

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАССОЛОВ НАДСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Мязина Наталья Григорьевна

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии

Оренбургский государственный университет

460018, Российская Федерация, г. Оренбург, пр. Победы, 13

E-mail: geologia@mail.osu.ru

В статье рассмотрены основные закономерности формирования и размещения надсолевых хлоридных рассолов Прикаспийской синеклизы. Дана характеристика основных геохимических и генетических типов рассолов, рассмотрен их генезис. Приведен химический состав оригинальных рассолов на нефтеразведочных площадях. инфильтрогенные рассолы выщелачивания наиболее широко развиты в надсолевых толщах мезозоя. При неглубоком залегании на куполах растворение солей происходит седиментогенными хлоридными водами морского питания, а перенос вещества происходит в результате вынужденной конвекции (фильтрации). С увеличением глубины уменьшается скорость движения подземных вод, возрастает роль молекулярного диффузионного массопереноса. Следует также отметить приуроченность к разломам у соляных куполов гидрогеохимических аномалий, обусловленных миграцией флюидов (подземных вод, углеводородов) из нижнего подсолевого этажа в верхние части разреза структур. В надсолевом этаже в морских терригенных и карбонатных толщах вне зон влияния соляных куполов (выше межкупольных депрессий) содержатся седиментогенные хлоридные натриевые воды и рассолы с минерализацией до 2–40 г/л реже до 70 г/л. В межкупольных депрессиях с глубин от 1500 до 4416–4424 м при пластоиспытании нефтяных скважин из отложений верхней перми, триаса, юры, мела выведены небольшие притоки метаморфизованных седиментогенных хлоридных натриево-кальциевых (кальциево-натриевых) рассолов Cl–Ca типа III б (по Е.В. Посохову, В.А. Сулину). Газы вод надсолевых отложений в основном азотные метаново-азотные, в пределах газоносных структур – метановые с тяжелыми углеводородами. Рассмотрена возможность использования хлоридных рассолов как источника гидроминеральных и бальнеологических ресурсов при разработке нефтяных и газовых месторождений. Извлечение ценных компонентов из попутных вод – наиболее экономичный вариант.

Ключевые слова: прикаспийский седиментационный бассейн, химический состав и минерализация, хлоридные рассолы, основные геохимические и генетические типы: подсолевые диффузионного выщелачивания и седиментогенные рассолы

HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF THE COMPLEX POST-SALT BRINES CASPIAN SYNCLINE

Myazina Natalya G.

C. Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor
Orenburg State University

13 Pobeda ave., Orenburg, 460018, Russian Federation

E-mail: geologia @ mail.osu.ru

In the article the basic regularities of formation and placement of salt chloride brines Caspian syncline. Given the characteristics of the main geochemical and genetic types of brines, considered their Genesis. Shows the chemical composition of the original brine on oil exploration areas. The most widely infiltragenne brine leaching suprasalt sequences developed in the Mesozoic. At shallow on the domes, the dissolution of salts is

sedimentogene chloride sea water supply and mass transfer occurs as a result of forced convection (filtering). With the depth decreases the rate of groundwater movement, the role of molecular diffusion mass transfer. It should also be noted in association with fractures of salt domes hydrogeochemical anomalies caused by the migration of fluids (groundwater, hydrocarbons) from the lower floors of the subsalt upper part of the section structures. In the post-salt sea floor in clastic and carbonate strata outside the zones of influence of salt domes (above mezhkupalnyh depressions) are sedimentogene chloride sodium waters and brines with mineralization up to 2–40 g/l of at least 70 g/l. In mezhkupalnyh depression with depths ranging from 1500 to 4416–4424 m at plastoispytanii oil wells from the Upper Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous derived small tributaries metamorphosed sedimentogene chloride sodium-calcium (calcium-sodium) brines Cl–Ca type III b (by E.V. Posokhova, V.A. Sulin). Gaza waters suprasalt deposits mainly nitrogen methane-nitrogen within the methane gas bearing structures with heavy hydrocarbons. The possibility of using the chloride brine as a source of hydro- and spa resources in the development of oil and gas fields. Extraction of valuable components from the water passing the most economical option.

Keywords: Caspian sedimentary basin, chemical composition and salinity, chloride brines, major geochemical and genetic types: leaching and diffusion subsalt sedimentogennye brines

Выяснение закономерностей формирования рассолов Прикаспийской синеклизы является одной из фундаментальных проблем современной гидрогеологии и генетической гидрогеохимии. 99 % подземной гидросферы Прикаспия представлено рассолами [2, 13].

