

УДК 556.314(574.1)

Ж. СЫДЫКОВ, М. А. МУХАМЕДЖАНОВ

ПОДЗЕМНЫЕ РАССОЛЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТОВ СЕВЕРНОГО БОРТА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Рассмотрим подземные рассолы Прикаспийского солеродного бассейна, особый интерес среди которых представляют редко встречающиеся хлоридные магниевые.

Огромная территория Прикаспийской впадины, основная часть которой находится в Республике Казахстан, является крупнейшим в СНГ соле-родным бассейном. Здесь основной соле-носный комплекс связан с кунгурским ярусом нижней перми. Однако некоторые исследователи показали, что галогенные образования в виде отдельных слоев и прослоев калийно-магниевых солей в краевых обрамлениях впадины, особенно на ее севере, содержатся также в ниже- и вышележащих отложениях. В этих отложениях и связанных с ними нефтеводоносных толщах заклю-

чены подземные рассолы различного состава и степени минерализации от 50 до 500 г/л. Их главными и преобладающими компонентами являются ионы хлора, количество которых (от 25 до 378 г/л) рас-тет прямо пропорционально общей концентрации рассолов. Среди них наиболее широко развиты хлоридные натриевые рассолы (см. таблицу).

Концентрация хлоридных натриевых рассолов в соленосных, под- и надсолевых отложениях увеличивается от периферийных частей к центру впадины. Ее величина варьирует от 30 до 330

Химический состав подземных хлоридных магниевых, магниевых-кальциевых и магниевых-натриевых рассолов северного и северо-западного борта Прикаспийской впадины и океанических вод при различной их концентрации

Местоположение скважин, геологический возраст (глубина отбора, м)	Минерализация, г/л	Основные ионы, г/л и %-экв					Состав воды	Отношение	
		Cl*	Mg**	Ca**	Na*	K*		$\frac{rNa}{rCl}$	$\frac{rCa}{rMg}$
Чинаревская, П-2, C ₁ ²⁻³ (3875–3920)	386,3	273,7	73,5	7,2	10,4	20,4	ClMg	0,06	0,06
		99,7	81,8	4,9	6,2	7,1			
Там же, C ₂ ² (3602–3618)	387,5	181,0	76,8	8,2	10,4	18,3	ClMg	0,06	0,06
		99,8	82,7	5,3	5,9	6,1			
Там же, P ₁ kg (1897)	407,3	277,6	67,7	21,4	20,1	12,8	ClMg	0,11	0,19
		99,7	71,1	13,6	11,1	4,2			
Шалкарская, №393, P ₁ kg (850–860)	478,0	342,2	110,4	3,3	10,6	0,6	ClMg	0,05	0,02
		98,6	93,6	1,7	4,6	0,1			
Зап. Тепловская, Г-12, T ₁ (3165–3174)	396,0	270,7	77,2	9,8	18,0	18,3	ClMg	0,06	0,08
		99,9	83,2	6,4	6,1	6,1			
Карагайская, №1, P ₁ kg (1675–1713)	440,0	295,9	45,8	66,4	28,0	2,4	ClMgCa	0,15	0,89
		99,0	44,6	39,7	15,0	0,7			
Шунгайская, ОП-31, T ₁ , (3043–3050)	317,0	191,0	33,3	6,8	52,4	1,5	ClMgNa	0,42	0,12
		99,6	50,7	6,3	42,3	0,7			
Коктауская №3, T ₁ , (2100–2122)	278,0	182,4	35,2	0,4	52,8	1,3	ClMgNa	0,47	0,01
		93,5	55,0	0,1	44,0	0,7			
Океаническая вода, стадия галитовая	330,0	189,0	15,7	0,4	100,0	3,2	ClNa	0,82	0,01
		92,7	22,5	0,1	76,0	1,4			
То же, стадия эпсомитовая	445,0	218,0	79,5	1,1	27,7	16,4	ClMg	0,20	0,01
		74,3	79,5	0,8	14,7	5,0			
То же, стадия карналитовая	550,0	271,0	100,0	2,0	16,5	24,5	ClMg	0,01	0,01
		81,9	85,2	1,0	7,4	6,4			

Примечание. В таблице не приведено содержание сульфатов, гидрокарбонатов и других элементов, не превышающих в составе подземных рассолов 1%-экв.

