды азота, кг	0,04
Твердые отходы, кг	2,7

Объемы накопленной добычи нефти в Томской области на 2006 год включительно составляют примерно 237 млн тонн, а суммарный объем загрязнения ОС равно 2,3 млн тонн.

В соответствии с программой и концепцией развития нефтяной и газовой промышленности в Томской области до 2030 года, разработанной авторским коллективом под руководством губернатора Кресса В.М. и академика Конторовича А.Э., прогнозные объемы накопленной добычи нефти до 2030 г. составляют 434 млн тонн, соответственно увеличится объем выбросов, суммарная цифра – 4,7 млн тонн [4].

Можно увидеть, что загрязнения возрастут в 2 раза (рис.).

Так как антропогенное влияние нефтедобывающей промышленности затрагивает основные компоненты ПС, то необходимо правовое регулирование отношений, связанных с поиском, разведкой, добычей, охраной и рациональным использованием углеводородного сырья на современном этапе развития общества.

Конституция России включает основные законы страны и декларирует следующие статьи:

Статья 9 - Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории.

Статья 42 - Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Статья 58 - Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам.

Ведущим законом в рассмотрении данной темы является Федеральный закон от 2004 г. N 7 "**Об охране окружающей среды**".

По недрам и геологической отрасли: Российской Федерации закон "**О недрах**" от 2004 г. В связи с участвовавшими авариями на нефтепроводах можно отметить "Методику определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах" (М., 1996). Важнейшими документами являются также Положение о порядке лицензирования пользования недрами от 15 июля 1992 г. № 3314-1; Методические указания по лицензированию пользования недрами для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых от 22 июня 1998 г.

В области охраны водных ресурсов в первую очередь можно отметить **Водный кодекс РФ**, который с января 2007 года вступил в действие. Новый водный кодекс включает в себя: Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения (СП 2.1.5.1059-01); Гигиенические требования к охране поверхностных вод (СанПиН 2.1.5.980-00 от 22 июня 2000 г.); Положение об охране подземных вод (Мингео СССР, 1985 г.) и др [1].

Кроме перечисленных выше документов следует отметить так же:

Федеральный закон «**О животном мире**» от 24 апреля 1995 г. №52.

Земельный кодекс Российской Федерации от 2004 г. N 136. Для почв и земель действует государственный земельный кадастр; Земельный кодекс РФ; ГОСТ 17.4.3.02-85 (СТ СЭВ 4471-84) "Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ"; ГОСТ 17.4.3.04-85 "Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю загрязняющих веществ, РД 39-0147098-015-90" и др.

Лесной кодекс Российской Федерации, который изменен и с января 2007г. действует новый.

В области охраны атмосферы действует Федеральный закон от 2004 г. N 96 "**Об охране атмосферного воздуха**"; Методические указания по санитарной охране атмосферного воздуха в районах размещения предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности; Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) в атмосферу (М.: Госкомприроды СССР, 1989).



Рис. Загрязнение окружающей среды при добычи нефти в Томской области (по факту на 2006 г. и прогноз на 2030 г.)

Нарушения законодательства при ОСС в НГК ведет к наступлению Уголовной ответственности и административным наказаниям, которые определяются:

Уголовным кодексом РФ от 2004 г. N 63

Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях от 2004 г. N 195

Кроме законов РФ так же можно руководствоваться международными положениями, которые включены в международные конвенции, но только в том случае, если они ратифицированы (приняты) РФ.

Из всего выше сказанного можно сделать следующие выводы:

Охрана ОС на предприятиях НГК является важнейшей, о чем свидетельствует хорошо разработанная нормативно-правовая база.

Нормативно-правовая база постоянно совершенствуется. С января 2007 года введены новые Водный и Лесной кодексы.

Из наших расчетов следует, что загрязнения будут увеличиваться с каждым годом, поэтому необходим экологический мониторинг, т.е. на предприятиях должна быть организована система наблюдений и контроль за выбросами и сбросами ЗВ в окружающую природную среду.

Литература

1. Калинин И.Б. Правовое регулирование ресурсопользования. – Томск: Научно-техническая литература, 2001 – 221 с.
2. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия. – М.: Недра, 1993 – 384 с.
3. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. - М.: Дело, 2006 - 552 с.
4. Программа и концепция развития нефтяной и газовой промышленности в Томской области на 2001-2005 гг. и период до 2030 г. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001 – 86 с.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПЛАСТОВЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ И ЭКОНОМИКО-ПРАВОВОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Нагорная

Научный руководитель доцент В.В. Янковский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее десятилетие в Томской области, как и во всей России, нефтегазовый комплекс (НГК) не только обеспечивает экономику важнейшими энергетическими ресурсами, но и является главным донором бюджета и валютных поступлений. При этом в условиях фискального налогового режима НГК потерял способность к самофинансированию и оказался в тяжелом положении.

Задача выбора приоритетных направлений развития экономики Томской области должна решаться комплексно, исходя из анализа и прогноза социально-экономической ситуации, оценки перспектив добычи нефти и газа на территории, экономической эффективности проектов развития нефтегазового сектора и других отраслей экономики, предложений по разработке механизма реализации выбранных направлений развития [3, с. 4].

Целью данной статьи – изучение возможности комплексного использования ресурсов пластовых вод нефтегазодобывающих районов Томской области.

Для решения данного вопроса был изучен ряд фондовых источников предприятия ОАО «Томскнефть» ВНК; нормативная документация, регламентирующая деятельность предприятия в нефтегазодобывающей и смежных (в связи с экономической рентабельностью) отраслях; а также ряд других источников.

Автор считает необходимым дать свое определение понятию «комплексное использование» применительно к главной идее данной статьи.

Итак, комплексное использование пластовых вод предусматривает их применение с максимальной продуктивностью, т.е. использование для:

- 1) системы поддержания пластового давления;
- 2) в качестве минеральной (лечебной) воды для внешнего и внутреннего применения;
- 3) новых отраслей промышленности (при достаточной промышленной кондиции ряда компонентов - I, Vg, Li и др. - в этих водах).

Речь идет об использовании как подтоварной воды (добываемой вместе с нефтью из продуктивных пластов), так и о воде апт-альб-сеноманского комплекса, которую специально добывают для заводнения нефтяных пластов.

Подтоварная вода месторождений нефти (газа и газового конденсата) представляет собой минерализованную воду хлоркальциевого типа (по В.А.Сулину). Жесткость вод колеблется от 50 до 90 мг-экв/л, содержание кальция преобладает над содержанием магния в 3-8 и более раз. Воды бессульфатные. Содержание микроэлементов распределяется следующим образом: йод содержится в количестве первых десятков мг/л, бром – в среднем 30-60 мг/л, бор – от единиц до первых десятков мг/л. Величина рН порядка 6,58-7,7; воды слабощелочные [5, прил. № 19]. По таким показателям, как содержание взвешенных частиц и нефтепродуктов, подтоварные и апт-сеноманские воды характеризуются высоким содержанием, а иногда и превышающими норму в 10 раз. Данное обстоятельство вызывает необходимость улучшения очистки воды перед закачкой.

Воды апт-сеноманского комплекса по классификации В.А.Сулина хлоркальциевый, по классификации С.А.Щукарева – хлоридно-натриевый. Содержание хлор-иона составляет 97 – 99, натрия – 77 – 86, кальция – 7 – 14 %-экв. Натрий-хлорный коэффициент изменяется от 0,78 до 0,90, а хлор-бромный – от 201 до 266, что характерно для вод апт-сеноманских отложений Западно-Сибирского бассейна. Соотношение компонентов, образующих минерализацию воды, не отличается от такового в водах продуктивных горизонтов (нижнемеловых и юрских), что является главным аргументом в пользу предпочтительного использования ее (по сравнению с поверхностной) в системах поддержания пластового давления. Многолетняя практика добычи нефти в Томской области подтвердила хорошую совместимость вод апт-альб-сеноманских отложений с пластовыми водами нижнемеловых, юрских и доюрских горизонтов.

Содержание йода в исследуемых водах изменяется от 3,90 до 10,7 при среднем значении – 6,51 мг/л. Концентрация йода в водах апт-сеноманского комплекса выше, чем в водах продуктивных юрских отложений, что характерно и для других нефтегазоносных районов Томской области. Содержание брома изменяется от 20,8 до 52,7 при среднем – 42,7 мг/л. Содержание брома в подземных водах закономерно увеличивается с глубиной и промышленной концентрации достигает только в нижнеюрских и палеозойских отложениях. Содержание кремния невысокое, изменяется от 4,40 до 10,90 при среднем – 7,21 мг/л [6, с. 88].

Учитывая все выше указанное и с учетом ОСТ 29-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству», а также – промышленных кондиций, можно сделать следующий вывод о возможности комплексного использования пластовых вод нефтяных (нефтегазоконденсатных и нефтегазовых) месторождений Томской области:

1) и подтоварная, и сеноманская вода (а также их смесь) могут быть использованы для системы поддержания пластового давления в продуктивных пластах при условии оптимальной очистки воды;

2) т. к. и подтоварная, и сеноманская вода содержат концентрации I и Bг, превышающие лечебные кондиции (I – 5 мг/л, Bг – 25 мг/л), значит, их можно использовать в качестве лечебных вод;

3) содержание I лишь в некоторых случаях превышает промышленную кондицию (10 мг/л), поэтому его нецелесообразно извлекать для реализации. Концентрация Bг не достигает промышленной кондиции – 200 мг/л, из чего также можно сделать вывод о нецелесообразности его извлечения. Но отмечаемое закономерное увеличение его концентрации с глубиной может послужить причиной более подробного изучения вод в нижнеюрских и палеозойских отложениях, и, при выявлении другой ценности данной воды, привести к разработке проекта по извлечению данного компонента.

Как отмечается в «Программе и концепции развития нефтяной и газовой промышленности в Томской области на 2001-2005 гг. и период до 2030 г.» к числу базовых отраслей экономики для Томской области на ближайшие десятилетия относятся:

нефтяная промышленность;

газовая промышленность;

воспроизводство минерально-сырьевой базы нефтяной и газовой промышленности;

нефтехимическая и газохимическая промышленность;

энергетика;

информатика и ряд других.

Полноценное (подробное) экономико-правовое обоснование промышленной политики при использовании ресурсов пластовых вод нефтяных месторождений Томской области возможно только при комплексном изучении всего ряда вопросов-проблем, связанных с открытием новой отрасли промышленности в Томской области, таких, как:

1) проведение исследований с целью выявления и анализа спроса на данный вид сырья (необходимо также провести статистическую оценку изменения данного спроса);

2) изучение и анализ (в т.ч. проведение статистической оценки, заключающейся в исследовании данных об изменении процента обводненности нефтяных пластов, данных о концентрациях компонентов в воде);

3) при наличии спроса и предложения – решение вопроса о правовом обеспечении данного вида деятельности (оформление либо лицензии на извлечение компонентов из пластовых вод, попутно извлекаемых с нефтью; либо каких-либо договоров). Согласно действующему Водному законодательству все вопросы, касающиеся подземных вод, относятся к компетенции законодательства о недрах [2: ст. 9 п. 3, ст. 8 п. 6, ст. 10 п. 2; 1, преамбула]. В связи с этим вопрос о правовом обеспечении будет решаться при изучении Горного законодательства и при возможном, если возникнет необходимость, внесении предложений для изменений ФЗ «О недрах» N 2395-1 от 21 февраля 1992 года;

4) разработка проекта для обеспечения данного вида деятельности необходимым оборудованием, количеством квалифицированных работников, информационным обеспечением, необходимой транспортной инфраструктурой и ряда других вопросов;

5) решение вопросов финансирования начальных этапов данного проекта и, при необходимости, последующих;

6) подписание договоров или соглашений с местными органами самоуправления об освобождении от территориальной доли налогов.

Маркетинговые исследования рынка (рынка области, страны, мирового рынка) будут проводиться в процессе дальнейшей работы.

Выводы:

1) возможно освобождение от местной доли налогов (один из способов уменьшения налогового «бремени» для нефтяных компаний Томской области) при реализации новых видов деятельности;

2) создание системы лицензирования использования недр с целью добычи компонентов для применения их в лечебной и нефтехимической отраслях;

3) что касается нового направления развития экономики Томской области, то следует отметить, что извлекаемые компоненты могут стать сырьевой базой для развития нефтехимической (уже упомянутой выше), металлургической, химической и др. только при увеличении концентраций за счет использования слабо изученных геологического разреза;

4) социальные «+» (новые рабочие места, возможность новых финансовых поступлений, которые могут способствовать развитию региона);

5) экологические «+» (улучшение качества вод, используемых для системы поддержания пластового давления – таким образом будет уменьшаться негативное воздействие вод);

6) бальнеологическое использование и т.д.

Литература

1. Федеральный закон «О недрах» № 2395-1 от 21.02.1992 г – М., 1992.
2. Водный кодекс Российской Федерации № 73-ФЗ от 03.06.2006 г – М., 2006.
3. Программа и концепция развития нефтяной и газовой промышленности в Томской области на 2001-2005 гг. и период до 2030 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 88 с.
4. Фондовые источники отдела лицензирования ОАО «Томскнефть» ВНК (электронные таблицы).

5. Курчиков А.Р., Ставицкий Б.П. и др. Составление проекта утилизации подтоварных вод на Советском, Нижневартовском, Стрежевском, Малореченском, Чкаловском месторождениях нефти, подсчет эксплуатационных запасов подземных вод апт-сеноманских отложений для целей ППД на Чкаловском месторождении нефти: Отчет по договору № 21-99. НИИГИГ, 2001. - 329 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ УРАНА В СИСТЕМЕ «ВОДА - ГОРНАЯ ПОРОДА»

А.Н. Никитенков

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Очевидно, что физико-химическое моделирование является естественным продолжением обобщения в единое целое наблюдений за природными процессами и результатов анализа термодинамических минеральных равновесий, полученных опытным путем. В нашем случае проведенная работа была направлена на выявление ключевых особенностей основных этапов взаимодействий в системе уран в водном растворе – горная порода. Актуальность данной работы обусловлена прежде всего тем, что уран, концентрирующийся в том числе и в гидrogenных месторождениях, является, с одной стороны, стратегически важным сырьём - топливом для атомных станций, а с другой, является потенциально токсически- и радиационно-опасным компонентом природных вод. Учитывая то, что уран достаточно хорошо мигрирует в природных водах [1], представляется интересным раскрытие механизмов и особенностей данного процесса. Поступление урана в природные воды может происходить как в результате естественных природных процессов, таких как растворение гранитов, являющихся самими «урансодержащими» горными породами, так и в результате различного рода антропогенных воздействий, начиная от разработок месторождений полезных ископаемых, так или иначе связанных с ураном, и заканчивая выбросами загрязняющих веществ с атомных электростанций.

В этой связи представляется достаточно интересным, с точки зрения исследователя, определить формы миграции урана в природных водах, физико-химические условия, при которых происходит смена форм миграции и границы данных условий, в пределах которых происходит выпадение вторичной урановой фазы в виде урановых минералов. Решение вышеперечисленных проблем, по крайней мере в общих чертах, было принято нами, в качестве основной задачи проводимой работы.

Целью проведения данной работы было определение физико-химических условий, соответствующие началу выпадения вторичных урановых минералов, а также оценка поведения урана в системе вода-порода в различных геохимических условиях.

Физико-химическое моделирование растворения гранитов с фоновым содержанием урана, равным $1 \cdot 10^{-5}$ производилось при помощи разработанной М.Б. Букаты программы Hydro Geo. В качестве растворителя гранитов нами использовалась вода, близкая по составу к атмосферным осадкам. Химическая формула воды следующая: H_2O

Также нами были заданы условия, близкие к условиям нахождения вод в подземном водоносном горизонте $p=1$ МПа, $t=5^{\circ}C$. По отношению к углекислому газу система рассматривалась как открытая.

При моделировании в систему включены обычные для природных вод ионы, с добавлением $(UO_2)^{2+}$.

Твердая фаза, представленная в системе, была описана типичным, характерным для гранитоидов набором первичных (паргасит, альбит, анортит, полевоый шпат, кварц, биотит, пренит) и вторичных (гидрослюда, карбонаты) минералов. Дополнительно в данный набор были включены следующие урановые минералы: UO_2 аморф, UO_2 к - уранинит, $UO_2(OH)_2(H_2O)$ л - скупит, UO_2CO_3 - резерфордин, черни U_3O_7 , U_3O_8 , U_4O_9 , а также UO_3 , $USiO_4$ - коффинит.

Средний минералогический состав растворяемых гранитов, использованный в нашей системе, был подобран в соответствии с данными геохимических справочников и представлен в табл. 1.

