

Для изучения распределения химических элементов в толще воды был подсчитан для каждого озера коэффициент равный отношению содержания химического элемента в приповерхностном слое воды к содержанию того же химического элемента из придонного слоя. В результате данных подсчётов все микроэлементы можно разделить на три группы:

1 группа – микроэлементы с расчетным коэффициентом значительно меньше единицы во всех исследуемых озёрах, что свидетельствует о концентрации химических элементов в придонном слое воды. К таким элементам относятся Ti, Co, Ga, Rb, Y, Zr, Nb, Ba, Ce.

2 группа – элементы, распределение которых в толще воды происходит равномерно и подсчитанный коэффициент варьирует от 0,5 до 1,5, и в эту группу элементов относятся Sc, V, Cr, Ni, Cs.

3 группа – все оставшиеся элементы, коэффициенты которых для вод разных озёр сильно варьируют.

Для элементов третьей группы выявлены повышенные концентрации в придонном слое только в некоторых из исследуемых озёр, в остальных случаях, распределение по водной толще более равномерное:

- Zn – в озере возле деревни Коларово (1,2), в озере Белое (2,0);
- Sr – в озере Белое (2,0);
- Ta – в озере возле деревни Коларово (1,5), в озере Белое (2,0), в озере возле деревни Казанка (3,0);
- La – в озере Тартма (1,1);
- Hf – в озере Тартма (1,3), в озере Полой (1,5), в озере Кривое (3,0);
- Be – в озере Тартма Be (2,0);
- U – в озере возле деревни Коларово (1,2), в озере возле деревни Казанка (1,5), в озере Белое (3,6);
- Th – в озере Полой (1,2).

Таким образом, при дальнейших исследованиях данных озёр нужно учитывать, что содержания Ti, Co, Ga, Rb, Y, Zr, Nb, Ba, Ce значительно выше в придонном слое, содержания Sc, V, Cr, Ni, Cs равномерно распределены по всей толще воды во всех озёрах, а при исследовании озёр на состав химических элементов, таких как Be, Zn, Sr, La, Hf, Ta, Th и U, следует обратить особое внимание, так как их содержания в некоторых озёрах распределены неравномерно.

Литература

1. Бракоренко Н. Н., Пасечник Е. Ю. Загрязнение грунтовых вод городских территорий нефтепродуктами (на примере города Томска) // Экология урбанизированных территорий – Москва, 2015. - № 3. – С. 50 – 55.
2. Иванов А. Ю. Закономерности распределения химических элементов в вертикальном профиле донных отложений слабопроточных водоемов Томского района // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2016. – № 12. – С. 88 – 101.
3. Парначёв В. П., Архипов А. Л. О некоторых геохимических особенностях родниковых вод окрестностей города Томска // Роговские чтения: проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии урбанизированных территорий – Томск, 2015 – Т. 1 – С. 49 – 51.
4. Семёнова Н. М., Назаров А. Д., Сидорина Н. Г., Тишин П. А. Исследование и охрана радоновых источников в окрестностях г. Томска // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2016. – № 7. – С. 22 – 34.
5. Шварцев С. Л., Савичев О. Г. Качество речных вод и проблемы управления водопользованием в бассейне реки Томи // Вычислительные технологии – Новосибирск, 2006. – № S6. – С.67 – 78.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЙМЫСОВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Т.С. Спиридонов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

При эксплуатации месторождений Каймысовской нефтегазоносной области используются воды апт-альб-сеноманских и верхнеюрских отложений, причем наилучшими свойствами обладают воды апт-альб-сеноманских отложений, что подтвердила длительная практика их использования на месторождениях Западной Сибири. Ограничений к использованию вод данного типа нет в связи с их значительными запасами в пределах районов нефтедобычи. При эксплуатации месторождений стоит проблема оценки качества вод с позиции возможного солеобразования [2,3]. Отрицательным геохимическим следствием разработки месторождений методом заводнения, является отложение неорганических карбонатных солей на нефтепромысловом оборудовании. Кроме того, разработка многих месторождений Каймысовской нефтегазоносной области достигла поздних заключительных стадий, когда складываются благоприятные условия для усиления коррозии нефтепромыслового оборудования и ухудшения состояния призабойной зоны нагнетательных скважин. В связи с этим, оценку качества вод необходимо рассматривать с позиции разработки методики оценки склонности вод к отложению неорганических солей на основе расчетов химического равновесия в системе вода-порода [4].