На раннетриасовое время надсолевая толща представляла собой пенеплезированную поверхность. Граница размыва находит повсеместное отражение на геофизических сейсмических материалах в виде углового несогласия между пермскими и перекрывающими их отложениями. В результате последующего опускания территории западной части Прикаспийской впадины происходило интенсивное осадконакопление триасовых, меловых, палеогеновых отложений.

Исследуемая территория подвергалась наибольшей структурной перестройке на границе триаса и юры. Именно в это время произошла активизация соляного тектогенеза, что привело к образованию крупных триасовых мульд в результате оттока из них соли в окружающие купола. При этом "просадка" триасовых отложений в мульдах сопровождалась весьма значительным ростом амплитуды соляных куполов. Это предопределило расчленение надсолевого комплекса на отдельные в гидрохимическом и гидродинамическом отношении блоки.

В надсолевой части Северо-Каспийского артезианского бассейна расположена верхняя гидрогеодинамическая система, которая предположительно состоит из зон затрудненного и весьма затрудненного водообмена [3, 6, 8].

Надсолевые рассолы зон затрудненного и весьма затрудненного водообмена представлены двумя основными геохимическими и генетическими типами: 1) хлоридными натриевыми инфильтрогенными рассолами выщелачивания каменных солей; 2) хлоридными натриево-кальциевыми (кальциево-натриевыми) седиментогенными рассолами.

Подзона хлоридных натриевых и кальциево-натриевых, йодо-бромных азотно-метановых рассолов установлена в карбонатно-терригенных отложениях верхней перми и во всех отделах мезозоя и кайнозоя на глубинах 1076–4430 м.

Подзона хлоридных натриевых сульфидно-углекисло-метаново-азотных рассолов с минерализацией $37\div 320,0$ г/дм³ связана с сульфатизированными и битуминозными породами верхнепермского, карбонатно-терригенных триасового, юрского и мелового возраста. Геохимически она

отвечает умеренно и резко восстановительной обстановке с величиной Eh от –100 до –430; pH = 5,5÷7,8; T=10÷26 °C. Им свойственна низкая метаморфизация (r Na/r Cl обычно 0,7÷0,86–0,93), обедненность Br (0,03÷0,3 г/дм³), I (1÷16 мг/дм³), Cl/Br (258÷2200). Эти воды связаны с выщелачиванием солей вблизи примыкания водоносных горизонтов к соляным куполам. Вдоль бортовой части синеклизы р. Волги хлоридные натриевые рассолы установлены в терригенно-карбонатных отложениях триаса и верхней перми, с минерализацией 50÷100 г/дм³. Кровля рассолов располагается на глубинах 900–1200 м.

Наиболее широко инфильтрационные рассолы развиты в надсолевых толщах мезозоя. При неглубоком залегании на куполах растворение солей происходит седиментогенными хлоридными водами морского питания, а перенос вещества происходит в результате вынужденной конвекции (фильтрации). С увеличением глубины уменьшается скорость движения подземных вод, возрастает роль молекулярного диффузионного массопереноса.

При пластоиспытании нефтяных скважин № 458, 460 на Чапурниковской площади с глубины 1026–1182 м из татарских отложений верхней перми выведены небольшие притоки метаморфизованных хлоридных натриевых рассолов Cl–Ca типа III б (по Е.В. Посохову, В.А. Сулину). Приведем формулу солевого состава рассола скважины 458-чапурниковская:

$$J\ 0,001\ Br\ 0,138\ M\ 86,22\ \frac{Cl98SO_42}{Na85Ca8Mg7}\ pH\ 7,1$$

При пластоиспытании нефтяной скважины № 25 на Аралсорской площади (Прикаспийская депрессия) с глубины 2979–2983 м из пермо-триасовых отложений выведены небольшие притоки метаморфизованных хлоридных кальциево-натриевых рассолов Cl–Ca типа III б (по Е.В. Посохову, В.А. Сулину). Приведем формулу солевого состава рассола скважины 25-Арал-Сор:

$$J\ 0,084\ Br\ 0,183\ M\ 273,73\ \frac{Cl100}{Na71Ca24Mg5}\ pH\ 5,4$$

Рассолы содержат аномально высокое содержание J – 83,7 мг/л.

Следует также отметить приуроченность к разломам у соляных куполов гидрогеохимических аномалий, обусловленных миграцией флюидов (подземных вод, углеводородов) из нижнего подсолевого этажа в верхние части разреза структур.

В надсолевом этаже, в морских терригенных и карбонатных толщах вне зон влияния соляных куполов, содержатся седиментогенные хлоридные натриевые воды и рассолы с минерализацией до 2–40 г/л, реже до 70 г/л. Газы вод надсолевых отложений в основном азотные метаново-азотные, в пределах газоносных структур – метановые с тяжелыми углеводородами.

