

пределах фона. Исследования 1998 г. показали резкое увеличение содержание хлорид-иона в этих же скважинах до 280-326 мг/дм³. Это свидетельствует о расширении границ гидрогеохимической аномалии [3].

По данным ТКГРЭ (1984-1995гг.) и ОГУП ТЦ «Томскгеомониторинг» (1995-2003), трансформация фонового состава подземных вод палеогенового комплекса отмечается в скважинах 444р, 458р и 218р – на северо-западе Обь-Томского междуречья, и в скважинах 344р, 351р, 505р и 507р – на востоке. Натрий и хлор появляются закономерно во времени, часто в не эквивалентных друг другу количествах. Концентрации хлор- иона здесь достигают 270-550, а натрия – 153-230 мг/л, которые практически полностью замещают собой другие ионы, а минерализация вод возрастает до 700-1220 мг/л.

В настоящее время по результатам исследования АО «Томскгеомониторинг», в которых автор участвовала во время летней производственной практики, также на фоне пресных вод гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава в палеогеновом комплексе выделяют эти локальные хлоридно-натриевые аномалии. По данным МП «Томскводоканал» (2001), после снятия нагрузки на скважину состав вод в ней постепенно изменяется на фоновый. [5]

Таким образом, на основе гидрохимических данных выявляется взаимосвязь водных объектов района Томского водозабора. Восполнение ресурсов подземных вод происходит в результате инфильтрации атмосферных осадков, в связи с чем, активная застройка территории левобережья и последующая возрастающая антропогенная нагрузка негативно скажется на составе подземных вод. Вблизи русла р. Томи отмечаются также горизонтальные перетоки [4]. Об этом свидетельствует присутствие в подземных водах в скважинах характерных для речной воды загрязнителей, единственным объяснением появления которых является инфильтрационное поступление из реки.

В процессе интенсивной эксплуатации водозабора образовалась воронка депрессии, границы распространения которой остаются спорным вопросом, за счет чего в палеогеновый водоносный горизонт начали вовлекаться подземные воды меловых и палеозойских отложений [2, 6].

В настоящее время необходимо разработать систему мероприятий по минимизации антропогенного воздействия на территории левобережья. Кроме того, необходимо разработать систему управления водными ресурсами на рассматриваемой территории, целью которой будет поддержание баланса между экономическими интересами водопользователей и поддержание экологической ситуации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429 мол_а.

Литература

1. Колоколова В.О. Геохимия подземных вод района Томского водозабора (Томская область): канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2003. – 197 с.
2. Попов В.К. и др. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
3. Попов В.К. и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, Изд-во «Печатная мануфактура», 2002. – 143 с.
4. Рогов Г.М. Гидрогеология и геоэкология Кузнецкого угольного бассейна. – Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, 2000. – 167 с.
5. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2014 г. Информационный бюллетень, выпуск 20, АО «Томскгеомониторинг» – Томск: ООО «Д-принт», 2015 – 84 с.
6. Шварцев С.Л., Лукин А.А. О некоторых спорных проблемах Томского подземного водозабора // Обской вестник. № 3-4. – 1999 г. – с. 126-131.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АПТ-СЕНОМАНСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.С. Спиридонов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Солеотложение на нефтяных объектах во время разработки и эксплуатации месторождений – это многогранный и сложный процесс. Более активно он проявляется при росте обводненности скважин. Солеобразование ведет к уменьшению продуктивности скважин, поломкам на глубиннонасосном оборудовании, в результате чего становится необходимым внеплановый капитальный ремонт. Таким образом, это приводит к снижению технико-экономических показателей на предприятиях нефтедобычи. Изучение динамики химического состава попутно добываемых вод, является необходимым для прогнозирования солеотложения на нефтепромысловом оборудовании. Проблема улучшения показателей эффективности нефтедобычи напрямую связана с выявлением отложения неорганических солей в скважинах при эксплуатации. В результате того, что на сегодняшний день большая масса месторождений нашей страны находятся на стадии интенсивного обводнения, изучение отложения солей приобретает особую актуальность [2].

В виду своей большой практической значимости, проблемой солеобразования в Западной Сибири занимались многие исследователи. Большинство работ по этой теме было опубликовано уже в 2000-х годах. Коллектив из Тюменского нефтегазового университета во главе с Семеновой Т.В., сделали попытку проследить

изменение ионно-солевого состава пластовых вод на стадии разработки нефтяных месторождений. Еще одна группа ученых Галеев Р.Г., Дияшев Р.Н., Саттарова Ф.М., Потапов С.С. из разных научно-исследовательских институтов, провели исследование минерального состава,