Таблица 1

Минералогический состав растворяемых гранитов, % объема

Минерал	Формула	% в породе
Паргасит(пог.обманка)	$Na(Ca,UO_2)_2(Fe^{2+})_4Al_3Si_6O_{22}(OH)_2$	2,5
Паргасит(пог.обманка)	$Na(Ca,UO_2)_2Mg_4Al_3Si_6O_{22}(OH)_2$ п	2,5
Альбит	$Na(Al,UO_2)Si_3O_8$	42
Анортит	$(Ca,UO_2)Al_2Si_2O_8$	18
Кварц	SiO_2 кв	23
Полевоый шпат (К)	$K(Al,UO_2)Si_3O_8$	5
Биотит (К-Fe2+)	$K(Fe^{2+})_3(Al,UO_2)Si_3O_{10}(OH)_2$ б	3
Биотит (Na-Fe2+)	$Na(Fe^{2+})_3(Al,UO_2)Si_3O_{10}(OH)_2$	2
Пренит	$(Ca,UO_2)_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_2$	2

Открытая пористость породы была принята равной 20 %.

Выбор времени взаимодействия системы вода-порода был обусловлен необходимостью рассмотрения параметров системы при различной минерализации получающегося раствора, которая в данном случае с относительно равномерным шагом охватила интервал минерализаций от 200 мг/л до 800 мг/л.

Изначальные параметры pH и Eh для вод задавались вручную. Выравнивание электронейтральности раствора производилось за счет натрия.

При времени взаимодействия порядка 1000 лет мы получили следующую картину по высаждению вторичных урановых минералов (табл. 2).

Таблица 2
Высаждение урановых минералов при времени взаимодействия в системе вода-порода 1000 лет, моль/м³

уранинит	чернь	чернь	коффинит	чернь	Чернь	чернь	Eh	Конц. (UO ₂) ²⁺ , мг/л	М раствора (г/л)
UO ₂	U4O9 alfa	U4O9 beta	USiO ₄	U3O7 alfa	U3O7 beta	U4O9			
моль/м ³									
1,21E-06	0	0	0	0	0	0	-200	3,46E-05	0.249
1,21E-06	0	0	0	0	0	0	-100	3,52E-05	0.241
1,21E-06	0	0	0	0	0	0	-50	0,000036	0.232
0,0000012	0	0	0	0	0	0	0	0,00004	0.229
1,02E-06	0	0	0	0	0	0	50	0,000279	0.229
0	0	0	0	0	0	0	100	0,001664	0.229
0	0	0	0	0	0	0	200	0,001664	0.229

Темным цветом выделены области, в которых осаждение урановых минералов устойчиво преобладает над растворением, светлым – где состояние взаимодействия в системе вода – урановый минерал близко к равновесию.

При времени взаимодействия порядка 10000 лет мы получили сходную картину по высаждению вторичных урановых минералов, с некоторым увеличением их численного разнообразия (табл. 3).

Таблица 3
Высаждение урановых минералов при времени взаимодействия в системе вода-порода 10000 лет, моль/м³

Уранинит	Чернь	чернь	коффинит	чернь	чернь	чернь	Eh	Конц. (UO ₂) ²⁺ , мг/л	М раствора (г/л)
UO ₂	U4O9	U4O9	USiO ₄	U3O7	U3O7	U4O9			
моль/м ³									
0	0	0	0	0	0	0	-200	0,0088	0.771
0	0	0	0	0	2,8E-07	0	-100	0,0077	0.772
0	0	0	0	1,3E-06	0	5,6E-07	-50	0,0006	0.771
0,0000061	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	0.720
0	0	0	0	0	0	0	50	0,0084	0.714
0	0	0	0	0	0	0	100	0,0084	0.693
0	0	0	0	0	0	0	200	0,0084	0.692

При времени взаимодействия порядка 1 000 000 лет картина взаимодействия принципиально не меняется, также проявляется закономерное увеличение численного разнообразия вторичных урановых минералов с ростом минерализации (табл. 4).

Таблица 4
Высаждение урановых минералов при времени взаимодействия в системе вода-порода 1000000 лет, моль/м³

Уранинит	чернь	чернь	коффинит	чернь	чернь	чернь	Eh	Конц. (UO ₂) ²⁺ , мг/л	М раствора (г/л)
UO ₂	U4O9 alfa	U4O9 beta	USiO ₄	U3O7 alfa	U3O7 beta	U4O9			
моль/м ³									
0	0	0	0	0	0	0	-200	0,0084	0.693
0	0	0	0	0	0	0	-100	0,0084	0.693
0	0	0	0	0	0	0	-50	0,0084	0.853
0	0	1,5E-06	0	0	0	0	0	0,0008	0.738
0	0	0	6,6E-06	0	0	0	50	0,0006	0.998
0	0	0	0	0	0	0	100	0,0088	0.708
0	0	0	0	0	0	0	200	0,0088	0.870

Подытоживая общие закономерности, которые возможно наблюдать в таблицах 1-3, мы можем сделать следующие выводы:

- образование вторичных урановых минералов происходит практически сразу с началом процесса растворения ураносодержащих гранитоидов, в условиях когда минерализация вод составляет <100 мг/л;
- необходимым условием начала процесса образования вторичных урановых минералов является восстановительная обстановка с Eh < 0, либо при значениях близких к 0, в условиях которой преобладают ассоциаты 4-х валентного урана;

- равновесная концентрация урана в растворе со временем постепенно падает, с величин порядка $2 \cdot 10^{-6}$ до $3,4 \cdot 10^{-8}$ г/л;

Совместно с увеличением минерализации и снижением равновесной концентрации урана в растворе происходит закономерное увеличение разнообразия вторичной урансодержащей фазы: на самых ранних стадиях взаимодействия воды с породой происходит выпадение уранинита, затем, при увеличении минерализации, происходит выпадение во вторичную фазу коффинита и урановой черни U_4O_9 , а также урановых черней U_3O_7 alpha и U_3O_7 beta.

Литература

1. Зверев В. П. Роль подземных вод в миграции химических элементов. – М.:Недра, 1982. – 186с.

СТРОНЦИЙ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

М.И. Панина

Научный руководитель профессор М.С. Панин

*Семипалатинский государственный педагогический институт,
г. Семипалатинск, Казахстан*

Формирование химического состава подземных вод (ПВ) составляет основу при решении многих теоретических геологических, гидрогеологических и геохимических проблем, а также весьма значительного числа прикладных проблем, связанных с использованием ПВ, с определением их влияния на экологическое состояние среды.

Изучение «фоновых» концентраций химических элементов (ХЭ), закономерности их миграции в природных водах различных регионов позволит регистрировать результаты нежелательных трансформаций химического состава биосферы, вызываемых природными и антропогенными факторами, следить за эффективностью мер, направленных на исправление замеченных отклонений от нормы.

В настоящей работе представлен экспериментальный материал по содержанию стронция в подземных водах Семипалатинского Прииртышья.

Стронций – элемент II группы главной подгруппы периодической системы Д.И.Менделеева. В подземных водах стронций является геохимическим аналогом кальция. Стронций, как и кальций, – слабый комплексообразователь. В то же время стронций, обладая меньшей энергией гидратации, чем кальций, имеет большую способность к сорбционным и ионообменным процессам. Расчеты, основанные на методах химической термодинамики, показывают, что основные состояния стронция в маломинерализованных подземных водах представлены Sr^{2+} , $SrSO_4^0$, $SrCO_3^0$. Последние две формы в маломинерализованных водах могут иметь значение только соответственно в сульфатных и карбонатных водах (при $pH > 8,5$), а в маломинерализованных водах хозяйственно-питьевого назначения стронций, как правило, представлен Sr^{2+} . По степени токсичности в подземных водах стронций является токсичным, широко распространенным элементом 2 класса опасности (высокоопасные).

Пробы воды отбирались, консервировались и готовились к анализу в соответствии с ГОСТами (ГОСТИР 51592-2000; 51593-2000) и стандартами (ИСО 566711; ИСО 566717).

Определение макрокомпонентного состава и содержания растворимых форм стронция проводили согласно стандартным методам и ГОСТам (ГОСТ 424572, ИСО 9297, ГОСТ 4389-72, ИСО 9280, ГОСТ 415172, ИСО 9964-3).

(Универсальные методы анализа вод. М. «Химия», 1997 г.)

Статистическая обработка выполнена по Н.А. Плохинскому («Биометрия», 1970 г.) с использованием программ STATISTICA и Microsoft Excel.

Описываемый регион общей площадью 182,9 тыс. км² отличается благоприятными природными гидрогеологическими условиями для формирования пресных, реже слабосоленых подземных вод, суммарные вековые и многолетние запасы которых достигают 133 млрд. м³.

Подземные воды приурочены к следующим укрупненным гидрогеологическим регионам: горные сооружения, включающие хр. Западный Тарбагатай, склоны Калбы и Барлыка; мелкосопочные равнины восточной части Центрального Казахстана; равнины Алакольской впадины; плоские низменные равнины Прииртышья. Ведущими типами вод региона, по результатам наших исследований, являются гидрокарбонатные кальциевые, на долю которых приходится 30,7 % всех обследованных вод, сульфатные натриево-калиевые (27,5 %) и гидрокарбонатные натриево-калиевые (17,2 %). На долю хлоридных магниевых вод приходится 0,3 %, хлоридных кальциевых – 1,2 %, сульфатных магниевых – 2,4 %, гидрокарбонатных магниевых – 4,7 %, сульфатных кальциевых – 8,3 % и хлоридных натриево-калиевых – 7,7 %.

По содержанию солей исследованные воды региона, по классификации Ж.С. Садыкова (1974) являются слабо-солончатыми, а по классификации О.А. Алекина (1970) – пресными и солончатыми. По классификации же К.Е. Питьевой (1969) значительная часть исследованных проб воды относится к пресным и слабоминерализованным. На долю пресных вод (до 1 г/дм³) приходится 76,5 % исследованных проб, на долю слабоминерализованных (1-10 г/л) – 16,4 % проб и на долю минерализованных (10-30 г/л) – 7,1 % проб.

Химический состав подземных вод исследуемого региона следующий: минерализация составляет $1,2 \pm 0,1$ г/ дм³; pH – $7,8 \pm 0,1$; содержание ионов (мг/ дм³): магния – $63,2 \pm 7,8$; кальция – $91,7 \pm 12,3$; хлора – $84,9 \pm 24,7$; сульфата – $254,2 \pm 30,9$; гидрокарбоната – $208,3 \pm 16,1$; натрия и калия – $117,9 \pm 23,7$ и фторида – $1,9 \pm 1,0$.

По нашим данным, 0,4 % исследуемых подземных вод имеют кислую реакцию, 2% - слабокислую, 15,4 – нейтральную, 80,7 % - слабощелочную и 1,2 % - щелочную.

Содержание стронция в подземных водах колеблется от 3 до 4943 мкг/дм³. Средняя концентрация Sr составляет 558±32,5 мкг/дм³, коэффициент вариации – 110,2 %.

По величине средней концентрации стронция (мкг/дм³) типы вод располагаются в следующем убывающем порядке: хлоридные натриево-калиевые (1407,3) > сульфатные кальциевые (720,0) > сульфатные натриево-калиевые (700,9) > гидрокарбонатные магниевые (308,7) > гидрокарбонатные натриево-калиевые (294,5) > гидрокарбонатные кальциевые (282,5).

Максимальные концентрации стронция характерны для вод, где водовмещающими породами являются липариты (932,2), сланцы (842,6), песчаники (807,8), альбитофиры (786,2), туфы (776,7), граниты (751,3); минимальные – суглинки (159,0), кварциты (317,2), алевролиты (329,2), туфопорфириты (477,6).

Более высокие концентрации стронция (мкг/дм³) характерны для вод пермского периода (1217,7), карбона (968,6), девона (846,4), палеозойского (832,4), кембрийского (815,71); низкие – для пород палеогенового (275,5), олигоценного (491,3), юрского (366,7) периодов.

Выявлена природная геоморфологическая зональность распределения стронция в подземных водах. Более высокие концентрации стронция (в мкг/дм³) характерны для подземных вод Зайсанской впадины (1178,1), Казахского мелкосопочника (779,8), предгорий Аягуз-Коклектинских гор (675,8), предгорий Тарбагатай (644,1); низкие концентрации – предгорий Калбы (163,1), предгорий Алтая (397,8), Балхаш – Алакольской впадины (434,2).

Установлено, что химический состав воды, её минерализация и pH на содержание стронция в подземных водах не оказывает существенного влияния. Распределение стронция в общей совокупности в подземных водах региона не подчиняется закону нормального распределения. Кларк концентрации стронция (отношение среднего содержания его в водах к кларку в г/л по С.Л. Шварцеву, 1998) в подземных водах региона составляет 3,05, коэффициент водной миграции – 1,823 (характеризуется сильной интенсивностью миграции).

Коэффициент опасности (отношение средней концентрации элемента в воде к ПДК) равен 0,079.

Коэффициент концентрирования (отношение концентрации элемента в воде к его средней концентрации в земной коре) стронция в подземных водах высок и составляет 18,82 и его можно в какой-то степени пытаться использовать для получения данного элемента из подземных вод.

Среднее содержание стронция в подземных водах региона в 3 раза превышает его кларк (183) в водах зоны гипергенеза и близко к водам провинции континентального засоления (560) (по С.Л. Шварцеву, 1998), но не превышает ПДК (7000 мкг/дм³).

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АТЛЫМСКОГО И ЧЕГАНСКОГО ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. СТРЕЖЕВОГО

С.Г. Панова

Научный руководитель доцент Р.Ф. Зарубина

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность работы напрямую связана с необходимостью более полного изучения и анализа данных по химическому составу подземных вод водозабора г. Стрежевого, так как именно за счет них происходит водоснабжение города, а также с возможностью использования подземных вод стрежевского водозабора в качестве минеральных.

Качество подземных вод атлымского и чеганского (тавдинского) водоносных горизонтов (ВГ) изучалось с целью анализа их пригодности не только для хозяйственно – питьевого водоснабжения, но и для разлива минеральных кремнистых и железистых вод со слабым терапевтическим эффектом.

Одной из поставленных задач было изучение химического состава подземных вод, поступающих на технологическую цепь водозабора.

Таблица 1

скв. 4	$M 0,36 \frac{HCO_3 97}{Ca 56 Mg 28 Na 15} pH 6,7 T 3 OЖ 3,3 H_2SiO_3 42,4 Fe 7,24$	(1)
скв. 8	$M 0,35 \frac{HCO_3 97}{Ca 55 Mg 29 Na 15} pH 6,8 T 3 OЖ 3,3 H_2SiO_3 42,9 Fe 6,82$	(2)
скв. 2 осн	$M 0,324 \frac{HCO_3 74 Cl 26}{Na 71 Mg 19} pH 6,75 T 3 OЖ 1 H_2SiO_3 44,3 Fe 1,8$	(3)
	$M 0,336 \frac{HCO_3 75 Cl 25}{Na 72 Mg 20} pH 6,75 T 2 OЖ 1 H_2SiO_3 41,8 Fe 2,5$	(4)

Источниками центрального водоснабжения г. Стрежевого служат подземные воды атлымского и тавдинского горизонтов, получаемые из артезианских скважин глубиной 180 - 320 метров. На конец 2005 года на водозаборе числилось 18 эксплуатационных артезианских скважин, из них 15 оборудованы на отложения новомихайловской и атлымской свит, 3 - на отложения тавдинской свиты. Общая добыча воды составила 6943,169 тыс.м³/год [5].

Для изучения качества подземных вод водозабора г. Стрежевого были отобраны пробы воды из 4 скважин (2 осн, 17 осн – тавдинский; 8, 4 – атлымский водоносный горизонт). Химический состав вод анализировался по органолептическим свойствам, содержанию вредных химических веществ (обобщенным показателям и неорганическим веществам) (табл. 3), а также по содержанию биологически активных веществ (диоксид углерода, растворенной, Fe, As, ортоборной кислоты H_3BO_3 , метакремнистой кислоты H_3SiO_3 , Br, I, органических веществ ($C^{орг}$), радона (Rn-222) (табл. 2) [3].

Обобщенные данные по химическому составу подземных вод исследуемых скважин представлены в формулах ионно-солевого состава (табл. 1) (1,2 – атлымский 3,4 – тавдинский водоносный горизонт). Согласно формулам 1 и 2 – воды атлымского водоносного горизонта пресные, гидрокарбонатные, магниевые – кальциевые, нейтральные, холодные, умеренно – жесткие, содержат биологически активные компоненты – железо и метакремнистую кислоту в концентрации ниже терапевтически активной (табл. 1); 3 и 4 – воды тавдинского водоносного горизонта пресные, хлоридные гидрокарбонатные натриевые, слабокислые, холодные, мягкие, содержат биологически активные компоненты – железо и метакремнистую кислоту в концентрации ниже терапевтически активной (табл. 2).