г/л – в пределах возможной их растворимости. Основными компонентами рассолов помимо хлора являются щелочи (от 87 почти до 100%-экв), главным образом натрий с содержанием до 100–130 г/л. Концентрации других компонентов имеют подчиненный характер, за исключением кальция и отчасти магния, особенно после достижения «гипсовой стадии» выпадения солей из рассола (150 г/л), быстро растут от 10 до 45%-экв. После этого рубежа в «солевом равновесии» в соотношениях оснований (катионов) происходит довольно резкий перелом: хлориды щелочей, уже как менее растворимые соединения при этих условиях, уступают место хлоридам щелочных земель, прежде всего хлоридам кальция.

Хлориды щелочных земель (кальция) формируются, как отметил В. А. Сулин [1], преимущественно в соленосных отложениях при высокой закрытости недр и крайне замедленном водообмене, в конечной стадии глубокой метаморфизации и концентрирования подземных вод. Высокая концентрация хлоридов кальция, в частности самого кальция (до 60–67 г/л), обусловлена в основном не выщелачиванием и растворением соленосных отложений, а вызывается сложными физико-химическими, в том числе ионообменными, процессами при наличии достаточно мощных галогенных образований. При отсутствии или малой мощности таких отложений процессы метаморфизации приводят к образованию в рассолах хлоридов кальция лишь сравнительно невысокой концентрации.

Высококонтрированные хлоридные магниевые рассолы в отличие от хлоридных кальциевых нередко образуются в поверхностных водах и до последнего времени не установлены в подземных водоносных пластах. Поэтому не случайно, что в капитальном классическом труде В. И. Вернадского [2], где в составе подземных пластовых вод впервые выделено до 600 минеральных видов, не были отмечены хлоридные магниевые рассолы. Позже В. А. Сулиным такие рассолы в его гидрохимической классификации нефтяных вод в составе группы подземных вод хлоркальциевого типа были выделены лишь предположительно в виде хлоридных вод магниевой подгруппы [1], без конкретных аналитических данных. О наличии хлоридных магниевых вод среди подземных рассолов не упомянуты и в более поздних обобщающих работах уче-

ных по гидрогеологии нефтяных и газовых месторождений. Лишь в крупной сводной монографии [3], изданной в 1982 г., Е. В. Пиннекер отмечает, что высокие концентрации хлорида магния развиты в месторождениях калийных солей. Такие рассолы с высоким содержанием магния установлены учеными Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР в начале 1970-х годов в водоносных пластах нижнего-среднего карбона и нижней перми в северном и северо-западном бортах Прикаспийской впадины [4, 5].

На северо-западе впадины (структуры Карагай, Коктау и Шунгай) такие рассолы вскрыты скважинами в водоносных толщах кунгурских (и контактирующих с ними нижнетриасовых) отложениях в интервалах глубин от 1675 до 3050 м. Здесь минерализация их составляет от 278 до 440 г/л. В составе рассола концентрации магния не являются абсолютно преобладающими, но достаточно высокими: в хлоридных магниевонатриевых водах (с минерализацией 278–317 г/л) достигают 50–55 %-экв. (при концентрации натрия не более 42–44 %-экв.), а в хлоридных магниевокальциевых (минерализация до 350–440 г/л) – не менее 40–44 %-экв. (при концентрации кальция 6–8 %-экв.). В них в довольно повышенных количествах содержится калий – от 1,3–1,5 г/л в нижнетриасовых отложениях до 5,5 г/л – в кунгурских. Характерные гидрохимические коэффициенты в отмеченных хлоридных магниевокальциевых и магниевонатриевых разностях рассолов изменяются: натрий-хлорный (г Na : г Cl) соответственно от 0,15–0,18 до 0,40–0,47 и кальций-магниевый (г Ca : г Mg) – от 0,60–0,90 до 0,01–0,15. Для сравнения отметим, что в «чистых» хлоридных натриевых и хлоридных кальциевых рассолах величины натрий-хлорных и кальций-магниевых коэффициентов составляют соответственно 0,85–0,99 и 1,3–3,0; 0,87–0,90 и 3–10.