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Изучение геохимии подземных вод Западно-Сибирского мегабассейна началось в середине 50-х годов. Большой вклад в исследование данной проблемы внесли Н.Н. Ростовцев, А.А. Розин, М.С. Гуревич, В.Б. Тороговцева, О.В. Равдоникас. В дальнейшем геохимией подземных вод занимались А.Э. Конторович, Н.М. Кругликов, Г.П. Богомяков, Б.П. Ставицкий, Л.М. Зорькин, Ю.Г. Зимин, П.А. Удодов, В.М. Матусевич, С.В. Егоров, С.Л. Шварцев, И.И. Нестеров, А.Д. Назаров, В.Ф. Никонов, Г.Д. Гинзбург, В.Г. Иванов и многие другие ученые. В результате проведенных исследований изучен химический состав подземных вод, а также геохимия отдельных элементов бассейна, были выявлены вертикальная и латеральная геохимическая зональности.



Рис. Обзорная карта месторождений
Каймысовской нефтегазоносной
области

Объектом наших исследований являются воды нефтяных месторождений Каймысовской нефтегазоносной области Западной Сибири (рис.) апт-альб-сеноманского и верхнеюрского водоносных комплексов. Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс характеризуется наличием горизонтальной гидрогеохимической зональности, типичной для региона в целом. Это, прежде всего, увеличение минерализации, содержания макро- и микрокомпонентов в северо-западном направлении. Минерализация изменяется от 7,25 до 21 г/л, но на большей части исследуемой территории составляет 16-20 г/л. В пределах верхнеюрского комплекса прослеживается аналогичная тенденция увеличения минерализации с 4-6 г/л до 20-22 г/л в том же направлении (табл. 1). Преобладающим типом вод является хлоридный натриевый. В пределах верхнеюрского комплекса также встречен хлоридный натриево-кальциевый тип вод. Содержание хлор-иона изменяется от 92 до 99 %-экв., натрий-иона – от 77 до 90 %-экв., кальций-иона – от 4 до 15 %-экв. Воды апт-альб-сеноманского комплекса характеризуются, в основном, слабокислой реакцией (рН колеблется в пределах 6,3-6,6), крайне низким содержанием или отсутствием сульфат-иона. В то время как значения рН вод верхнеюрского комплекса является нейтральным или слабощелочным (рН в пределах 7,3-7,5). В водах апт-альб-сеноманского и верхнеюрского комплексов установлен широкий спектр микрокомпонентов. Среднее значение брома 39,4 мг/л и 40,1 соответственно. Среднее содержание йода по комплексам изменяется от 0,3 до 3,0 л/л и от 0,5 до 3,6 л/л соответственно. Кроме того, в водах обнаружен бор, среднее содержание которого изменяется от 9,8 мг/л в апт-альб-сеноманском комплексе до 12,7 мг/л в

верхнеюрском. Содержание в водах кремния по комплексам варьирует от 12,7 до 17,3 мг/л. В целом, изменение содержания микрокомпонентов в водах апт-альб-сеноманского и верхнеюрского комплексов соответствует изменению их минерализации. Степень насыщенности подземных вод вторичными минералами устанавливалась по величине индекса неравновесности. Расчеты проводились с использованием программного продукта HydroGeo (таблица 2).