Таблица 2

Значение массовых концентраций компонентов в подземных водах водозабора г. Стрежевого в сравнении с критериями оценки питьевых минеральных вод Минздрава России

Наименование минеральных вод	Наименование биологически активного компонента	Значение массовой концентрации компонента, мг/дм ³ не менее [3]	Значение массовой концентрации компонентов, мг/дм ³ (атлымский ВГ)	Значение массовой концентрации компонентов, мг/дм ³ (тавдинский ВГ)
Углекислая	Свободная двуокись углерода (растворенная)	500	25,5	20
Железистая	Железо Fe	10	7	2,2
Мышьяковая	Мышьяк As	0,7	0,0051	0,0039
Борная	Ортоборная кислота H_3BO_3	35	0,1	0,49
Кремнистая	Метакремнистая кислота H_2SiO_3	50	44,3	44,6
Бромная	Бром Br	25	0,04	0,21
Йодная	Йод I	5	0,0017	0,01
Содержание орг. в-в	Органические вещества (в расчете на углерод) $C^{орг}$	5	0,8	1
Радоновая	Радон (Rn-222)	100 нКи/дм ³ (3700 Бк/дм ³)		

Исходя из данных классификаций, можно отметить, что подземные воды атлымского водоносного горизонта близки по содержанию биологически активных компонентов к кремнистым и железистым, а воды тавдинского водоносного горизонта – к кремнистым.

Согласно табл. 3, можно отметить, что подземную воду водозабора г. Стрежевого по таким показателям, как железо, марганец и перманганатная окисляемость можно отнести ко 2 классу качества. Значение же такого органолептического показателя как цветность позволяет классифицировать исследуемые воды, как воды 3 класса качества. Для них предполагается специальная водоподготовка.

Кроме того, по табл. 3 видно, что такие компоненты, как гидрокарбонат-ион (HCO_3^-) и (Na^+) находятся выше пределов, рекомендуемых С.Л. Шварцевым для питьевых вод. Элемент, присутствующий в воде ниже нижнего предела биологически значимой концентрации (НПБЗК) [1], – K^+ .

В работе автором был проведен сбор и анализ данных по химическому составу подземных вод скважин 4,8, 17^{осн} и 2^{осн} водозабора г. Стрежевого (химический анализ исследуемых вод проводился сотрудниками учебно-научно-производственного центра «Вода» ИГНД ТПУ), фондовой литературы, нормативной документации, визуализацию и обобщение данных с помощью таблиц.

Дальнейшая работа над темой основывается на изучении степени влияния кремнистых соединений, содержащихся в подземных водах водозабора г. Стрежевого, на человеческий организм, и как следствие – на возможности отнесения подземных вод водозабора г. Стрежевого к минеральным столовым кремнистым со слабым терапевтическим эффектом.

Основные рекомендации:

Изучение свойств и состава подземных вод водозабора г. Стрежевого в НИИ курортологии и физиотерапии.

Опробование воды из скважин с целью поиска кондиционных кремнистых вод в скв. 2^{осн}, так как часть воды, подаваемой из этой скважины, уже используется для разлива как железистая

В заключение хотелось бы отдельно поблагодарить сотрудников учебно-научно-производственного центра «Вода» ИГНД ТПУ за помощь в проведении химического анализа вод, а также

ООО «Стрежевойтеплоэнергоснабжение» за предоставление фондовых материалов, отбор и транспортировку проб.

Таблица 3

Химический состав подземных вод двух водоносных горизонтов, используемых для водоснабжения г. Стрежевого. Сравнение с рекомендуемыми пределами, определение класса качества

Компоненты	Атлымский водоносный горизонт		Тавдинский водоносный горизонт		НПБЗК [1]	Пределы по С.Л. Шварцеву [2]	Класс качества воды (ГОСТ 2761-84) [4]		
	Скважина 4	Скважина 8	Скважина № 2 осн	Скважина 17 осн			1	2	3
Вкус, баллы	0	0	0	0			1,5	1,5	10
Запах, баллы	0	0	0	0					
Цветность, градусы	133,25	93,3	90,6	71,955			20	20	50
Мутность, мг/л	34,8	28,1	0,87	1					
pH, ед. pH	6,745	6,8	6,75	6,75		6,8 – 7,2	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0
CO ₂ св, мг/л	25,52	25,52	18,92	21,12					
HCO ₃ ⁻ , мг/л	268,4	244	183	195,2		50-160			
Cl ⁻ , мг/л	4,86	4,8	36,7	37		2-10			
SO ₄ ²⁻ , мг/л	<2	<2	<2	<2		3-12			
NH ₄ ⁺ , мг/л	5,35	5,2	1,62	1,6					
NO ₃ ⁻ , мг/л	0,6	1,01	1,63	2,16		0,3-3			
NO ₂ ⁻ , мг/л	<0,003	<0,003	0,24	0,028					
PO ₄ ³⁻ , мг/л	0,13	0,14	1,91	0,36					
Ca ²⁺ , мг/л	44	43	12	10	27,5	15-30			
Mg ²⁺ , мг/л	13,42	14,03	19,81	21,225	7,5	3-12			
ОЖ, мг-экв/л	3,3	3,3	1	1					
Na ⁺ , мг/л	14	13	59	64	112,5	5-20			
K ⁺ , мг/л	1,7	1,45	2,36	2,28	75	0,5-3			
Cu ²⁺ , мкг/л	0,92	2,5	1,43	24	0,0875				
Fe общ., мг/л	7,24	6,82	1,8	2,5	0,375		0,3	10	20
Сорг., мг/л	0,86	0,79	1,06	0,99					
ХПК, мгО ₂ /л	2,29	2,11	2,82	2,64					
ПОК, мгО ₂ /л	5,44	5,44	3,2	3,12			2	5	15
Zn, мкг/л	7,11	2,5	8,15	15,5	0,325				
Cd, мкг/л	0,072	0,0607	0	0,00715	0,0025				
Pb, мкг/л	0,53	0,38	0,196	0,2	0,01				
As, мкг/л	0,418	0,364	0,146	0,214	0,00125				
F, мг/л	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,05				
Mn, мг/л	0,22	0,33	0,083	0,09	0,0925		0,1	1	2
Si, мг/л	15,22	15,4	15,9	15	0,25	4,66-11,66 (по SiO ₂ 10-25)			

Литература

1. Барвиш М.В., Шварц А.А. Новый подход к оценке микрокомпонентного состава подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения // Геоэкология.- М., 2000.- №5.- с. 467 – 473.
2. Копылова Ю.Г., Шварцев С.Л. Отчет по ТWC – Томск, 2001
3. ГОСТ 13273-88 Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. Технические условия. - М., 1990.
4. ГОСТ 2761-84 Источники централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения. – М., 1990
5. <http://admstrj.tomsk.ru/socr/270207-9.pdf>

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ СРЕД ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТОМСКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Е.Ю. Пасечник

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время одной из важнейших мировых проблем является охрана окружающей среды. Особенно сложно защитить от антропогенного воздействия природный ландшафт в городах, поскольку они оказывают активное антропогенное воздействие на все компоненты природной среды. Город Томск является старинным индустриальным городом и в нем отсутствуют четко обособленные промышленная, жилая и зеленые зоны, поэтому для его территории загрязнение природных сред имеет комплексный характер.

Цель данной работы - изучение микробиологического состава атмосферного воздуха, снегового и почвенного покрова, поверхностных и подземных вод территории г.Томска как показателя их экологического состояния.

Работа автора заключалась в отборе порядка 300 проб снегового, почвенного покрова, атмосферного воздуха, природных и сточных вод и в проведении в лаборатории НПЦ «Вода» ИГНД ТПУ микробиологического анализа.

Очень важным аспектом является то, что от экологического состояния атмосферного воздуха, почвенного и снегового покрова зависит состояние гидросферы. Для территории города Томска это имеет большое значение, т.к. здесь функционирует множество родников, которые используются жителями в качестве источников питьевой воды, которая традиционно считается более чистой и качественной, чем водопроводная. В то же время многие из них, если не большинство, расположены в экологически неблагоприятных районах, не имеют соответствующего оборудования и подвержены различного рода загрязнениям: и химическому, в том числе бактериальному. В связи с традиционным положительным отношением к родникам очень важно своевременно информировать население о качестве воды конкретных источников. Отбор снега, почвенного покрова и атмосферного воздуха проводился вдоль дорог, на пересечении главных автомагистралей, вблизи от промышленных предприятий, в жилых районах старой и новой застройки. Все пробы отбирались в точках, имеющих строгую картографическую привязку к местности. Схема опробования показана на рисунке.

Определялись общее количество гетеротрофной микрофлоры, сапрофиты, нитрифицирующие, денитрифицирующие, сульфатредуцирующие, нефтеокисляющие и углеводородокисляющие микроорганизмы. Наиболее большое количество изученных микроорганизмов выявлялось в местах скопления большого количества автотранспорта, на пересечении главных автомагистралей города и в местах скопления людей.

Микробный состав воздуха был различный по количеству и качеству микробов в зависимости от места проведения анализа. Максимальное количество *сапрофитов* было обнаружено в атмосферном воздухе у НПЦ «Полюс» и в пос. Свечной. Наиболее чистым по содержанию сапрофитов оказался воздух в Академгородке, окруженном массивом леса, и на мосту через реку Томь. Максимальным количеством *гетеротрофов* отличались пробы воздуха отобранные в пос. Степановка, на пересечении пр. Ленина и ул. Беленца. Наиболее чистым по содержанию гетеротрофов является атмосферный воздух Академгородка и пос. Свечной. В пробах атмосферного воздуха у Томского домостроительного комбината и у Объединения Академия (большого магазина бытовой техники в Академгородке) был обнаружен *Proteus vulgaris*, который при попадании в организм может вызывать воспаление по типу кишечной инфекции. В большом количестве проб, которые отбирались в центральных оживленных участках города, были обнаружены актиномицеты и плесневые грибы, что свидетельствует о запыленности атмосферного воздуха в этих местах. Максимальным количеством нефтеокисляющих микроорганизмов отличается атмосферный воздух районов г. Томска с самым большим скоплением автотранспорта.

В снеге постоянно присутствуют гетеротрофные, сапрофитные, нефтеокисляющие и денитрифицирующие микроорганизмы. Сульфатредуцирующие бактерии встречаются эпизодически.

Особенно высоким содержанием гетеротрофов, сапрофитов и нефтеокисляющих бактерий выделяются несколько точек: в северо-восточной части города район станции Томск – 2 (т. № 8), участок проспекта Комсомольского от площади Кирова к улице Сибирской (т. № 40, 41, 47) и в восточной части города в районе ул. Д. Бедного (т. № 36, 38, 39). В местах выгула собак снег содержит большое количество сапрофитной микрофлоры, в числе которой часто встречаются условно-патогенные микроорганизмы рода *Pseudomonas* и вида

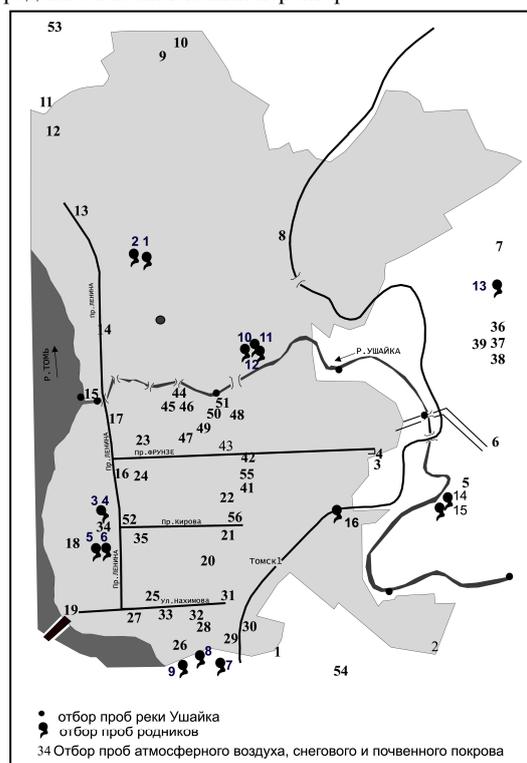


Рис. Схема точек опробования

Proteus vulgaris. Способствуют накоплению бактерий в снегу также и мусорные свалки, даже если они и оборудованы контейнерами. Распространению бактерий могут способствовать также выбросы котельных (т. № 37 и 38). На этом примере особенно проявляется роль направления ветра: в снегу с северо-восточной стороны (т. № 38) в 15 м от котельной содержание микробов было почти в 100 раз больше, чем на том же расстоянии с юго-западной стороны (т. № 37). Менее всего в снегу были распространены бактерии, окисляющие толуол. Особенно высокой активностью к окислению ароматических углеводородов и жидкой нефти отличались пробы снега, отобранные по обочинам автомагистралей, но без явного визуально заметного загрязнения нефтью.

Максимальным количеством содержания сапрофитов в почве отличается несколько точек в центральной части города - район ДСК, на пересечении улиц Киевской и Карташова, на пересечении пр. Ленина и ул. Беленца. Также почва содержит большое количество сапрофитной микрофлоры в местах выгула собак. Максимальное количество гетеротрофов выявлено на площади Новособорной, на ул. Никитина, 5, на пересечении проспекта Ленина и ул. 1905 года и на Московском тракте.

В систематическом плане микрофлора почв была представлена различными родами и видами бактерий, плесневых грибов, актиномицетов и дрожжей. В пейзаже также иногда встречалась типичная воздушная микрофлора. Почва является типичным местом обитания плесневых грибов и актиномицетов. Максимальное количество плесневых грибов содержится в пробах, взятых у стадиона «Труд», на ул. Никитина, 5, на ул. Московский тракт и рядом с коммунальным мостом через реку Томь. Максимальным количеством актиномицетов отличается площадь Новособорная, окрестности моста через реку Томь и пересечение улиц Киевской и Карташова. В некоторых точках плесневые грибы и актиномицеты отсутствуют, что свидетельствует об антропогенном загрязнении почв.

В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями для поверхностных вод удовлетворительным качеством по микробиологическим показателям могут считаться воды только р. Ушайка у д. Протопопово. Тем не менее, по количеству органотрофной микрофлоры в реке наблюдаются процессы самоочищения, которые выражаются изменением количества микробов от створа к створу.

Максимальным содержанием гетеротрофов и нефтеокисляющих микроорганизмов отличаются воды реки Ушайка у пос. Степановка. Максимальное содержание гетеротрофов установлено в пробе воды, отобранной в районе золотвала. Минимальным содержанием практически всех изученных групп микроорганизмов отличаются воды реки в районе д. Протопопово.

Практически во всех изученных родниках присутствуют мезофильные сапрофиты, которые являются показателями фекального загрязнения. В родниках на улице Сычова, 40 и на проходной ГРЭС –2 обнаружен *Proteus vulgaris*. Максимально высоким количеством психрофильных сапрофитов выделяется родник на улице Ивановского. По общему количеству гетеротрофной микрофлоры родники отличаются менее резко. Необычайно высоким содержанием нефтеокисляющих бактерий выделяются несколько родников: родники Михайловской рощи, Академический № 2 и родник на улице Аркадия Иванова, большой. В 1/3 родников выявлены сульфатредуцирующие и денитрифицирующие микроорганизмы в количестве от 10 до 1000 кл/мл и максимальной интенсивностью развития до 12 баллов. В 50% родников присутствуют нитрифицирующие бактерии. Высоким содержанием этих бактерий отличаются родники на улице Ивановского, в переулках Чехова и Тихом. В некоторых родниках присутствуют железоокисляющие микроорганизмы. Как правило, они развиваются на водопроводных трубах и переводят закисное железо в окисное. Плесневые грибы и актиномицеты присутствуют, в целом, в небольшом количестве и поэтому не оказывают влияния на качество воды, но показывают на наличие заиления каптажных устройств.

Микробный состав природных сред различный по количеству и качеству микробов в зависимости от места проведения анализа. Максимально загрязненными являются центральная и восточная части города.

Литература

1. Вильденберг Е.В., Барышев С.В. Газобиохимическая съемка по снежному покрову и приземному воздуху на Илекском валу. //Нефтяная промышленность. Серия неф.геогр. и бур. - Тюмень, 1984. - № 10. - С. 11-13.
2. Наливайко Н.Г. Микрофлора подземных вод города Томска как критерий их экологического состояния: Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. - Томск, 2000. - 130 с.

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ В ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД

М.В. Персиянова

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия

В настоящей работе излагаются результаты исследования химического состава шахтных вод Новошахтинского района Восточного Донбасса. Отработка угольных месторождений в Донецком угольном бассейне на протяжении многих лет привела к значительному преобразованию гидрогеологических условий, подтоплению жилых районов, оседанию земной поверхности, формированию аномальных по составу вод, загрязнению поверхностных водотоков и другим негативным последствиям. Центральное место при решении указанных вопросов занимает гидрогеохимическая проблема, связанная с интенсивным изменением состава шахтных и подземных вод. Изменение состава шахтных, подземных и поверхностных вод в Восточном Донбассе ведется с начала XX столетия. Со временем выяснилось, что при отработке угольных месторождений значительно возрастала минерализация вод, концентрация SO_4^{2-} и снижались величины pH. Так сформировались агрессивные кислые шахтные воды сульфатного состава, в которых содержание Fe, Cu, Al, Mn и других металлов достигли сотен и даже тысяч мг/л, в результате чего возникли экологические зоны кризиса.

