

## ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© А.А.Фейзуллаев, Х.Р.Рустамова, Р.И.Рустамов, 2011

### ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ ЭОЦЕНОВЫХ И МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СРЕДНЕКУРИНСКОЙ ВПАДИНЫ И ЕЕ ПРИРОДА

А.А.Фейзуллаев<sup>1</sup>, Х.Р.Рустамова<sup>2</sup>, Р.И.Рустамов<sup>3</sup>

1 – Институт геологии НАН Азербайджана  
AZ 1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А

2 – Бакинский Государственный Университет  
AZ 1148, Баку, ул. З.Халилова, 23

3 – Институт Научных Исследований ГНКАР  
AZ 1012, Баку, просп. Зардаби, 88 А

В статье рассматриваются закономерности и природа изменений в пространстве и по разрезу гидрохимического состава вод глубокопогруженных эоценовых и меловых отложений Среднекуринской впадины. Установлен инверсионный характер в изменении минерализации вод с глубиной в осадочных комплексах как эоцена, так и мела. На всех исследованных площадях (за исключением площадей, представленных вулканогенными породами), начиная с глубины примерно 4-4,3 км, отмечается снижение минерализации вод, что связывается с процессами дегидратации глин или поступлением снизу конденсатогенных вод. Вулканогенные породы мелового возраста содержат высокоминерализованные и высокотемпературные воды хлоркальциевого типа, которые, по всей вероятности, поступали снизу по глубинным разломам.

Эффективность поисково-разведочных работ на территории Среднекуринского бассейна остается невысокой. В настоящее время перспективы нефтегазоносности связывают с глубокопогруженными эоценовыми и меловыми отложениями. При прогнозе нефтегазоносности изучаемого региона гидрохимическая зональность наряду с другими геологогеофизическими показателями занимает важное место.

Общие закономерности формирования региональной зональности являются единными, в то же время каждый район отличается особенностями геологического и гидрологического развития. Все это отражается на изменении состава вод и характеристики каждой гидрохимической зоны. Это положение характерно и для Среднекуринского бассейна.

Подземные воды эоценовых и меловых отложений бассейна характеризуются широким диапазоном изменения средних значений минерализации (53-120 мг-экв/100г). Пред-

ставлены эти воды в основном хлоркальциевым и гидрокарбонатно-натриевым типами. В глубокопогруженных зонах в этих комплексах отложений встречаются воды сульфатно-натриевого состава (за исключением нижнемелового). Они залегают на глубинах более 4,5 км, в зоне весьма затрудненного водообмена. Здесь гидрохимическая зональность проявляется не резко и выражается в снижении минерализации вод и сульфатности от эоцена к верхнему мелу. Отмечается резкое снижение отношения Ca/Mg в верхнем меле. В нижнемеловых отложениях Джарлы-Сор-Сорской зоны установлено резкое увеличение минерализации вод и отношения Ca/Mg (рис.1).

При изучении формирования гидрохимической зональности наряду с гидродинамическим фактором, влияющим на перенос солей, учитывались и другие внешние и внутренние факторы миграции химических элементов в водах. Здесь имеется в виду система горная порода – вода – газ, в которой составы

природных вод формируются под действием четырех основных физико-химических факторов: отношения реагирующих масс пород и воды, складывающихся парциальных давлений углекислоты и кислорода, значительного содержания в породе извлекаемого хлора и органических веществ, температуры – давления в системе (Крайнов и др., 2004).

Различный характер распределения значений минерализации вод с глубиной является результатом геохимических процессов, протекающих в недрах Земли и обуславливающих разнообразие типов гидрохимических разрезов.

На рис.2 представлены наиболее типичные кривые изменения минерализации вод с глубиной для различных зон.

Подобные зависимости характерны также для ионов хлора и натрия, коэффициент корреляции которых с минерализацией достигает 0,98-0,99 и 0,94-0,97.

Для Мурадханлы-Амирархской зоны (рис.2а) минерализация вод с глубиной в разрезе эоценового комплекса снижается скачкообразно. Скачок в снижении минерализации вод отмечается с глубины 4300 м. В интервале 5000-5290 м (пл.Амирарх) установлена минимальная минерализация вод (24,6 мг-экв) хлоркальциевого типа. На глубине 5500 м прогнозируется минерализация вод до 20-22 мг-экв, возможно, сульфатно-натриевого типа.