«Чистые» хлоридные магниевые рассолы (с содержанием магния более 75%-экв) вскрыты скважинами в отдельных структурах (Западно-Тепловская, Чинаревская и Шалкарская) севернее и южнее широтного течения р.Урал в водоносных пластах нижнепермских-кунгурских (на глубинах 850–1897 м), артинско-сакмарских (3165–3175), средне (3602–3618), нижнекарбонных (3875–3920) отложений. В этих рассолах концентрация магния абсолютно преобладает (75–94%-экв или до 210 г/л) над концентрациями

натрия (5–11%-экв) и кальция (2–14%-экв). В них величина натрий-хлорного коэффициента составляет 0,05–0,11, а кальций-магниевого – 0,02–0,19. Минерализация хлоридных магниевых рассолов в отмеченных водоносных структурах и пластах изменяется от 386 до 478 г/л (см. таблицу). В их составе среди микроэлементов солевого ряда высокое содержание имеет калий (при содержании магния от 68 до 100 г/л) от 12,8 до 20,4 г/л. Кроме того в высоких количествах содержатся, мг/л: бром – 300–750; йод – 10–35; бор – 50–1000; рубидий – 1–18; цезий – 0,5–35 и ряд других несолевых компонентов. Такой широкий спектр концентраций солевых, редких и рассеянных элементов в подземных рассолах делает их многокомпонентными рассолами промышленного значения. Такие рассолы уникальные, нигде в пределах СНГ больше не встречающиеся [6, 7].

Образование хлоридов кальция и магния в подземных водоносных пластах связано с процессами обмена основаниями между водами и вмещающими соленосными породами [1], конечной стадии преобразования состава рассолов глубинного хлоркальциевого типа вод. Такое представление В. А. Сулина без изменения принималось нефтяными гидрогеологами и в последующие годы.

Однако наши исследования показали, что хлоридные магниевые-натриевые и магниевые-кальциевые, а также «чистые» хлоридные магниевые рассолы образуются не только в соленосных водоносных пластах, но и в терригенно-карбонатных, включающих магний-калиеносные слои типа карналлитовых и бишофитовых. Сами эти пласты и слои, очевидно, образовались в древние геологические эпохи в аридных условиях – в бессточных заливах краевых частей водоемов, в частности, в северной и северо-западной, возможно, и в других краевых зонах Прикаспийской впадины. Современными аналогами таких заливов – остаточных водоемов являются озера Эльтон, Индер, Мертвое море и другие, содержащие в поверхностной рапе и донных осадках крепкие хлоридные магниевые рассолы высокой концентрации.

В водоносных пластах древних глубоко захороненных водоемов формирование хлоридных магниевых рассолов в «чистом» виде или в со-

четании магния с другими катионами могло происходить не путем ионообменного процесса, а в результате выщелачивания и растворения отмеченных калиеносно-магниевых галогенных и терригенно-карбонатных отложений. Такие древние высококонцентрированные рассолы в несколько измененном виде могли сохраниться лишь в глубоких слоях краевых частей названной впадины, на отдельных участках с достаточно высокозакрытыми гидрогеологическими условиями и весьма затрудненным водообменом.

Выявленная тенденция роста концентрации магния и ряда других микроэлементов промышленного значения в хлоридных магниевых рассолах с глубиной дает основание прогнозировать возможность их нахождения в глубоких водоненосных пластах в периферийных зонах восточной и юго-восточной частей Прикаспийской впадины [6–8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулин В.А. Гидрогеология нефтяных месторождений. М.; Л., 1948. 479 с.
2. Вернадский В.И. История минералов земной коры (природных вод). Т. II (1933–1936). Переиздание. Избр. соч., т. IV, кн. 2. М., 1960. 651 с.
3. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. Новосибирск, 1982. С. 191–210.
4. Бочкарева В.А., Сыдыков Ж.С., Джангирьянц Д.А. Подземные воды Прикаспийской впадины и ее восточных обрамлений. Алма-Ата, 1973. 228 с.
5. Сыдыков Ж.С. Подземные хлоридные воды Казахстана и их формирование // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1978. №4. С. 25–37.
6. Сыдыков Ж.С., Джакелов А.К., Мухамеджанов М.А. и др. Подземные воды Казахстана. Ресурсы, использование и проблемы охраны. Алматы, 1999. 289 с.
7. Веселов В.В., Сыдыков Ж.С. Гидрогеология Казахстана. Алматы, 2004. С. 54–152.
8. Мухамеджанов М.А., Антипов С.М. Гидрогеология подсолевых отложений восточной части Прикаспийской впадины. Алма-Ата, 1990. 180 с.

Резюме

Каспий бойындағы тұзды құрылымда кеңінен таралған жер асты тұздықтарының ішінде сирек кездесетін хлорлы магнийлі сулар мақ алада толық баяндалған.

Summary

The article characterizes very interesting chlorine – magnesium underground brines, which are unusual for the Caspian salt producing basin.

Институт гидрогеологии и гидрофизики
им. У. М. Ахмедсафина МОН РК,
г. Алматы

Поступила 10.02.06г.