Анализ гидрогеохимической информации включал следующие основные этапы: разработка и формирование базы данных с выполнением элементарных гидрогеохимических пересчетов; математико-статистическая обработка данных по стандартным программам; проведение оригинального последовательного классификационного анализа гидрогеохимической информации. Методика указанного анализа базируется на многомерном классификационном G-методе, разработанном А.И.Гавришиным и основанном на критерии Z^2 [1]. G-метод реализован в виде компьютерной информационной технологии AGAT. Компьютерная технология позволила произвести наиболее эффективный гидрогеохимический анализ шахтных вод и установить важные закономерности формирования их химического состава [2].

При обобщении фактической информации были использованы данные с 1990 по 1992 год по 9 шахтам Новошахтинского района Восточного Донбасса – шахтам Ю-Горьковская, Несветаевская, им. Кирова, Западная-Капитальная, им. Ленина, 3/2БИС (ШУ"Степановская), Самбековская, им. газеты "Ком. правда", Соколовская. На основе результатов, полученных с помощью многомерной классификационной технологии AGAT, было выделено 11 гидрогеохимических видов шахтных вод по 119 анализам (классификация получена при надежности 0,975).

При анализе связи «минерализация- содержание компонентов» обнаружено четыре гидрогеохимических направления изменения состава шахтных вод. Первое гидрогеохимическое направление представлено кислыми сульфатными водами. Во второе направление вошли хлоридно-сульфатные воды; к третьему направлению относятся сульфатно-хлоридные воды с повышенным содержанием Cl. Четвертое направление охватывает оригинальные содовые гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды с высоким содержанием иона HCO_3 и Cl и низкими Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Наиболее типичным для всего Восточного Донбасса является первое гидрогеохимическое направление (табл.1).

Таблица 1

**Средний химический состав шахтных вод
по первому гидрогеохимическому направлению**

Вид	рН	Компоненты, мг/л						
		HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	M
1,01	8,09	380	1410	157	128	123	542	2630
2,01	7,97	348	2090	251	246	216	602	3680
4,01	7,59	366	2580	266	337	243	703	4440
8,01	4,99	36,6	2530	203	333	224	550	4490
8,02	5,24	0	2570	205	354	231	521	4530
A_2	5,58	0	2281,3	245,8	228	187	725,3	4390

Для вод указанного направления характерна довольно высокая неоднородность состава, несимметричность распределения содержаний компонентов, они изменяются от щелочных до кислых. Параметры распределения основных компонентов химического состава шахтных вод приведены в таблице 2.

В среднем эти воды слабокислые, по составу сульфатные натриевые, направление связано с преобразованием исходных слабоминерализованных гидрокарбонатно-сульфатных вод в кислые сульфатные воды с высоким содержанием в них Fe, Cu и других металлов, что обусловлено интенсивным развитием процессов окисления серы (преимущественно пирита). Типоморфными компонентами этих вод являются SO_4 (высокое содержание) и HCO_3 (низкое содержание). Минерализация изменяется от 3,6 до 4,6 г/л.

Таблица 2

Химический состав шахтных вод первого гидрогеохимического направления Новошахтинского района

Показатели	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Стандарт
рН	6,6	7,0	4,7	8,4	1,3
HCO_3	222,2	323,3	0	439,2	169,9
SO_4	2457,7	2652,8	2076,8	2739,2	267,9
Cl	236,9	252,3	148,9	393,1	46,5
Ca	318,1	361,3	203,0	414,7	75,6
Mg	230,1	244,8	166,3	262,7	28,7
Na	613,3	615,0	447,6	952,2	104,1
M	4295,0	4510,3	3611,0	4647,0	373,7
Fe	3,5	3,4	1,2	10,3	1,8
Fe^{3+}	3,1	2,9	1,1	8,0	1,4

Для изучения статистических закономерностей, отражающих количественные взаимосвязи между компонентами в первом гидрогеохимическом направлении, применялся корреляционный анализ. Как показывает матрица коэффициентов корреляции (табл. 3), наиболее сильную связь с минерализацией имеют SO_4 , Cl, HCO_3 и рН. Для первого гидрогеохимического направления характерна зависимость возрастания минерализации - уменьшение содержания HCO_3 и увеличение SO_4 , незначительный рост Ca, Mg, Na.

К первому направлению относятся шахты: Соколовская, Ю.-Горьковская, Западная-Капитальная.

Таблица 3

Матрица коэффициентов корреляции в первом гидрогеохимическом направлении

Компоненты	pH	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	M
pH	1,00	0,90	-0,35	0,53	-0,32	0,01	0,53	-0,55
HCO ₃	0,90	1,00	-0,25	0,62	-0,24	0,13	0,62	-0,43
SO ₄	-0,35	-0,25	1,00	-0,41	0,92	0,64	-0,12	0,87
Cl	0,53	0,62	-0,41	1,00	-0,54	-0,25	0,71	-0,23
Ca	-0,32	-0,24	0,92	-0,54	1,00	0,81	-0,42	0,66
Mg	0,01	0,13	0,64	-0,25	0,81	1,00	-0,40	0,30
Na	0,53	0,62	-0,12	0,71	-0,42	-0,40	1,00	0,04
M	-0,55	-0,43	0,87	-0,23	0,66	0,30	0,04	1,00

Таким образом, при изучении химического состава вод в Новошахтинском районе Восточного Донбасса было выделено 4 гидрогеохимических направления формирования состава шахтных вод и выявлены особенности образования кислых сульфатных шахтных вод по первому гидрогеохимическому направлению.

Литература

1. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе / Под ред. А.И.Гавришин, А.Корадини, А.В.Мохов и др. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ(НПИ), 2003.
2. Гавришин А.И., Трофимова Т.С. Гидрогеохимические исследования. - Новочеркасск, 2006.

ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ А.В. Позин

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

ФГУП «Горно-химический комбинат», Изотопно-химический завод, г. Железногорск, Россия

В последние десятилетия во многих регионах России, в том числе и в Красноярском крае, возникла напряженная водохозяйственная и экологическая ситуация вследствие нерационального использования и неудовлетворительной охраны водных ресурсов. В то же время, для многих регионов характерны присущие только им особенности, связанные со спецификой природных условий и социально-экономического развития. Игнорирование этих особенностей может существенно усложнить или сделать невозможным улучшение состояния водных объектов и оптимизацию мероприятий по их комплексному использованию. Следовательно, при наличии общих подходов к решению водно-экологических проблем в России целесообразно выявить их отличия, возникающие в разных частях страны. Ниже данная задача в первом приближении рассмотрена на примере Красноярского края – одного из самых крупных по площади субъекта Российской Федерации, занимающего всю Среднюю Сибирь.

В гидрографическом отношении территория Красноярского края представляет собой части водосборных бассейнов рр. Енисей и Обь, принадлежащих, в свою очередь, к бассейну Карского моря (табл. 1). Бассейн Оби представлен верхней частью бассейнов рек Чулым и Кеть. В бассейне р. Енисей, кроме р. Ангары, следует отметить такие водотоки как Кача, Кан, Уярка, Илань, Черная, Н. Тунгуска, Турухан, Ерачимо, Большой Пит и др.

Таблица 1

Площадь водосборов бассейнов крупных рек Красноярского края

Объект	площадь, тыс. м ²	% от площади края
Общая площадь Красноярского края	724	100
Бассейн Енисея (с Ангарой)	560	78
в том числе Енисей без Ангары	432	60
в том числе Ангара	128	18
Бассейн Оби	164	22

Большая часть рек относится к бассейну р. Енисей (58%); доля рек в бассейне р. Ангара – 31 %; доля рек бассейна р. Оби – 11 %. Число рек длиной более 10 км распределяется по бассейнам следующим образом: в бассейне р. Енисея – 3767, в бассейне р. Ангары – 2008, в бассейне р. Чулыма – 735. Наиболее крупные реки территории – Енисей, Ангара, Чулым, Уда, Бирюса, Алым, Кызыл, Кизир, Кан, Большой Пит, Туба, Сым, Турухан, Елогуй, и др. К притокам 1 порядка относятся и менее крупные, но значимые в водохозяйственном отношении водотоки: Курейка, Лугавка, Ус, Хабык, Сыда, Бол. Слизнева, Сисим, Базаиха, Караульная, Березовка, Калтат, Кача, Есауловка, Курья, Бузим, Маклаковка и др.

В целом в водохозяйственных целях в Красноярском крае интенсивно используются (для забора и сброса сточных вод) около 160 водотоков, в том числе 88 рек, имеющих экологическую значимость независимо от длины. Кроме того, для нужд хозяйственно-питьевого водопользования активно используются подземные источники, из которых потребляется около 319,302 млн м³/год.

На территории Красноярского края (без Норильского промышленного района) созданы и действуют 4 водохранилища энергетического назначения с объемом более 100 млн м³. На малых реках края расположено 65

водохранилищ, из них объемом более 100 млн м³ – 2, от 10 до 100 млн м³ – 4, от 1 до 10 млн м³ – 59. Общий объем стока, зарегулированного этими сооружениями, составляет 634 млн. м³, площадь водной поверхности – 197 км². Основное назначение водохранилищ – обеспечение водоснабжения населения, орошение сельскохозяйственных угодий, рекреации, рыболовства, а также для защиты населенных пунктов и промышленных объектов от подтопления.

К водохранилищам технического назначения относятся: водохранилища Ирбинского рудоуправления, Краснокаменского рудоуправления, Назаровской ГРЭС, Березовской ГРЭС-1, Красноярской ГРЭС-2, Большое Баргинское, «Пульсометр» в г. Иланский.

Наибольшее количество водохранилищ относится к бассейну р. Енисей – 86 % от общего количества; они занимают площадь около 51 км² (26 %) при зарегулированном объеме стока в них около 154 млн м³ (24 %). Водоохранилища, относящиеся к бассейну р. Оби, при малом количестве – 14 % от общего числа – занимают гораздо большую площадь (около 146 км²) при большем зарегулированном объеме стока (около 480 млн м³).

Красноярский край богат пресными подземными водами, а современный отбор их пока относительно мал. Продуктивными на пресные подземные воды являются преимущественно кембрийские, девонские, каменноугольные, юрские и четвертичные водоносные горизонты и комплексы, распространенные в артезианских бассейнах (Южно- и Северо-Минусинском, Чулымо-Енисейском, Рыбинском, Канско-Тасеевском, Ангаро-Ленском и др.), где они содержат, главным образом, порово-трещинные напорные воды и в горных массивах Саян и Енисейского кряжа с преобладанием трещинно-грунтовых (безнапорных), трещинно-жильных и карстовых вод.

Основные сведения о ресурсах пресных подземных вод и их использовании приведены в таблице 2.

По данным государственного статистического отчета 2-тп (водхоз) в 2002 г. по Красноярскому краю (без Норильского промрайона) суммарный забор воды из природных водных источников во второй половине 1990-х - начале 2000-х гг. составлял 2522,6-3227 млн. м³ (табл. 3). Общей тенденцией в изменении объемов забранной воды для конца 1990-х гг. является увеличение объемов забора свежей воды, а для 2000-х гг. основной тенденцией является уменьшение забора. Для водоотведения наблюдается такая же тенденция в изменении объемов сброшенных сточных вод, что и для объемов забранной свежей воды.

Основными источниками загрязнения поверхностных водных объектов на территории Красноярского края являются сточные воды различных видов производства не только края, но и соседних территорий субъектов Российской Федерации, предприятий сельского и коммунального хозяйства, поверхностные стоки, речной транспорт.

Таблица 2

Ресурсы пресных подземных вод и их использование на территории Красноярского края в 2000 году

Показатель	Значение показателя
Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод, куб. км/год	10,0-30,6*
Обеспеченность прогнозными эксплуатационными ресурсами на 1 человека, м ³ /сут	9,1-27,3*
Разведанные эксплуатационные запасы, тыс. м ³ /сут	1547,31*
Обеспеченность разведанными эксплуатационными запасами на 1 человека, м ³ /сут	0,19-0,59*
Количество разведанных месторождений подземных вод	27
в т.ч. находящихся в эксплуатации	13
Общее количество водопользователей	1008
в т.ч. отчитавшихся в 2000 г.	824
Общее количество извлеченной подземной воды, тыс. м ³ /сут	1268,61
в т.ч. на участках с разведанными запасами	818,01
Водоотвод, подтвержденный лицензиями на недропользование, тыс. м ³ /сут	503,582
Использование подземных вод, тыс. м ³ /сут, всего	977,51
в т.ч. для хозяйственно-питьевого водоснабжения	874,8
для орошения земель и обводнения пастбищ	102,03
Сброс подземных вод без использования, тыс. м ³ /сут	237,6
Передача подземных вод в Республику Хакасия, тыс. м ³ /сут	53,5
Количество выданных лицензий на добычу пресных подземных вод	293
в т.ч. за 2000 г.	54

Существенное влияние на качество воды оказывает вторичное загрязнение. Наибольшее количество сточных вод, в целом, и загрязненных в частности, поступает в р. Енисей и ее притоки от предприятий ЖКХ, целлюлозно-бумажной промышленности, электроэнергетики, цветной металлургии и др. (табл. 4). Основными загрязнителями р. Енисей являются предприятия г. Красноярска, среди которых особо следует отметить МУПП «Водоканал», АО «Сибтяжмаш», ОАО «Енисейский ЦБК», ПО «Химкомбинат Енисей», ОАО «Красноярский завод синтетического каучука», ОАО «Сивинит» и речной транспорт. Значительное количество загрязняющих веществ поступает в р. Енисей с его правым притоком – р. Кан, антропогенным источником загрязнения которого являются крупные предприятия г. Канска (МУП «Тепловые сети», МУП «Канский Водоканал») и г. Зеленогорска (ООО «Сиволокно»).

В составе загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты, преобладают сульфаты, хлориды, БПК₅, взвешенные вещества, азот аммонийный. Кроме того, в сточных водах присутствуют такие токсичные вещества как нефтепродукты, фенолы, СПАВ, медь (табл. 5). Общей тенденцией в динамике сбросов ЗВ, как и в водоотведении, является уменьшение объемов сбросов ЗВ. Исключение составляет лишь несколько веществ,

например, цинк, увеличение поступления которого в бассейн Енисея связано с ухудшением качества очистки сточных вод на ПУВКХ г. Канска.

Таблица 3

Динамика основных показателей водопользования из природных водных источников в 1995-2002 годах (млн м³)

Показатели	Годы							
	1995	1996	1997	1998	1999*	2000*	2001*	2002*
Забрано свежей воды	2898	3227	2974	2991	2720	2730	2554	2523
Использовано свежей воды	2713	3127	2715	2789	2432	2506	2323	2330
Сброшено сточных вод в водные объекты	2332	2722	2353	2393	2362	2472	2211	2227

* - показатель без Норильского промышленного района

Таблица 4

Объемы забираемой свежей воды и сбрасываемых сточных вод по бассейнам рек Красноярского края в 2002 году (млн м³/% к общему объему)

Бассейн реки	Забрано свежей воды	Сброшено сточных вод в водоемы				
		всего	загрязненная без очистки	недостаточно-очищенные	нормативно-чистые	нормативно-очищенные
Енисей	<u>1433.5</u> 56.8	<u>1414.0</u> 63.5	<u>84.7</u> 87.0	<u>371.5</u> 88.5	<u>952.5</u> 56.5	<u>5.4</u> 23.0
Чулым	<u>886.1</u> 35.1	<u>806.6</u> 36.2	<u>12.3</u> 12.6	<u>43.0</u> 10.2	<u>733.3</u> 43.5	<u>17.9</u> 76.2
Ангара	<u>10</u> 0.4	<u>6.4</u> 0.3	<u>0.3</u> 0.3	<u>5.2</u> 1.2	<u>0.7</u> 0.04	<u>0.2</u> 0.9
Итого	<u>2522.6</u> 100.0	<u>2227.0</u> 100.0	<u>97.3</u> 100.0	<u>419.7</u> 100.0	<u>1686.5</u> 100.0	<u>23.5</u> 100.0

Таблица 5

Динамика сброса основных загрязняющих веществ в водоемы в 1996-2002 гг. (т/год)

Загрязняющее вещество	Годы							
	1996	1997	1998	1999**	2000**	2001**	2002**	
Всего (валовый сброс*),	373700	417200	468100	295202	293893	283560	304320	
в том числе:								
БПК ₅	21940	20855	19788	16280	15430	11970	12380	
Взвешенные вещества	19840	17710	15122	11810	13040	13690	11380	
Нефтепродукты	240	164	189	100	80	80	70	
Сульфаты	78920	84067	117487	43950	47510	37070	34160	
Хлориды	38190	29398	39472	17210	16730	16510	16100	
Азот аммонийный	2379	2839	2306	1652	1710	1675,6	1870,9	
Фенолы	3	2	2	2	2	1,5	1,5	
СПАВ	254	204	176	137	123	102	77,4	
Железо	220	208	213	195	194	168	160,9	
Медь	11	8	5	2	2	4,9	2,2	
Цинк	18	9	11	11	10	4,8	7,7	
Формальдегид	53	34	12	17	15	7,4	7,2	

*) – валовый сброс загрязняющих веществ представлен в сумме с сухим остатком

***) – показатели без Норильского промышленного района

Анализ приведенных выше водохозяйственных материалов и данных многолетних гидрохимических наблюдений, проводимых комитетом природных ресурсов по Красноярскому краю, позволяет сделать вывод о том, что многие реки на территории Красноярского края испытывают существенное антропогенное влияние, в связи с чем могут быть отнесены, согласно Федеральному закону РФ «Об охране окружающей среды», к категории «природно-антропогенных объектов». По мнению Росгидромета, наибольшее влияние хозяйственной деятельности наблюдается на участке реки Енисей ниже г. Красноярска. Среднегодовые концентрации большинства контролируемых веществ превышают санитарные нормы в несколько раз и существенно не изменились за последние годы. Снизились максимальные концентрации алюминия – с 33,3 ПДК до 7 ПДК, нефтепродуктов – с 18,6 ПДК до 7,8 ПДК, нитритного азота – с 4,5 ПДК до 0,7 ПДК.