Подзона хлоридных натриево-кальциевых и кальциево-натриевых, йодо-бромных азотно-метановых рассолов установлена в карбонатно-терригенных отложениях мезозоя на глубинах 1470–4430 м с минерализацией 83,9–179,1–293,0 г/дм³. Она характеризуется условиями весьма затрудненного водообмена. Для зоны характерна восстановительная геохимическая обстановка (Eh –100 –260) при pH = 4–7,7; T=17–100 °C и высокая степень метаморфизации (r Na/r Cl = 0,29–0,75; Cl/Br = 180–321) при содержании J = 2–5,8 мг/л, Br = 124÷527 мг/дм³. Рассолы можно использовать как поликомпонентное бальнеологическое и гидроминеральное сырье.

При пластоиспытании нефтяной скважины № 1 на Упрямовской площади в межкупольной депрессии с глубины 4416–4424 м из татарских отложений

верхней перми выведены небольшие притоки метаморфизованных седиментогенных хлоридных натриево-кальциевых рассолов Cl–Ca типа III б (по Е.В. Посохову, В.А. Сулину). Формула химического состава скважины 1-Упрямовская:

$$\text{Br } 1,038 \text{ М } 292,85 \frac{\text{Cl}100}{\text{Ca}56\text{Na}29\text{Mg}15} \text{ рН } 5,2 \text{ Т } 26^\circ$$

Попутные воды всех нефтяных, газовых, нефтегазовых месторождений широко распространены. Их гидроминеральные и бальнеологические ресурсы огромны. Они представляют большую практическую ценность. В настоящее время вопросу извлечения ценных компонентов из подземных рассолов уделялось недостаточно внимания. Наиболее экономичный вариант – это извлечение ценных компонентов из попутных вод нефтяных и газовых месторождений. Необходимо изучить общерегиональную оценку запасов и подходы к технологиям извлечения ценных компонентов на примере Туркмении, Израиля, Японии, США и других стран.

Список литературы

1. Анисимов Л. А. Условия залегания и химический состав седиментационных рассолов соленосных толщ Прикаспийской впадины / Л. А. Анисимов, С. М. Кисельгоф // Доклады Академии наук СССР. – Москва : Наука, 1972. – Т. 202, № 4. – С. 932–935.
2. Афанасьев Т. П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность / Т. П. Афанасьев. – Москва : Академия наук СССР, 1956. – 263 с.
3. Басков Е. А. Региональный палеогидрогеологический анализ условий рудообразования для основных этапов геологического развития Русской платформы (в рифее-фанерозое) / Е. А. Басков, В. В. Петров, С. Н. Суриков. – Санкт-Петербург : Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, 2001, 166 с.
4. Бондаренко С. С. Йодо-бромные воды Поволжья и Прикамья / С. С. Бондаренко // Советская геология. – 1959. – № 12. – С. 88–100.
5. Бочкарева В. А. Подземные воды Прикаспийской впадины и ее восточных обрамлений / В. А. Бочкарева и другие. – Алма-Ата : Наука, 1973. – 228 с.
6. Гаев А. Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод / А. Я. Гаев. – Свердловск : Уральский государственный университет, 1989. – 368 с.
7. Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами : сборник трудов / под ред. С.Л. Шварцева, В.И. Осипова; Б.Н. Рыженко // По материалам Всероссийской научной конференции. – Томск : НТЛ, 2012. – 496 с.
8. Деревягин А. С. Нижнепермская галогенная формация Северного Прикаспия / А. С. Деревягин, С. А. Свидзинский, В. И. Седлецкий и другие. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет, 1981. – 397 с.
9. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2009 г. – Москва : Геоинформмарк, 2010. – Вып. 3. – 208 с.
10. Капченко Л. Н. Связь нефти, рассолов и соли в земной коре / Л. Н. Капченко. – Ленинград : Недра, 1974. – 1983 с.
11. Кисельгоф С. М. Палеозойские воды Волгоградской области : труды ВНИИГ / С. М. Кисельгоф, В. Р. Катихин, А. Н. Гусев // Геологическое строение и нефтегазоносность Волгоградской области. – Москва : Гостоптехиздат, 1962. – Вып. 1. – С. 191–224.
12. Мязина Н. Г. Закономерности формирования и распространения минеральных вод в гидрогеологических структурах Волгоградской области : монография / Н. Г. Мязина. – Волгоград : Волгоградский государственный университет, 2008. – 212 с.
13. Попов В. Г. Гидрогеохимия и гидрогеодинамика Предуралья / В. Г. Попов. – Москва : Наука, 1985. – 278 с.
14. Посохов Е. В. Общая гидрогеохимия / Е. В. Посохов. – Ленинград : Недра, 1975. – 208 с.
15. Справочник по геологии нефти и газа / под ред. Н. А. Еременко. – Москва : Недра, 1984. – 480 с.