Таблица 1

Химический состав подземных вод Каймысовской НГО

Показатели	Ед. измерения	Гидрогеологические комплексы	
		Апт-альб-сеноманский	Верхнеюрский
Свита	-	покурская	васюганская и ее возрастные аналоги
Пласт	-	ПК _{1,24}	Ю ₁
Мощность	м	800-1350	50-500
Т воды	°С	15-75	70-114
Р пласта	МПа	4-23	24-46
Солевой состав вод (по С.А. Щукареву)	-	Cl-Na, Cl-HCO ₃ -Na	Cl-Na, Cl-Na-Ca, Cl-HCO ₃ -Na
Химический состав подземных вод*			
pH	-	6,2-6,3(6,25)	7,3-7,5(7,4)
M(среднее)	г/л	7,2-20,5(13,9)	15,4-31,1(22,8)
Ca ²⁺	мг/л	255-287(271)	609-663(638)
Mg ²⁺	“	58-72(65)	(65-80)73
Na ⁺	“	4320-4716(4518)	5604-5904(5754)
K ⁺	“	128-140(134)	174-204(189)
NH ₄	“	15,4-25,8(20,6)	28,8-39,2(34,0)
Cl ⁻	“	7856-8118(7987)	12823-13049(12891)
SO ₄ ⁻	“	19-25(22)	38-46(42)
HCO ₃ ⁻	“	537-693(615)	824-1016(920)
Br	“	32,4-37,4(34,9)	35,3-44,9(40,1)
SiO ₂	“	15,9-18,7(17,3)	17,1-31,5(24,3)
B	“	7,2-12,4(9,8)	10,2-15,2(12,7)
I	л/л	0,3-3,0(1,65)	0,5-3,6(2,05)

*Использована фондовая информация ФГУ ТФИ по Томской области и материалы кафедры ГИГЭ ТПУ
*От-до (среднее)

Таблица 2

Степень насыщенности (L) подземных вод к карбонатным, сульфатным и хлоридным минералам

Водоносные комплексы	Равновесные (L > 0)	Близки к равновесию (0 > L > -5)	Умеренно недонасыщенные (-5 > L > -10)	Недонасыщенные (-10 > L > -15)
Апт-альб-сеноманский	CaCO ₃ к, MgCO ₃ , CaMg(CO ₃) ₂	CaCO ₃ а, FeCO ₃	NaCl, CaSO ₄	NaCl
Верхнеюрский	CaCO ₃ к, MgCO ₃ , CaMg(CO ₃) ₂ , FeCO ₃	CaCO ₃ а, SrCO ₃ , SrSO ₄	NaCl, CaSO ₄	NaCl, FeCO ₃

Таким образом, рассматриваемые воды юрских и меловых отложений являются слабощелочными хлоридными натриевыми и иногда хлоридными гидрокарбонатными натриевыми. В среднем минерализация подземных вод изменяется от 13,9 до 22,8 г/л. Выявлена закономерность постепенного повышения насыщенности вод с минералами вмещающих пород с увеличением глубины их проникновения. Оценка степени насыщенности подземных вод месторождений Каймысовской нефтегазоносной области проводилась по отношению к карбонатным, сульфатным и хлоридным минералам. Было выяснено, что с сульфатными и хлоридными минералами воды неравновесны. Из карбонатных минералов равновесие отмечается с кальцитом, доломитом, магнезитом и сидеритом. Исходя из гидрогеохимической характеристики комплексов, можно предположить, что в скважинах, на исследуемых объектах, большую долю компонентов промышленных отложений будут составлять карбонатные минералы.

Литература

1. Ибрагимов Н.Г. Осложнения в нефтедобыче / Н.Г. Ибрагимов, А.Р. Хафизов, В.В. Шайдаков; под ред. Н.Г. Ибрагимова, Е.И. Ишемгужина. – Уфа: Монография, 2003. – 302с.
2. Кашавцев В.Е. Солеобразование при добыче нефти / В.Е. Кашавцев, И.Т. Мищенко. – М., 2004. – 432 с.
3. Крабтри М. Борьба с солеотложениями–удаление и предотвращение их образования / М. Крабтри, Д. Эслингер, Ф. Флетчер, М. Миллер // Нефтегазовое обозрение. – 2002. – № 2. – С. 52-73.
4. Шварцев С.Л. О равновесии артезианских вод Западно-Сибирского бассейна с горными породами / С. Л. Шварцев, С. А. Юшков, В. Г. Иванов // Геология, гидрогеология и инженерная геология Западной Сибири. - Тюмень, 1982. - С. 32-41. - Библиогр.: 40-41 (16 назв.)