В целом, экологическое состояние поверхностных водных объектов на территории Красноярского края характеризуется как - удовлетворительное, подземных вод как – отличное. Это связано с тем, что подземные воды испытывают меньшую антропогенную нагрузку. С учетом этого хозяйственно-питьевое водоснабжение целесообразно осуществлять из подземных водных источников.

Особенностью водного хозяйства рассматриваемого региона является наличие крупнейших водохранилищ и пространственная неравномерность расположения водохозяйственных объектов на территории края. Большая часть водозаборных сооружений и выпусков сточных вод расположена на реке Енисей и крупных ее притоках, что усиливает негативное воздействие на данные реки. Влияние водохранилищ обусловлено выравниванием стока, что, с одной стороны, приводит к уменьшению содержаний ряда загрязняющих веществ в меженный период и увеличению – в период весеннего половодья. Также следует отметить возможность накопления загрязняющих веществ в донных отложениях, что определяет необходимость детального изучения их состава, пространственной изменчивости и механизма взаимодействия речных вод, наносов и донных отложений как в водохранилищах, так и в основных руслах рек.

Литература

1. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование. - Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 202 с.
2. Шварцев С.Л. Геохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
3. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Красноярского края в 2000 году». – Комитет природных ресурсов по Красноярскому краю. – Красноярск, 2001. – 252 с.
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Красноярского края в 2002 году». – Комитет природных ресурсов по Красноярскому краю. – Красноярск, 2003. – 275 с.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ВОДОТОКОВ ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА - ЮГРЫ В 2006 ГОДУ

В.А. Пуртов, И.В. Завьялова, Д.В. Московченко

Научный руководитель заведующий отделением С.А. Алешин

**Государственное предприятие Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана»,
г. Тюмень, Россия**

Стандартным стало представление о том, что Ханты-Мансийский автономный округ является районом с крайне высоким уровнем загрязнения почв и природных вод. Высказываются мнения, что на севере Западной Сибири, в бассейне Оби, практически не осталось незагрязненных нефтью рек [1]. В докладе, подготовленном зарубежными исследователями по заданию организации Greenpeace, подчеркивается, что более 50% рыбохозяйственных рек в Нижневартовском районе загрязнены нефтью [2]. Утверждается, что «...в Тюменской области из-за загрязнения нефтью, нефтепродуктами, высокотоксичным диэтиленгликолем более 200 рек полностью лишены жизни» [1]. Подобная точка зрения, основывающаяся на результатах ряда работ, отражает сложившееся в общественном сознании мнение о крайне тяжелой экологической обстановке. Является ли это мнение объективным отражением состояния природной среды региона, или относится к числу многочисленных околону научных мифов? Ведь нельзя не отметить, что в настоящее время вопросам охраны окружающей природной среды и формированию системы рационального, экологически безопасного природопользования в Западно-Сибирском нефтегазовом комплексе уделяется очень большое внимание. Помимо введения новых технологий бурения, добычи и транспортировки нефти, снижающих экологический риск, система мер по обеспечению рационального природопользования включает в себя и ряд мероприятий по контролю за состоянием окружающей природной среды. К таким бесспорно эффективным мероприятиям относится ведение экологического мониторинга природных сред на региональном уровне и на уровне природопользователей.

Низкое качество природных вод определяют как природные, так и техногенные факторы. Воды рек Западной Сибири отличаются высоким содержанием растворенного органического вещества, повышенной цветностью, очень высокой концентрацией железа. Это определяет в целом неблагоприятную биогеохимическую обстановку в регионе. Не случайно, для водоснабжения населения округа питьевой водой в настоящее время в большинстве населенных пунктов используются подземные водные источники.

Исследования 2006 года продолжают серию работ по эколого-гидрохимической характеристике водных объектов ХМАО. Под эколого-гидрохимической оценкой понимается параметрическое, покомпонентное определение состояния природной (водной) среды и выявление химических характеристик водных объектов, сохранение которых обеспечивает устойчивое существование экосистем, их естественное развитие и возможность сохранения здоровья населения. Состояние водных объектов обусловлено природными условиями, в той или иной степени изменяющихся под воздействием антропогенных факторов.

Исследование гидрохимических показателей выполнено с использованием бассейнового метода. Бассейны стока – парагенетические системы, объединенные общностью происхождения, сопряженные своими частями (ландшафтно-геохимическими катенами), и объединенные потоками вещества и энергии. В целом можно констатировать, что уровень воздействия на водные объекты, сложившийся в настоящее время на территории ХМАО, весьма высок, хотя существуют значительные различия в степени воздействия. Наибольшее число техногенных объектов характерно для участков длительно разрабатываемых нефтяных месторождений Среднего Приобья, относящихся к Обскому, Ляминскому, Тромьганскому, Вахскому и Кондо-Иртышскому водосборному бассейну (табл.).

В 2006 году на основных водотоках округа (Обь, Иртыш, Вах, Конда, Северная Сосьва, Казым и др.) было отобрано 113 проб природной воды, проанализированных по 14 показателям. Проведем основные данные.

Концентрация аммонийного азота в водах основных водотоков округа находилась на очень низком для региона уровне от 0,03 до 1,19 мг/дм³ и в среднем составила 0,16 мг/дм³. Высокое содержание отмечено в Юганском, Вахском и Сосьвинском бассейнах.

Показатель биологического потребления кислорода (БПК₅) поверхностных вод округа большей частью соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам (3 мг/дм³), однако в Вахском и Кондо-Иртышском бассейне отмечены превышения данного показателя.

Таблица

Доля технических объектов в структуре водосборных бассейнов

№ п/п	Название бассейна	Общая площадь, кв.км	Доля технических объектов в бассейне, % от общей площади
1	Обской (в границах округа)	277800	40,2
2	Ляпинский	27430	0,0
3	Надымский (в границах округа)	64540	0,0
4	Сосьвинский	62530	5,4
5	Казымский	34170	5,2
6	Иртышский (в границах округа)	58700	0,5
7	Ляминский	29120	5,3
8	Тромьеганский	53610	20,9
9	Юганский	34610	2,6
10	Вахский	76460	8,4
11	Тавдинский (в границах округа)	80730	0,1
12	Кондо-Иртышский	77100	11,5

Содержание фосфатов в водах региона варьировало от 0,03 до 0,7 мг/дм³. Максимальные концентрации отмечены в Казымском и Кондо-Иртышском бассейне.

По результатам проведенных исследований средняя концентрация железа составила 1,75 мг/дм³. Диапазон варьирования концентраций был относительно невелик - от 0,36 до 3,2 мг/дм³. Максимальные концентрации были выявлены в Казымском бассейне и в Вахском, а минимальные - в Ляпинском.

Содержание марганца варьировало от менее 0,05 до 0,33 мг/дм³, что составляет 5-33 ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. Необходимо отметить, что повышенная концентрация Mn свойственна всем водам рек бореальных ландшафтов.

Концентрация хлоридов в поверхностных водах изменяется от 1 до 10,99 мг/дм³ (в среднем 3,5 мг/дм³). Полученное значение типично для вод округа в период спада половодья. Очевидно, что в период опробования не началось увеличение минерализации поверхностных вод, связанное с падением расходов воды. При сопоставлении с данными об ионном составе вод рек округа в доиндустриальный период, очевидно, что радикальных изменений в составе воды не произошло. Содержание хлоридов в текущем году было весьма схожим с содержанием в период 40-летней давности. Отсутствие аномально высоких концентрация хлоридов свидетельствует, что солевого загрязнения, связанного с разливами минерализованных пластовых вод при бурении, не было обнаружено. Относительно увеличены концентрации в Тромьеганском и Иртышском бассейнах. Повышенное содержание в Иртыше является особенностью этой реки, истоки которой лежат в пределах степной и лесостепной зон с большим количеством засоленных земель. В воде Тромьегана повышенное содержание связано с техногенным влиянием, поскольку в его бассейне на территории Тянского, Рускинского, Тевлино-Рускинского, Савуйского, Родникового месторождений насчитывается более 4 тыс. скважин, являющихся потенциальными источниками загрязнения.

В ходе проведенных исследований значительного нефтяного загрязнения выявлено не было. Максимальные концентрации нефтепродуктов отмечены в ходе исследований на:

- р. Обь - 5,4 ПДК;
- р. Сев.Сосьва - 4,6 ПДК;
- р. Казым, - 3,4 ПДК.

В остальных пробах концентрация менее 3 ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения, что типично для водоемов округа. Углеводороды, по химическому свойству весьма близкие углеводородам нефти, могут возникать в результате биохимических процессов в почве, донных осадках, живых организмах. Природные малополярные вещества, имеющие СН-связи, завышают результаты определения нефтепродуктов ИК-спектроскопическим методом, а наличие ароматических соединений способно завязать результаты люминесцентного метода. Поэтому определение нефтепродуктов в природных водах зачастую не отражает содержания нефти или нефтепродуктов как таковых, а является следствием присутствия определенного класса веществ. В других водосборных бассейнах средняя концентрация нефтепродуктов не превышала ПДК. При сопоставлении с данными предшествующих мониторинговых исследований, выполненных в соответствующий гидрологический сезон, очевидно, что за последние два года уровень нефтяного загрязнения был стабильно низким.

Загрязнение тяжелыми металлами (хром, свинец) и фенолами не выявлено.

Таким образом, химический состав речных вод округа в момент опробования был типичен для гидрологической фазы спада половодья и перехода в летне-осеннюю межень. Речные воды характеризуются низкой минерализацией и содержанием главных ионов (хлоридов и сульфатов). Величина содержания биогенных веществ находится на среднем уровне, типичном для рек таежной зоны Западной Сибири. Концентрация нефтепродуктов весьма мала, и в большинстве проб не превышает ПДК.

Литература

1. Тишков А.А. Деградация экосистем и перспективы экологической реставрации // Российская Арктика: на пороге катастрофы. — М.: Центр экологической политики России, 1996. — С. 139.
2. Lodewijkx et al. Oil Rush in Siberia Puts Other Treasures at Risk // By Sabrina Tavernise The New York Times. October 5., 2003.

РИФТЫ – ПРИРОДНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПРЕСНОЙ ВОДЫ**Н.А. Пшенникова**

Научный руководитель доцент Ю.Н. Диденков

Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия

Проблема пресной воды на нашей планете становится все более острой, а для целого ряда стран и катастрофической. В разных уголках Земли находят все новые и новые пути решения этой проблемы. Развиваются новейшие методы очистки сточных вод; активно используются айсберги, которые дают большое количество пресной воды; опресняется морская вода и соленые грунтовые воды, но, несмотря на новейшие технологии, этот процесс все еще остается очень дорогим. Все попытки решить эту проблему до конца – тщетны. Нет универсального способа обеспечить население земного шара необходимым количеством пресной воды. И тогда возникает вопрос: а может проблему надо решать не искусственно, может быть, решение подскажет сама Земля?

Развернувшееся с середины XX века систематическое геолого-геофизическое изучение дна океанов привело к открытию грандиозных, линейно вытянутых зон поднятий, рассечённых множеством продольных и поперечных разломов. Обнаружилось, что они пространственно связаны с некоторыми рифтовыми зонами на континентах, обладают сходными с ними или близкими чертами рельефа, структуры, магматизма и геофизических особенностей и, несомненно, представляют собой родственные им, хотя и гораздо более крупные, тектонические образования. Открытие явления раздвижения ложа океанов, получившего название „спрединг“, радикально изменило представления о тектоническом строении Земли и геодинамических процессах, происходящих в её верхних оболочках. Именно поэтому в последние десятилетия резко возрос интерес геологов к изучению рифтогенеза как одного из важнейших тектонических процессов, которые оказывают огромное влияние на многие другие процессы, происходящие в земной коре и на её поверхности: образование рельефа, осадконакопление, магматизм, локализацию месторождений полезных ископаемых, формирование гидросферы, а также развитие жизни на нашей планете.

В целом, рифтогенез – сложный процесс, сопровождающийся образованием протяженных впадин, ограниченных глубокими разломами. Такие структуры называются рифтами, а их совокупности – рифтовыми зонами [4]. Под этими структурами понимается и узкая форма рельефа (шириной несколько десятков километров), и широкие ровообразные впадины (шириной до нескольких сотен километров). Рифты представляют собой систему грабенов и горстов как на континентах, так и на дне океанов с амплитудой вертикального смещения до нескольких километров. Возраст рифтовых структур определяется по осадкам. Так, большинство континентальных рифтовых систем имеют кайнозойский возраст образования, Байкальская рифтовая зона, в частности, была заложена в конце палеогена [5]. После Восточно-Африканской, Байкальская рифтовая зона – вторая по величине на континентах. Она протягивается на расстояние до 2500 км и представляет собой систему сбросов, амплитуды которых не превышают 2,5 км.

Рифтогенный режим развития Байкальского региона является основой формирования гидрогеологических условий. В районе рифтовых зон четко выделяются все три типа гидрогеологических структур, где рифтовые впадины – это гидрогеологические бассейны, горное обрамление – гидрогеологические массивы, а рифтогенные разрывные тектонические нарушения – обводненные разломы. В каждом типе структур условия распределения и формирования подземных вод контрастно различаются. Известно, что наиболее крупные скопления подземных вод формируются в пределах бассейнов и обводненных разломов, причем в зонах дробления приповерхностных разломов локализуются холодные пресные подземные воды атмосферного генезиса, а пресные трещинно-жильные воды глубоких разломов обладают повышенной температурой и специфическим микрокомпонентным и газовым составом [1].

На основе структурно-гидрогеологического анализа и термодинамического моделирования было установлено, что современным рифтовым структурам и их палеоаналогам (рифты Байкальский, Момский, Западно-Сибирской плиты) характерны инверсионные гидрохимические разрезы. В частности, это отчетливо прослеживается по глубоким скважинам в пределах Усть-Селенгинской впадины Байкальского рифта, где минерализация подземных вод может снижаться до 0,13 г/дм³ на глубине более 1750м, а содержание водорода в газовой фазе достигать 100 %. Кроме того, установлено, что к рифтогенным системам фундамента Западно-Сибирской плиты приурочены как зоны опреснения подземной гидросферы, так и располагающиеся в осадочном чехле крупнейшие месторождения нефти и газа.

К рифтовым структурам приурочена современная дегазация Земли. В процессе дегазации Ф.А.Летников [3] выделяет две ветви: монотонно угасающая общепланетарная дегазация и импульсная интенсивная дегазация мантии, интерпретируемая как плюмы. Первая характеризуется постепенной локализацией «очагов» дегазации: от площадных в архее и арельных в протерозое до линейных в фанерозое и дискретных в кайнозое. Вторая представлена преимущественно восстановленными газами. Анализ продуктов преобразования пород литосферы под воздействием плюмов позволяет установить принципиально отличные типы флюидных систем: водородно-углеродные и водородно-сернистые. На базе водородно-углеродных формируются карбонатиты и скопления углеводородов. Водородно-сернистые служат основой формирования скоплений сульфидов и сернисто-сероводородных систем. Преобладание той или иной ветви дегазации на общепланетарном уровне отражает

различные ступени самоорганизации Земли в целом, а для отдельных ее структур – уровни зрелости литосферы. Это позволяет обоснованно считать, что именно глубокие рифтогенные разломы в настоящее время служат флюидовыводящими каналами углеводородной ветви [2]. Об этом свидетельствуют и находки газогидратов, обнаруживаемые в районах плитных окраин на дне Мирового океана и континентальных рифтовых зон.