References

1. Afanasev T. P. *Podzemnye vody Srednego Povolzhya i Prikamya i ikh gidrokhimicheskaya zonalnost* [Underground waters of Middle Volga and Kama and their hydrochemical zonality], Moscow, USSR Academy of Science Publ. House, 1956. 263 p.
2. Anisimov L. A., Kiselgof S. M. *Usloviya zaleganiya i khimicheskiy sostav sedimentatsionnykh rassolov solenosnykh tolshch Prikaspiyskoy vpadiny* [Terms of bedding and chemical composition of sedimentary brines of salt layers of the Caspian basin]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Proceedings of USSR Academy of Sciences], Moscow, Nauka Publ., 1972, vol. 202, no. 4, pp. 93–935.
3. Baskov Ye. A., Petrov V. V., Surikov S. N. *Regionalnyy paleogidrogeologicheskiy analiz usloviy rudoobrazovaniya dlya osnovnykh etapov geologicheskogo razvitiya Russkoy platformy (v rifee-fanerozoie)* [Regional paleogidrogical and geological analysis of terms of mineralization for the basic stages of geological development of the Russian platform (in Riphean-Phanerozoic), Saint Petersburg, A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute Publ. House, 2001. 166 p.
4. Bondarenko S. S. *Iodo-bromnye vody Povolzhya i Prikamya* [Iodine and bromine waters of the Volga region and Kama]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology], 1959, no. 12, pp. 88–100.
5. Bochkareva V. A. et al. *Podzemnye vody Prikaspiyskoy vpadiny i ee vostochnykh obramleniy* [Underground waters of the Caspian Basin and its eastern frames], Alma-Ata, Nauka Publ., 1973. 228 p.
6. Gaev A. Ya. *Gidrogeokhimiya Urala i voprosy okhrany podzemnykh vod* [Hydrogeochemistry of Ural and questions of guard of underground waters], Sverdlovsk, Ural State University Publ. House, 1989. 368 p.
7. Shvartseva S. L., Osipova V. I., Ryzhenko B. N. (ed.) *Geologicheskaya evolyutsiya vzaimodeystviya vody s gornymi porodami* [Geological evolution of co-operation of water with mountain breeds]. *Po materialam Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* [On Materials of All-Russia. Scientific Conference], Tomsk, NTL Publ., 2012. 496 p.
8. Derevyagin A. S., Svidzinskiy S. A., Sedletskiy V. I. et al. *Nizhnepermская galogennaya formatsiya Severnogo Prikaspiya* [Halogen Lower Permian formation of the Northern Caspian], Rostov-on-Don, Rostov State University Publ. House, 1981. 397 p.
9. *Informatsionnyy byulleten o sostoyanii nedr na territorii Rossiyskoy Federatsii v 2009 g.* [Newsletter about the state of bowels of the earth on territory of Russian Federation in 2009], Moscow, Geoinformmark Publ., 2010, issue 33. 208 p.
10. Kapchenko L. N. *Svyaz nefi, rassolov i soli v zemnoy kore* [Connection of oil, brines and salt in the earth's crust], Leningrad, Nedra Publ., 1974. 1983 p.
11. Kiselgof S. M., Katikhin V. R., Gusev A. N. *Paleozoyskie vody Volgogradskoy oblasti* [Paleozoic waters of the Volgograd region]. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost Volgogradskoy oblasti* [Geological structure and oiland-gas bearing of the Volgograd region], Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1962, issue 1, pp. 191–224.
12. Myazina N. G. *Zakonomernosti formirovaniya i rasprostraneniya mineralnykh vod v gidrogeologicheskikh strukturakh Volgogradskoy oblasti* [Conformities to law of forming and distribution of mineral waters in the hydrogeological structures of the Volgograd region], Volgograd, Volgograd State University Publ. House, 2008. 212 p.
13. Popov V. G. *Gidrogeokhimiya i gidrogeodinamika Preduralya* [Hydrogeochemistry and hydrogeodinamics of Urals], Nauka Publ., 1985. 278 p.
14. Posokhov Ye. V. *Obshchaya gidrogeokhimiya* [General hydrogeochemistry], Leningrad, Nedra Publ., 1975. 208 p.
15. Yermenko N. A. (ed.) *Spravochnik po geologii nefi i gaza* [Reference book on geology of oil and gas], Moscow, Nedra Publ., 1984. 480 p.