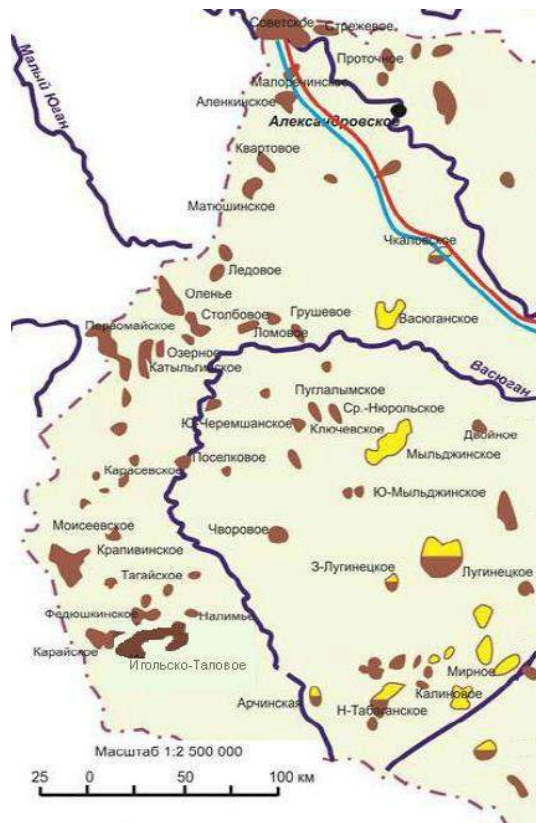


Рис. 1. Обзорная карта месторождений Каймысовского свода Западной Сибири

а так же попытались выявить причины отложения солей на оборудовании. Сотрудники института проблем нефти и газа РАН: Абукова Л.А., Иванова А.Е., Исаева Г.У., детально изучали эту проблему в аспекте задач нефтепромысловой практики и, выработали технологию автоматизированного выбора метода изучения минерального солеотложения в пластовых и скважинных условиях. Прогнозом внутрипластового отложения сульфатных солей при добыче нефти, занимались сотрудники Архангельского государственного технического университета, под руководством Бабиковой А.И. Кроме этого вплотную с проблемой солеотложения, столкнулся коллектив авторов из Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина: Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Герасимов И.Н., Клименко К.И. и др., при разработке программно-аппаратных комплексов защиты скважинного оборудования от отложения солей.

Заводнение продуктивных пластов – это главный метод при разработке нефтяных месторождений. Геохимические процессы взаимодействия породы пласта с закачиваемой водой ведут к появлению попутно добываемых вод, которые насыщены неорганическими солями [1]. Наиболее часто встречаемые компоненты промысловых отложений это карбонат кальция, сульфат кальция и сульфат бария. Как правило, это смесь из нескольких компонентов с мелкими терригенными частицами, либо с продуктами коррозии. Процесс образования твердого осадка протекает в несколько стадий. Его развитие начинается с насыщенного раствора в виде формирования нестабильных кластеров. После этого, атомные кластеры преобразуются в мелкие

кристаллы-зародыши, формируя первичные зоны кристаллизации. Постепенно кристаллы растут в результате адсорбции ионов на их поврежденных участках. Увеличиваясь в размере они объединяются в более массивные агрегаты. Со временем в растворе образуются столь крупные агрегаты кристаллов, что они не способны больше находиться во взвешенном состоянии в растворе, тогда и происходит выделение осадка [3,5].

Объектом исследования являются воды нефтяных месторождений Каймысовского свода Западной Сибири (рис.1), которые входят в состав апт-альб-сеноманского водоносного комплекса. Для прогнозирования солеотложения на вышеупомянутых объектах, необходимо дать гидрогеохимическую характеристику этого комплекса. Наиболее ранние сообщения о сеноманских водах встречаются в работах Кучина М.И. и Гуревича М.С. В 1960 г была опубликована монография, выполненная коллективом авторов ВНИГРИ (Н.В. Дуброва, Н.М. Кругляков, М.А. Помарнацкий, В.Б. Торгованова) «Воды и газы палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири», содержащая большой фактический материал по подземным водам и газам отложений Западно-Сибирского артезианского бассейна. Наиболее полно освещаются апт-сеноманский комплекс Западно-Сибирского артезианского бассейна, закономерности его гидродинамической обстановки и химического состава вод в диссертации А.Д. Назарова, в работах сотрудников ВСЕГИНГЕО и СНИИГТиМСА (А.А. Бездетный, В.Г. Иванов и др.). В 1979-1980 гг кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института проведены работы по изучению геохимии подземных вод Западно-Сибирского бассейна в связи с проблемой формирования химического состава, нефтегазоносности, народно-хозяйственного использования и охраны от загрязнения и гидрогеологии нефтяных месторождений и прогнозной оценки запасов подземных вод апт-сеноманских отложений в связи с заводнением продуктивных пластов под руководством А.Д. Назарова. В 1981-1984 г.г. этим же коллективом были проведены более детальные исследования прогнозных запасов промыслово-технических вод апт-сеноманского комплекса на структурах 1, 2 и 3 порядков. В итоге проведенных исследований был дан анализ особенностей площадной изменчивости коллекторских свойств и гидрогеологических условий апт-сеноманских отложений. Было выяснено, что химический состав промыслово-технических вод в пределах нефтедобывающих районов не выдержан. Различия наблюдаются в минерализации, содержании кальция, сульфатов, водорастворенных газов[4].

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 10,25 (Вахское месторождение) до 21 г/л (Оленье месторождение), но на большей части исследуемой территории составляет 16-20 г/л (таблица 1). Кларки концентрации к воде мирового океана колеблются в небольших

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

Таблица 1

Химический состав подземных вод апт-сеноманского комплекса

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

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

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

Литература

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

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

И.В. Титов

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

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