В пределах Байкальской впадины газогидраты формируются в донных осадках на границе подземной и поверхностной гидросфер и обладают специфическими особенностями. С одной стороны, они оказывают изолирующее действие по отношению к воде Байкала, с другой, - регламентируют ее опреснение газогидратными водами в зонах разрушения сплошности слоя газогидратов в результате поступления локализованных потоков глубинных углеводородных флюидов с высокой температурой. Сами флюиды при этом являются источником формирования как газогидратов, так и опресненных газогидратных вод. Именно это, наряду с биологическими процессами, обеспечивает уникальный состав воды Байкала и обосновывает существование эндогенного источника пресных вод в рифтовых геодинамических условиях в виде самостоятельной водно-углекислой ветви современной дегазации Земли.

Главными задачами дальнейших исследований являются совершенствование структурно-гидрогеологических и физико-химических моделей формирования природных вод мобильных регионов, уточнение их генетических особенностей и обоснование природоохранных мероприятий.

Литература

1. Диденков Ю.Н., Бычинский В.А., Ломоносов И.С. О возможности существования эндогенного источника пресных вод в рифтовых геодинамических условиях // Геология и геофизика, – М., 2006.- т.47 - №10 – С. 1114-1118.
2. Диденков Ю.Н., Бычинский В.А., Ломоносов И.С., Мушаков А.А., Алтынникова М.А. Водно-углекислая ветвь современной дегазации земли в Байкальской рифтовой зоне // В кн.: Подземная гидросфера. Материалы Всеросс. совещ. по подземным водам Востока России (XVIII Совецание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока, 19-23/06 2006г, Иркутск). – Иркутск: ИрГТУ, 2006. С. 29-32.
3. Летников Ф.А. Дегазация Земли как глобальный процесс самоорганизации // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ.: – Материалы Международной конференции памяти академика П.Н. Кротопкина. – М.: ГЕОС.
4. http://wsyachina.narod.ru/earth_sciences/rift_genesis.html/
5. http://www.baikal-like.info/p10_1.htm/

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ХЛОРИДНЫХ ШАХТНЫХ ВОД В ШОЛОХОВСКОМ УГОЛЬНОМ РАЙОНЕ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

Ю.А. Середа

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия

Влияние горнодобывающей промышленности на формирование химического состава подземных вод давно привлекло внимание специалистов. По мере развития горных работ, особенно при отработке без закладки выработанного пространства и формировании обширных воронок обрушения, значительно возростала минерализация. Такая ситуация складывалась в результате интенсивного развития процессов окисления в горных выработках и зоне техногенной трещиноватости при взаимодействии обогащенных кислородом вод и мелкой фракции сульфидов.

Шахтные воды образуются из поступающих в систему подземных горных выработок действующих и закрытых (брошенных) шахт водных потоков из различных водоисточников. По своему составу они сильно отличаются от исходных подземных вод по минерализации, содержанию отдельных компонентов состава, качественным характеристикам. Эти отличия обусловлены преобразованием подземных вод под влиянием комплекса природных и техногенных факторов, причем последние имеют, как правило, ведущее значение в процессах подобной трансформации [1].

В Шолоховском районе, как и во всем Восточном Донбассе [2], выделено четыре направления формирования химического состава шахтных вод с ростом минерализации. Первое направление связано с преобразованием исходных слабоминерализованных гидрокарбонатно-сульфатных вод в кислые сульфатные. По сравнению со всем Восточным Донбассом воды первого направления по району менее минерализованы, меньше содержат сульфатов, а содержание хлоридов больше на 100 мг/л. Второе гидрогеохимическое направление характеризуется переходом гидрокарбонатно-сульфатных вод в хлоридно-сульфатные нейтральные. Воды направления менее минерализованы, содержат меньше сульфатов и немного больше хлоридов по отношению к водам всего Восточного Донбасса. Третье гидрогеохимическое направление изменения состава шахтных вод фиксирует преобразование гидрокарбонатно-сульфатных вод в сульфатно-хлоридные. По сравнению со всем Восточным Донбассом воды этого направления в районе менее минерализованы, меньше содержат сульфатов, и равные содержания хлоридов. По четвертому гидрогеохимическому направлению формирования химического состава шахтных вод образуются гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые содовые воды с высоким содержанием HCO_3 (630 мг/л) и очень низкими Ca (93 мг/л) и Mg(64 мг/л)[3]. Химический состав шахтных вод Шолоховского района приведён в таблице 1.

Содержание HCO_3 (табл. 1) изменяется от 73,2 до 1024,8 мг/л, SO_4 – от фоновых для подземных вод значений 0,48 г/л до 2,3 г/л, Cl - от 212 мг/л до 1,3 г/л; содержания Ca довольно низки - от 28 до 377 мг/л, Mg колеблется в диапазоне от 24 мг/л до 268 мг/л, Na - от 232 до 1,3 г/л, минерализация (M) – от 3,5 до 4,5 г/л. Таким образом, концентрация большинства компонентов изменяется 3-14 раз.

В данной работе подробнее рассмотрено третье направления формирования химического состава шахтных вод (30,3% от общего количества определений); краткая характеристика направления приведена в таблице 2. Шахты, воды которых отнесены к третьему гидрогеохимическому направлению, начали свою работу в 1943 году (Тацинская), 1958 (Шолоховская) и в 1966 (Горняцкая Западная). Дата начала их затопления: 01.10.1999, 01.06.2002 и 01.10.1996 соответственно.

Таблица 1

Химический состав шахтных вод Шолоховского района

Компаненты	X_{cp}	Me	X_{min}	X_{max}	S
HCO_3	441,8	457,5	73,2	1024,8	176,7
SO_4	1179,7	1137,6	480,0	2342,4	427,9
Cl	663,9	605,9	212,0	1337,3	252,2
Ca	148,1	141,6	28,1	376,8	60,5
Mg	101,7	99,7	24,3	267,5	40,8
Na	810,3	848,0	231,9	1275,8	222,1
M	3246,5	3308,0	1526,0	4480,0	721,8

Примечание: в таблицах X_{cp} – среднее арифметическое, Me – медиана, X_{min} и X_{max} – минимальное и максимальное значение, S – стандартное квадратичное отклонение (компоненты в мг/л).

Воды II типа по Алекину с формулой Курлова: $M 3,79 \frac{SO_4 47 Cl 41 (HCO_3 12)}{Na 72 (Mg 15 Ca 13)}$;

Минерализация вод колеблется в интервале от 1,8 до 4,9 г/л, содержание SO_4 - от 0,7 до 1,7 г/л, Cl – от 0,4 до 1,2 г/л и т.д.

Таблица 2

Химический состав шахтных вод III гидрогеохимического направления.

Компаненты	X_{cp}	X_{cp} (%-моль)	Me	X_{min}	X_{max}	S
HCO_3	444,1	12	481,9	183,0	622,2	93,9
SO_4^{2-}	1320,1	47	1328,0	681,6	1670,4	228,5
Cl	860,6	41	861,0	397,6	1164,4	122,5
Ca^{2+}	153,6	13	156,3	101,9	214,4	26,1
Mg^{2+}	108,2	15	104,6	38,9	187,3	28,9
$Na+K^+$	986,1	72	986,5	374,2	1275,8	155,6
M	3795,8		3934,7	1792,0	4856,0	429,2

С минерализацией имеют сильную корреляционную связь SO_4 , Na и Cl , далее по мере убывания силы связи следует Mg , Ca . По сравнению со всем Шолоховским районом усилилась связь Cl и SO_4 с минерализацией и резко уменьшилась для Ca и Na , что свидетельствует о снижении интенсивности процессов окисления и усилении влияния притока минерализованных вод со значительных глубин. Для Cl отмечены тесные корреляционные связи с M , Na , Mg и SO_4 .

Таблица 3

Значения парных коэффициентов корреляции между компонентами химического состава вод третьего гидрогеохимического направления

Компаненты	HCO_3	SO_4^{2-}	Cl	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na+K$	M
HCO_3	1,00	-0,12	0,20	-0,09	0,08	0,12	0,18
SO_4^{2-}	-0,12	1,00	0,24	0,47	0,37	0,67	0,83
Cl	0,20	0,24	1,00	0,17	0,48	0,55	0,64
Ca^{2+}	-0,09	0,47	0,17	1,00	0,59	0,05	0,34
Mg^{2+}	0,08	0,37	0,48	0,59	1,00	0,13	0,42
$Na+K$	0,12	0,67	0,55	0,05	0,13	1,00	0,80
M	0,18	0,83	0,64	0,34	0,42	0,80	1,00

Таким образом, существенную роль в повышении минерализации шахтных вод третьего гидрогеохимического направления играет процесс подтягивания хлоридных вод глубоких горизонтов при увеличении глубин отработки месторождения и при длительном функционировании водопонижительных систем.

Уравнения регрессии анионов по минерализации имеют следующий вид:

$$HCO_3 = 293 + 0,04 M, \quad r = 0,18,$$

$$SO_4 = -355 + 0,44 M, \quad r = 0,83,$$

$$Cl = 167 + 0,19 M, \quad r = 0,64;$$

Литература

1. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе / Под ред. А.И. Гавришин, А. Корадини, А.В. Мохов, Л.И. Бондарева; ЮРГТУ(НПИ) – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2003.
2. Гавришин А.И. Количественный анализ закономерностей формирования химического состава шахтных вод с помощью многомерного классификационного G-метода // Новые идеи в науках о земле. – М.:ВНИИ геосистем, 2006.
3. Середа Ю.А., Гавришин А.И. Химический состав шахтных вод Белокалитвинского участка Восточного Донбасса // Проблемы геологии полезных ископаемых и рационального недропользования. - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2005.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ООО «СТРЕЖЕВОЙ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ» НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БОЛОТА НА ОКРАИНЕ Г. СТРЕЖЕВОГО

Л.Н. Сухарева

Научный руководитель профессор О. Г. Савичев
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Достаточно острой проблемой для многих регионов России в настоящее время является загрязнение водных объектов, что определяет актуальность своевременной и объективной оценки воздействия сбросов загрязненных стоков на их состояние. Не является исключением и р. Обь, принимающая сточные воды многочисленных предприятий Алтайского края, Новосибирской, Томской и Тюменской областей, в том числе стоки одного из крупнейших коммунальных предприятий Томской области – ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение». Данное предприятие обеспечивает хозяйственно-питьевое и техническое водоснабжение населения и предприятий города Стрежевого, а также водоотведение и утилизацию бытовых и промышленных отходов. При этом происходит значительное влияние на состояние окружающей среды, включая водные объекты.

С учетом масштабов хозяйственной деятельности был рассмотрен один из аспектов, а именно – влияние сбросов сточных вод на состояние болота на северо-восточной окраине города Стрежевого. Для этого были решены следующие задачи:

анализ природных условий в районе исследования, определяющих условия самоочищения болотных вод;

анализ водохозяйственной деятельности ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение»;

оценка допустимого воздействия на болото в результате сбросов производственных промывных вод.

В качестве исходных материалов были использованы данные ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение», Росгидромета и ОАО «Томскгеомониторинг» за 2004-2006 гг.

Район исследований находится на севере Томской области, на северо-восточной окраине г. Стрежевого. Особенностью данной территории является ее сильная заболоченность, обусловленная избыточным увлажнением и недостаточной теплообеспеченностью. В результате повсеместно в поверхностных водных объектах наблюдаются повышенные концентрации железа (10 ПДК) и значения ХПК (8 ПДК), многократно превышающие предельно допустимые значения.

ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение», как уже упоминалось выше, осуществляет комплексное использование и охрану водных ресурсов с целью водоснабжения населения и предприятий г. Стрежевого.

Забор воды для хозяйственно-питьевых и технических нужд осуществляется из двух водоносных горизонтов: олигоценного (отложений атлымской и новомихайловской свит) и верхнеэоценового-нижнеолигоценного (отложений тавдинской свиты). Водоотведение проводится в р. Обь, а также в болото на северо-восточной окраине г. Стрежевого, куда сбрасываются без очистки производственные сточные воды, образующиеся при промывке фильтров на станции обезжелезивания.

Анализ водохозяйственной деятельности ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение» показал, что в течение 2004-2006 гг. происходит уменьшение объема сточных вод и сброса хлоридов, азота аммонийного, минеральных веществ по сухому остатку и фосфора фосфатов в болото на окраине г. Стрежевого (рис. 1–2). Это связано с изменением режима промывок скорых фильтров («укороченные промывки»), загруженных «горелой породой», пропуском промывных вод со 2 станции через очистные сооружения. Сброс органических веществ по БПК, взвешенных веществ, железа, нитритов, нитратов и фосфора фосфатов в течение 2004-2006 гг. меняется случайным образом без выраженной закономерности.

С учетом изменяющейся во времени нагрузки был выполнен расчет предельно-допустимого сброса загрязняющих веществ в болото. Расчеты проводились в соответствии с нормативным документом [1] по формулам:

1) $ПДС = q \times СПДС$, где q - расход сточных вод; СПДС - допустимая концентрация загрязняющего вещества.

2) $СПДС = СФ + n \times (СПДК - СФ)$, где СПДК - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока; СФ - фоновая концентрация загрязняющего вещества или региональный норматив качества болотных вод; n - кратность общего разбавления сточных вод в водном объекте.

3) $n = (ССТ - СФ) / (Смах - СФ)$, где ССТ – концентрация вещества в сточных водах; Смах – максимальная концентрация вещества в болотных (сточно-болотных) водах в контрольном створе (пункте).

В результате выполненных расчетов получены значения допустимых концентраций загрязняющих веществ, поступающих в болото на окраине г. Стрежевого, и величина предельно допустимого сброса (табл. 1).

Анализ полученных данных и материалы ОАО «Томскгеомониторинг» показал, что величина ХПК, содержания хлорид-иона, нефтепродуктов в сточных водах меньше, чем в болотных водах, что свидетельствует о незначительности влияния рассматриваемого выпуска сточных вод в болото по указанным показателям.

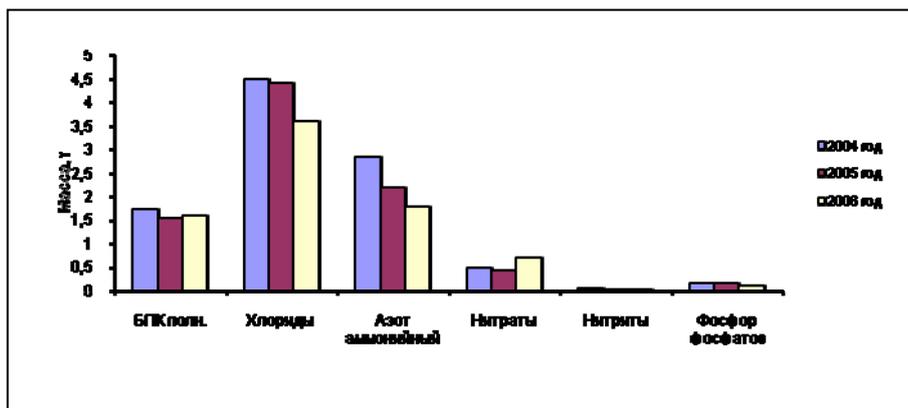


Рис. 1. Масса сброса БПК полн., хлоридов, азота аммонийного, нитратов, нитритов и фосфора фосфатов в болото за 2004-2006 года

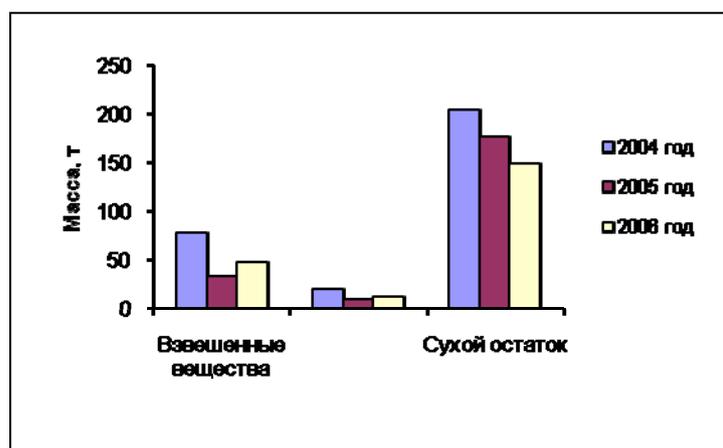


Рис. 2. Масса сброса взвешенных веществ, железа и сухого остатка в болото за 2004-2006 года

В тоже время сточные воды, поступающие в болото, содержат повышенное относительно фона количество азота аммонийного и железа общего. Но в целом, исходя из хороших сорбционных свойств торфов, можно сделать вывод о том, что предприятие ООО «Стрежевой теплоэнергоснабжение» не оказывает существенного влияния на болото на окраине г. Стрежевого, а оценивается как долгосрочное, локальное и допустимое.

Таблица 1

Расчетные значения допустимых концентраций и ПДС

Вещество	ПДК, мг/дм ³	Фоновая концентрация, мг/дм ³	Фактическая концентрация, мг/дм ³	С _{дс} , мг/дм ³	ПДС, т/год
Железо	0,3	3,26	16,3	0,345	3,8
Хлорид-ион	360	10,4	1,8	360	363,7
Минерализация	1000	170	300,6	1079,9	1089,6
Азот аммонийный	2	1,828	4	2,005	2,015
ХПК	15	131,21	38,1	15,24	132,1
Нефтепродукты	0,1	0,08	0,03	0,1	0,105

Литература

1. Временные методические указания по проведению расчетов фоновых концентраций веществ в болотных водах и предельно-допустимых сбросов вредных веществ в болото со сточными водами. – Томск, 2003. – 24 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ТЕРСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.Г. Токаренко

Научные руководители доцент Ю.Г. Копылова, доцент Н.Г. Наливайко
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Функционирование любой экосистемы, включая природные воды, как части биосферы, невозможно без микроорганизмов, являющихся участником геохимических циклов элементов. К настоящему времени достаточно изучен вопрос значения различных физиологических групп бактерий в процессах формирования химического состава минеральных вод. Одна из главных функций микроорганизмов подземных вод - превращение и деструкция различных органических веществ. В результате жизнедеятельности органотрофных бактерий органическое вещество из твердой и жидкой фазы переходит в газообразную. В.И. Вернадский [1] считал, что в результате распада органического вещества 95 % его превращается в газы. Биогенное происхождение в подземных водах могут иметь: уголекислота, метан, азот, сероводород. Наиболее разнообразна группа микроорганизмов цикла углерода. Это бактерии, минерализующие органические вещества до CO_2 и H_2O . К ним относятся гетеротрофные бактерии, расщепляющие белки, аминокислоты, амины, полисахариды, спирты, органические кислоты, сахара. Анаэробные формы целлюлозоразрушающих бактерий (кlostридии) могут быть показателями санитарного состояния воды.

На территории Кемеровской области открыты и эксплуатируются месторождения минеральных вод. В связи с активным использованием в бальнеологии проводится комплексное изучение их состава с определением экологического состояния. В ряду экологических факторов, изучаемых в минеральных водах, всегда обращают внимание на биогенные составляющие, в частности, на микробные ценозы, оказывающие формирующее воздействие на состав минеральных вод [1, 2, 3].

Целью настоящих исследований было изучение микробиологической составляющей как основного показателя экологического состояния минеральных вод Терсинского месторождения.

Достаточной гарантией в достижении поставленной цели явилась методика, основанная на использовании комплекса химико-аналитических (химический, спектральный, нейтронно-активационный, хроматографический) и микробиологических методов.

Объектом исследования являются воды Терсинского месторождения, вскрытые скважинами №1011, №1, №2, №1142, а также поверхностные воды р. Верхняя Терсь.

Месторождение, расположенное на юго-восточной части Кузнецкого бассейна в долине р. Верхняя Терсь правого притока р. Томи, (рис. 1), было открыто в 60-е годы прошлого столетия. Наблюдательная скважина №1142 глубиной 276,5 м расположена в 720 м южнее скважины №1011 глубиной 345 м. Скважина №1 находится между скважинами №1011 и №1142, в 450 м юго-восточнее добывающей скважины. Глубина скважины 316 м. Скважина №2 глубиной 10 м расположена в непосредственной близости от скв. №1011.



Рис. 1 Схематическая карта района исследования

- Эксплуатационная скважина
- Наблюдательные скважины
- Автомобильная дорога
- Салаиро-Кузнецкий глубинный разлом

Месторождение имеет сложные гидрогеологические условия, обусловленные сильной трещиноватостью пород и тесной гидравлической связью подземных вод всех водоносных комплексов. Водовмещающие породы представлены угленосными пермо-карбонными отложениями балахонской серии, которые собраны в крупную антиклинальную складку, осложненную структурами второго порядка и дизъюнктивными нарушениями.

В настоящее время скважина № 1011 является эксплуатационной. Минеральная вода «Терсинка» отнесена к лечебным, питьевым лечебным и лечебно-столовым согласно ГОСТ 13273-88. Эта вода является ближайшим аналогом лечебных минеральных вод «Боржом» (Грузия) и Поляна (Украина). Месторождение активно эксплуатируется в настоящее время муниципальным унитарным предприятием «Минеральная вода» Новокузнецкого района. Минеральная вода реализуется недропользователем как сырье и продается юридическим лицам, имеющим собственные линии разлива и реализующим уже бутылированную воду, а также физическим лицам в собственную тару.

Общий химический состав минеральной и пресной воды приведен в табл. 1. Из таблицы видно, что минеральная вода, вскрытая различными скважинами, имеет схожий температурный режим и реакцию водной среды рН близкую к нейтральной. Особенностью минеральной воды является повышенное содержание железа, концентрация которого в некоторых случаях достигает 20 мг/л, и пониженное содержание сульфат-иона.

Терсинская минеральная вода, добываемая из эксплуатационной скважины № 1011, по химическому составу является холодной (12-13 °С на устье), солоноватой (4,6-4,8г/л), уголекислой (51-82 %), гидрокарбонатной натриево-кальциевой по составу со слабокислой реакцией водной среды (6,5-6,6). Это содовые воды с несколько повышенным содержанием хлора и кремнекислоты. Минеральные воды содержат уголекислый газ природного происхождения, азот, кислород и метан. Газонасыщенность составляет до 25 мг/л.

Микробиологическая составляющая минеральной воды изучается на протяжении многих лет. Еще в 1968 г. в «Терсинке» была обнаружена активная и разнообразная микрофлора: нитрифицирующие бактерии,

сульфатредуцирующие бактерии, денитрифицирующие бактерии, гнилостные бактерии, микобактерии, а также железобактерии, которые играют особую роль. Закисные соли железа, имеющиеся в данной воде, служат источником энергии для железобактерий. При окислении солей бактерии накапливают нерастворимый осадок гидрата окиси железа в виде внеклеточных структур, чем можно, в какой-то мере, объяснить выпадение осадка ржавого цвета при разливе минеральной воды.

Таблица 1

Химический состав минеральных и речных вод, мг/л

Компонент	№ скважины				р. В. Терсь
	1011	1	1142	2	
t, °C	13,6	12	13	13,4	19
pH	6,6	6,3	6,7	7,4	8,4
Минерализация	4806	2103	5198	411	52
CO ₂	563	176	352	22	35
П.ок.	2,4	7,6	2,4	4,16	0,96
HCO ₃ ⁻	3392	1464	3690	268	37
SO ₄ ²⁻	<2	<2	<2	3,5	2,5
Cl ⁻	135	72,8	147	15	3,2
ОЖ, мг-экв/л	19,5	7,2	17,8	2,1	0,5
Ca ²⁺	255	96	240	26	7
Mg ²⁺	81	29	69	10	1,8
Na ⁺	900	400	1025	50	2
K ⁺	10,8	6,5	13,5	0,4	0,3
Fe _{общ}	11,4	30,9	4,2	34	0,3
Si	18	4,0	8,4	7,5	1,2
NH ₄ ⁺	1,3	1,3	5,9	0,6	<0,005
NO ₂ ⁻	0,012	0,015	0,008	0,007	0,013
NO ₃ ⁻	5,12	3,9	5,3	1,9	0,3
PO ₄ ⁻	1,3	0,05	0,73	0,05	0,02

Начиная с 2003 г. автором были проведены исследования относительно микробиологической составляющей. Согласно результатам исследования 2004 г. в воде обнаружены бактерии, усваивающие азотсодержащее органическое вещество, олигонитрофильные бактерии, нитрифицирующие и целлюлозоразрушающие бактерии. Сульфат восстанавливающих бактерий, железобактерий, денитрифицирующих бактерий, которые были обнаружены ранее, не выявлено.

По исследованиям 2005 г. в бактериологическом фоне минеральной воды наблюдается следующая обстановка (табл. 2).

Из таблицы видно, что бактериоценоз р. В. Терсь значительно отличается от подземных вод как количественным содержанием, так и качественным составом и соотношением физиологических групп бактерий.

В минеральных водах преобладающими в составе органотрофной аэробной микрофлоры являются сапрофиты, оптимальным условием существования которых является наличие в среде высоких концентраций органического вещества. Так, максимальное число бактерий данного типа отмечено в эксплуатационной скважине № 1011 и наблюдательной скважине № 2, число которых на порядок выше. Скважины № 1 и № 1142 отличаются пониженным содержанием данных микроорганизмов. Также высоко содержание гетеротрофов.

Таблица 2

Микрофлора минеральных и речных вод Терсинского месторождения

Группы микроорганизмов	№ скважины				р. В. Терсь
	1011	1	1142	2	
Сапрофиты, кл/мг	87000	71800	25100	160000	31800
Общее кол-во гетеротрофов	84600	24000	20300	518400	3700
Нефтеоокисляющие, кл/мг	79200	7000	17	54800	2700
Окисляющие жидкую нефть, %	40	40	40	25	40
Окисляющие пары нефти	400	430	440	400	140
C ₆	440	470	320	420	150
C ₇	440	370	48	380	270
C ₁₀	450	370	470	500	500
Толуол	470	340	430	0	0
Фенол	470	430	15/102	470	450
Сульфатредуцирующие	15/104	15/103	15/102	15/104	0/0

В значительном количестве наличествуют и нефтеоокисляющие бактерии. Особенно высокое их содержание наблюдается в эксплуатационной скважине № 1011. Выявленная нефтеоокисляющая микрофлора

обладала высокой потенциальной способностью к окислению жидкой и парообразной нефти. Бактерии, окисляющие пары нефти, обнаружены повсеместно во всех скважинах в высоком количестве, тогда как бактерии, окисляющие жидкую нефть, в большом количестве выявлены только в скважине № 1142. Для биоценоза всех скважин характерна высокая способность окисления парообразных ароматических углеводородов, а также углеводородов метанового ряда.

Для микрофлоры подземных вод характерно высокое содержание активных сульфатредуцирующих бактерий. Воды изученных скважин различаются численностью этих бактерий при одинаковой активности.

Факультативно анаэробные денитрифицирующие бактерии не обнаружены ни в подземных, ни в поверхностных водах.

При оценке возможности влияния микроорганизмов на химический и газовый состав воды необходимо принимать во внимание не только их количественное содержание, но и их метаболическую активность. С этой точки зрения существенную роль в формировании химического и газового состава могут играть сульфатвосстанавливающие бактерии. Наличие в водах скважин большого количества аэробной микрофлоры не противоречит полученному результату, так как в пределах водоносного горизонта при определенных условиях возможно совместное существование данных микроорганизмов, каждый из которых занимает свою микрону. Кроме того, продуцируемый микробами сероводород, может взаимодействовать с ионами железа и, образуя устойчивое соединение, не оказывать губительного воздействия на другую микрофлору.

Повсеместное наличие в подземных водах сапрофитов и гетеротрофов в отдельных скважинах (№ 1, № 2) можно объяснить возможным проникновением поверхностного стока в подземные воды через трещины и разломы водовмещающих отложений.

Присутствие большого количества углеводородокисляющих бактерий в подземных водах вероятно связано с химическим составом пород водовмещающих отложений, а также существующим загрязнением нефтепродуктами пространства скважины № 1142 в процессе бурения.

Микробиологический состав вод р. В. Терсь отличается от минеральных вод отсутствием анаэробной микрофлоры и толуолокисляющих бактерий. В то же время, по соотношению и количественному содержанию других физиологических групп бактерий наблюдается большое сходство бактериоценозов поверхностных и подземных минеральных вод.

Для экологического состояния реки характерен низкий темп процессов самоочищения при одновременном притоке воднорастворимых органических веществ, о чем свидетельствует высокое содержание сапрофитов, почти в 10 раз превышающее количество гетеротрофов.

На особенность микробиологического состава может влиять и характер режима эксплуатации минеральных вод. Режим эксплуатации скв. № 1011 - свободный газлифт. Дебит скважины рекомендован ГКЗ и не должен превышать 172,8 м³/сут (категория В). Нарушение стабильного режима при повышенном водоотборе свидетельствует о нарушении условий восполняемости запасов, газонасыщенности минеральной воды, а значит, и к изменению общего микробиологического фона. В настоящее время объем добычи значительно ниже утвержденной величины эксплуатационных запасов и составляет 8,2-9,6 м³/сут.

Исследование показало, что минеральная вода исключительно богата разнообразной микрофлорой. Однако для выяснения степени влияния микрофлоры на формирование химического состава минеральных вод в условиях данного месторождения необходима постановка режимных мониторинговых наблюдений и более подробных исследований.

Литература

1. Вернадский В.И. История минералов земной коры. История природных вод. – Л.: Госхимиздат, 1933. – ч.1. – 202 с.
2. Волкова О.Ю., Ташинская А.В. Биогенное образование сероводорода в глубинных минеральных водах//Микробиология. – М., 1961. – Т. 30. – Вып. 4. – С. 693 – 698.
3. Максимович К.А. Роль микроорганизмов в формировании химического состава минеральных вод//Взаимодействие между водой и живым веществом. – М.: Наука, 1979. –Т.1. – С.181– 187.

КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА СЕЛА КАФТАНЧИКОВО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Шушканова

Научный руководитель доцент Р.Ф. Зарубина

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Село Кафтанчиково и деревня Барабинка расположены на левом берегу реки Томи, в 13км. от города Томска. Близ сел протекают река Томь и речка Ум.

Актуальность работы – необходимость контроля за качеством питьевой воды, т.к. качество воды определяет прогресс развития общества. Человек в процессе своей жизнедеятельности предъявляет к качеству используемой воды конкретные требования, устанавливая нормативы качества для вод различного назначения.

Цель работы – провести сравнительный анализ качества подземных вод района села Кафтанчиково и деревни Барабинка разных глубин залегания, оценить степень соответствия питьевому назначению.

В данной работе проанализированы пробы вод отобранных в с. Кафтанчиково и д. Барабинка из действующих водозаборных скважин (скв. № 1, 2, 3) и скважины пробуренной для личного использования (скв. № 4). Пробы воды на химический анализ были отобраны в ноябре месяце 2006 г. Данные по скважинам приведены в таблице 1. Данные сравнительного химического анализа приведены в таблице 2.

Таблица 1

Условия эксплуатации скважин

	Скв. №1, д. Барабинка	Скв. №2, с. Кафтанчиково	Скв. №3, с. Кафтанчиково	Скв. №4, д. Барабинка
Год ввода	1987	1971	1986	2006
Глубина, м	115	142	130	10
Фильтр	8"- каркасный	Бесфильтровой	Дырчатый	-
Дебит, м ³ /с	7,2	22	8	-

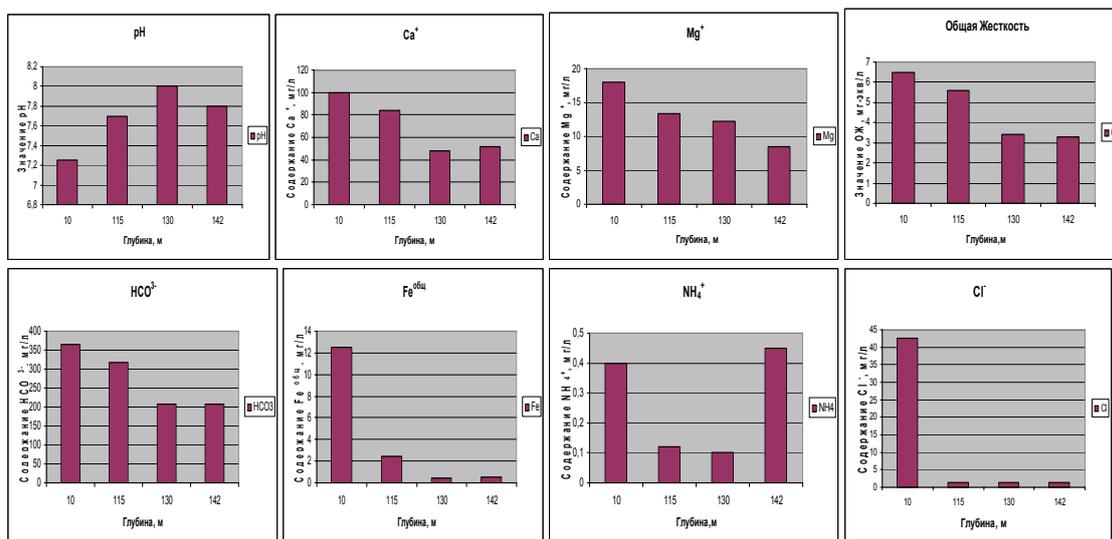
По анионно-катионному комплексу составлена формула Курлова.

Для Скв. № 1, д. Барабинка: $\text{M } 0,4 \frac{\text{HCO}_3 94,7}{\text{Ca } 75 \text{ Mg } 19,6}$ pH 7,65 Ж 5,6 Fe 2,45.

Для Скв. № 2, с. Кафтанчиково: $\text{M } 0,3 \frac{\text{HCO}_3 93,7}{\text{Ca } 65 \text{ Mg } 17,5 \text{ Na } 17,5}$ pH 7,8 Ж 3,3 Fe 0,54.

Для Скв. № 3, с. Кафтанчиково: $\text{M } 0,3 \frac{\text{HCO}_3 93,7}{\text{Ca } 58,5 \text{ Mg } 24,4 \text{ Na } 17}$ pH 8 Ж 3,4 Fe 0,46.

Для Скв. № 4, д. Барабинка: $\text{M } 0,5 \frac{\text{HCO}_3 80 \text{ Cl } 16}{\text{Ca } 72,3 \text{ Mg } 21,7}$ pH 7.25 Ж 6,5 Fe 12,5.



Воды по составу пресные, гидрокарбонатные, кальциевые, слабощелочные, умеренно-жесткие, с преобладанием компонента-загрязнителя железа.

По данным таблицы в пробах воды содержание Fe превышает ПДК для д. Барабинка (глубина скв. 115 м) в 8 раз, для с. Кафтанчиково (глубина скв. 142 м) – 1,8 раза, для с. Кафтанчиково (глубина скв. 130 м) – 1,5 раза, а на глубине 10м. в д. Барабинка – превышение железа составило 42 раза. Подходя более строго и рассматривая с точки зрения рекомендуемых пределов по С.Л. Шварцеву в с. Кафтанчиково превышение наблюдается по (HCO₃, Ca, pH), д. Барабинка (M, HCO₃, Mg, Ca, pH, Cl).

Для достижения соответствия содержания компонентов по рекомендуемым пределам С.Л. Шварцева, желательно понизить наличие HCO₃⁻ и Ca²⁺ в воде методом H⁻, Na – катионирования. Изменение компонентов по глубине более наглядно представлено в виде графиков, где можно отметить следующее, что с глубиной содержание компонентов уменьшается.

Подземная вода из скважин глубиной 115 м, 130 м и 145 м, которая используется для хозяйственно-бытовых нужд население по всем показателям подходит для потребления, которые установлены в СанПиНе 2.1.4.1074 – 01, где питьевая вода нормируется по 4 группам показателей: 1. вода должна быть безопасна в эпидемиологическом отношении; 2. вода должна быть безвредна по химическому составу; 3. Вода должна иметь благоприятные органолептические свойства; 4. Вода должна быть безопасна в радиационном отношении. Данная вода относится к 1,2 классу качества по ГОСТ – 276 – 81.

Подземная вода из скважины глубиной 10м. не пригодна для использования (как для питья, так и для хозяйственных нужд). Она имеет запах – 4 балла (запах, обращающий на себя внимание и делающий воду

непригодной для питья; характер запаха – гнилостный; род – фекальный), мутность – 42,3 мг/л, высокое содержание Cl и Fe. Данная вода относится к 3 классу качества.

Таблица 2

Химический состав подземных вод

№	Компоненты	Скв. №1, д.Барабинка	Скв. №2, с.Кафтанчиково	Скв. №3, с.Кафтанчиково	Скв. №4, д.Барабинка	Рекомендуемые пределы по С.Л. Шварцеву [2,3]	ПДК _{пн} г [1]
1	pH	7,7	7,8	8	7,25	6,8-7,2	6-9
2	NH ₄ ⁺ , мг/л	0,12	0,45	0,1	1,5		2
3	NO ₂ ⁻ , мг/л	< 0,003	0,12	0,025	0,02		3
4	PO ₄ ³⁻ , мг/л	0,5	0,57	0,58			3,5
5	Fe ^{общ} , мг/л	2,45	0,54	0,46	12,5		0,3
6	CO ₂ , мг/л	7,92	2,64	2,64	220		
7	CO ₃ ²⁻ , мг/л	-	-	-	-		
8	HCO ₃ ⁻ , мг/л	317,2	207,4	207,4	366	50-160	
9	SO ₄ ²⁻ , мг/л	10,1	6,7	5,9	4	3-12	500
10	Cl ⁻ , мг/л	1,32	1,39	1,39	42,6	2-10	350
11	Об.ж., мг-э/л	5,6	3,3	3,4	6,5		7
12	Ca ²⁺ , мг/л	84	52	48	100	15-30	
13	Mg ²⁺ , мг/л	13,42	8,54	12,2	18	3-12	
14	Na ⁺ , мг/л	8 ± 1,1	16 ± 2,2	16 ± 2,2	8	5-20	
15	K ⁺ , мг/л	0,95 ± 0,1	0,95 ± 0,1	0,95 ± 0,1	0,6	0,5-3	
16	Li ⁺ , мг/л	0,006	0,007	0,007	0,009		0,03
17	Sr ⁺ , мг/л	0,4	0,4	0,4	1,16		7
17	Si, мг/л	5,65	8,7	8,55			10
18	Mn, мкг/л	65,2	76,2	45,4	103		0,1
19	Pb, мкг/л	1,06	0,36	0,88	0,26		0,03
20	Cu, мкг/л	0,68	0,48	2,2	1,3		1
21	Zn, мкг/л	10,4	7,31	5,39	2,64		5
22	Cd, мкг/л	0	0	0	0,03		0,001
23	As, мкг/л	1,5	0,017	0			0,05
24	NO ₃ ⁻ , мг/л	1,36	0,6	1,54		0,3-3	45
25	F ⁻ , мг/л	0,28	<0,10	<0,10		0,1-0,5	1,2-
26	Пок, мгО ₂ /л	1,04	1,36	1,76			5
27	M, мг/л	400	300	300	500	100-300	1000
28	ХПК,				0,18		

Литература

1. СанПин 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2006.
2. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: ОАО «Недра», 1998. – 366 с.
3. Шварцев С.Л., Копылова Ю.Г. Оценка качества питьевой воды скважин «ТМК» в процессе ее водоподготовки, поиск новых источников высокой качественной воды в районе города Томска: Отчет по НИР – Томск, 2001.

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ ВЕРХНЕЧОНСКОГО
ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)**

И.И. Юрчик

Научный руководитель профессор В.В. Антонов

**Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова,
г. Санкт-Петербург, Россия**

Процессы добычи нефти часто сопровождаются отложением твердых осадков неорганических веществ. В составе осадков преобладают сульфаты кальция, бария и стронция (гипс, ангидрит, барит, целестин), карбонаты кальция и магния (кальцит, доломит, магнезит), хлориды натрия (галит), минералы кремния (кварц, халцедон) и др. Вторичное минералообразование в СПИД может привести не только к выводу из строя дорогостоящего оборудования, трудоемким ремонтным работам, но и к изменению коллекторских свойств пласта. В связи с этим актуальным является изучение процессов солеотложения при использовании СПИД.

Верхнечонское газонефтяное месторождение открыто в 1978 г., расположено в бассейне верхнего течения р. Чоны – правого притока р. Вилюй, северо-восточнее г. Усть-Кута и севернее г. Киренска. Месторождение приурочено к одноименной антиклинальной структуре, выявленной по подсолевым отложениям

венд – кембрия в центральной части Непского свода. Нефтегазоносность связана в основном с непской свитой терригенного комплекса венда [2].

Проведение численного физико-химического моделирования изменения состава различных химических типов вод в процессе закачки их в продуктивные пласты осуществлялось с использованием программного комплекса HydroGeo (ПК HG32) [1].

Моделирование включало пересчет анализов основных типов вод при лабораторных условиях (восстановление баланса электронейтральности и устранение начального пересыщения из-за возможных погрешностей анализа), изменение РТ-условий на пластовые - перевод растворов в пластовые условия (имитация "перемещения" раствора на забой) и смешения закачиваемых вод с пластовой водой. После каждого из этих шагов моделировалось выпадение минералов, в отношении которых возникало пересыщение раствора или смеси, и взаимодействие смеси с условной породой пласта.

Исходя из имеющихся анализов и ожидаемого состава, выпадающих и растворяющихся минералов, в систему моделирования были включены ионы H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , OH^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Br^- , SiO_2^0 , H_2O , CO_3^{2-} и CO_2^0 , а также минералы $NaCl$ – галит, $CaSO_4$ – ангидрит, $CaSO_4(H_2O)_2$ – гипс, $SrSO_4$ – целестин, $CaMg(CO_3)_2$ – доломит, $CaCO_3$ – кальцит, $SrCO_3$ – стронцианит, $MgCO_3$ – магнезит и SiO_2 – кварц.

В качестве "лабораторных"

РТ-условий принимались 22 °С и 0.1 МПа, а пластовых – 15 °С и 16 МПа. Порода продуктивного пласта задавалась состоящей из кварца, полевых шпатов, ангидрита, слюд в соотношении 60 : 25 : 14 : 1 %-объема, соответственно, при пористости 9 %, что приблизительно отвечает усредненному составу реальных пород непской свиты.

Выполненные расчеты показывают, что закачка любых из использованных при моделировании растворов приводит к развитию тех или иных гидрогеохимических процессов, которые должны быть учтены при обосновании выбора рабочего агента ППД. В рассматриваемых условиях, среди всех рассматривавшихся минералов, в этих процессах участвовали только доломит, ангидрит, целестин и кварц. Изменений в отношении других минералов расчеты не выявили.

На рисунке видно, что при закачке речной воды хлоридно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава, в продуктивных пластах развиваются растворение ангидрита (2,13 г/л, что соответствует около 0,7 см³ на каждый литр закачанной речной воды) и высаживание из смесей с пластовой водой доломита и целестина (до 0,01 и 0,05 см³/л, соответственно).

Бликие результаты дает закачка в продуктивные пласты пресных гидрокарбонатно-сульфатных магниевых-кальциево-натриевых вод (растворении ангидрита и кварца до 0,47 и 0,002 см³/л, соответственно), либо гидрокарбонатно-хлоридных кальциево-магниевых (растворение ангидрита и кварца до 0,69 и 0,001 и выпадение доломита и целестина – 0,01 и 0,063 см³/л соответственно) и соленоватых сульфатных кальциево-магниевых подземных вод (растворение ангидрита и кварца – до 0,47 и 0,002, выпадение доломита и целестина – до 0,014 и 0,047 см³/л, соответственно), заполняющих верхние горизонты разреза, сложенного породами триасового, ордовикского и верхне- и среднекембрийского возраста. От закачки речной воды геохимические результаты закачки таких вод отличаются заметно меньшей их агрессивностью в отношении ангидрита. При этом последняя частично компенсируется замещением ангидрита целестином, а также практическим отсутствием высаживания из смесей кремнезема и неоднозначным, но также слабым, взаимодействием с карбонатами.

Нагнетание слабых хлоридных натриевых рассолов выщелачивания, заполняющих горизонты нижней части надсолевой формации в зонах замедленного и весьма замедленного водообмена, сопровождается, в отличие от пресных и соленоватых вод, уже не ростом, а снижением емкости и проницаемости коллекторов за счет высаживания сульфатов кальция (1,79 г/л – 0,6 см³/л) и стронция (0,2 г/л – 0,5 см³/л). Причем с ростом минерализации сильно соленых вод и рассолов выщелачивания эта тенденция возрастает, достигая уже в слабых рассолах примерно 0,6-0,7 см³ потери пустотности в результате закачки 1 л воды. При этом карбонатные

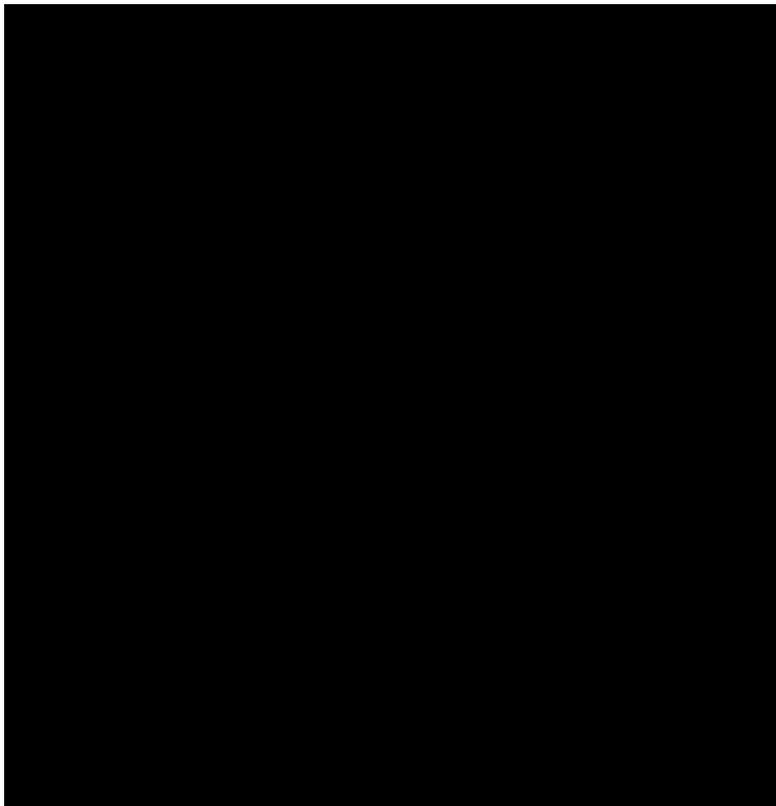


Рис. Суммарные объемы выпадения-растворения минералов (объемы в см³/л, М в г/л)

минералы на разных стадиях взаимодействия могут, как в небольших количествах высаживаться, так и растворяться, а кварцевый цемент преимущественно слабо растворяется.

Существенно меньше ухудшение коллекторских свойств пород при использовании в качестве агента заводнения метаморфизованных хлоридных натриево-кальциевых и кальциевых рассолов соленосной формации. Кварц и доломит, в этом случае преимущественно растворяются смесями нагнетаемых и пластовых вод. Ангидрит на фронте вытеснения пластовой воды (при высоких её содержаниях в смеси) замещается целестином, который в этой зоне также осаждается самостоятельно, тогда как в зоне нагнетания (при преобладании вод нагнетания в смеси) наблюдается садка ангидрита и отсутствие высаживания или растворения целестина. Несколько неожиданным стало, что галит при моделировании нигде не выпадает, что, видимо, связано с ростом растворимости этого минерала при повышении температуры (при нагнетании это всегда именно так).

Таким образом, с точки зрения растворения/осаждения минералов в результате закачки в продуктивные пласты, различных природных вод предпочтительными являются метаморфизованные рассолы межсолевых карбонатных горизонтов, хотя их нагнетание и сопровождается выпадением из раствора некоторого количества сульфатных минералов. Кроме того, эти рассолы обладают наиболее высокой среди всех других типов природных вод нефтеотмывающей способностью. При этом из полученных данных очевидно, что в значительной мере вторичное сульфатообразование может быть снижено, а возможно и полностью компенсировано, если эти рассолы до закачки разбавить речной водой или водами зоны активного водообмена низкой минерализации (пресными и/или солоноватыми). Проведенное в этой связи дополнительное моделирование показало, что если, например, к 80 частям рассола нижнебельского горизонта (проба из скв. Км-3) добавить 20 частей пресной воды из горизонта байкитской свиты (проба 7610), то результирующий раствор станет практически инертным агентом нагнетания.

Лицензионный участок и проектируемый промысел хорошо обеспечены запасами пресных поверхностных вод рр. Чона, Нюя, Нижняя Тунгусска. Подземные воды перспективной для организации хозяйственно-питьевого, технического и технологического водоснабжения надвендской толщи в его пределах в настоящее время практически не изучены. Тем не менее, по косвенным сведениям можно ожидать, что здесь будет установлена хорошая обеспеченность пресными и солеными подземными водами выщелачивания, из которых наибольший интерес представляют песчаные горизонты в отложениях ордовика, пласты песчаников, известняков и доломитов в породах эвенкийской и оленчминской свит, на глубинах до 300-400 м, которые в других районах обеспечивают производительность скважин до 30-50 тыс. м³/год. При этом нужно учитывать, что в гидрогеохимическом отношении сильно соленые воды и рассолы выщелачивания нижней части надсолевой формации неблагоприятны для использования в СППД. Наилучшим же качеством в этом отношении обладают межсолевые метаморфизованные рассолы, среди которых наибольший интерес, видимо, будут представлять горизонты доломитов верхнебельской подсвиты и осинский горизонт на глубинах 860-1250 и 1200-1600 м, соответственно. Производительность первого на соседнем Даниловском участке при единичных испытаниях в пересчете на год достигала 20 тыс. м³/год, а второго – 70 тыс. м³/год. Обеспеченность промысловых нужд запасами таких метаморфизованных подземных рассолов пока проблематична. По предварительным данным их качество улучшается при разбавлении пресными и слабо солеными подземными водами в соотношении около 8 : 2. Очевидно также, что в СППД необходимо утилизировать и все попутно добываемые рассолы.

Для обоснования эксплуатационных запасов подземных вод планируемых для хозяйственно-питьевого, технического и технологического применения необходимо проектирование и выполнение поисково-разведочных гидрогеологических работ.

Литература

1. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач. // Известия Томского политехнического университета. - 2002. - Т. 305. - Вып. 6. – с. 348-365.
2. Литология и условия формирования резервуаров нефти и газа Сибирской платформы /Сост. Т.И. Гурова, Л.С. Чернова, М.М. Потлова и др. – М.: Недра, 1988. – 254 с.