В верхнемеловом комплексе, представленном в основном эфузивами (Мурадханлы), минерализация вод резко увеличивается до глубины 4800 м, где отмечается температурный максимум 160-170°C. Гидротермальные растворы, видимо, поступали по глубинным разломам с глубины 10-12 км, где температура прогнозируется около 400°C, с дальнейшим остыванием до наблюдаемых пластовых температур 105°C (Алиев, Рустамов, 1997). Наличие вторичных минералов, образованных вследствие действия гидротермальных растворов, может свидетельствовать о возможности данного процесса.

В Дуздаг-Ширинкумской зоне (рис.2б) минерализация вод с глубиной в эоценовом комплексе изменяется от 42,7 до 49,5 мг-экв, и скачок отмечается на отметке 4250 м. С этой глубины до подошвы эоцена (4350 м) минерализация вод резко снижается и составляет 25,1 мг-экв. По всему разрезу эоцена воды

представлены хлоркальциевым типом.

В верхнемеловом комплексе отмечается резкое снижение минерализации вод до глубины 4060 м (пл. Ширинкум). Начиная с этой глубины, до 5010 м происходит незначительное уменьшение минерализации вод, и в низах верхнего мела они представлены гидрокарбонатно-натриевым типом. В этом интервале разрез представлен карбонатами, чередующимися с туфогенными породами. Начиная с глубины 5300 м, разрез верхнего мела выражен вулканогенными образованиями, поэтому состав вод, по всей вероятности, будет представлен хлоркальциевым типом более высокой минерализации.

Разрез Караджаллы-Джарлинской зоны (рис.2в) отличается от других участков Среднекуриńskiego бассейна развитием мощной вулканогенно-осадочной толщи мела и юры. Верхняя часть разреза верхнего мела представлена карбонатными отложениями мощностью до 600 м. Этот комплекс из-за значительного размыва за длительный промежуток геологического времени перекрыт миоценовыми отложениями и только в погруженных участках структуры вскрыты эоценовые отложения.

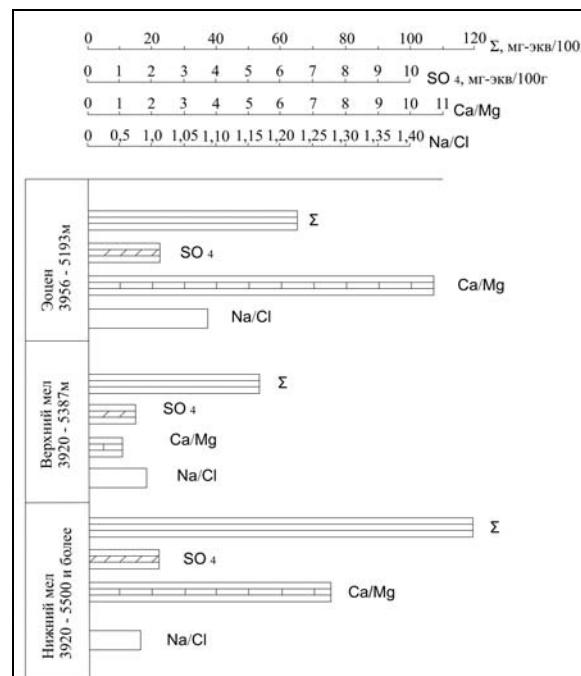


Рис. 1. Схема вертикальной гидрогеохимической зональности глубокопогруженных отложений Среднекуринского прогиба

Как показывают результаты опробования, дебиты скважин изменяются в значительных пределах от 10 до 15000 м<sup>3</sup>/сут. В зонах повышенной трещиноватости и вблизи глубинных разломов отмечены высокие дебиты вод, а температура на устье скважины достигает 90°C (Алиев, Рустамов, 1997).

Минерализация вод верхнемелового комплекса изменяется от 96,4 до 134,5 мг-экв, и они относятся к хлоркальциевому типу. На участках развития эфузивов и в покрывающих слоях отмечается более высокое содержание иона кальция и низкое значение коэффициента Na/Cl. Изменение катионного состава вод под воздействием эфузивных проявлений особенно четко видно при сравнении процент-эквивалентного содержания кальция, взятого от суммы катионов и коэффициента Na/Cl на участках, где развиты эфузивы и где таковые отсутствуют (Рустамов, Самедов, 1976). Так, в водах эфузивных образований содержится 11,4-29,3 мг-экв Са и характеризуются низким коэффициентом Na/Cl (от 0,42 до 0,45), в то время как воды осадочных образований (известняки, доломиты) на пл. Джарлы, Сор-Сор содержат до 6,97-9,60 мг-экв Са, а величина Na/Cl увеличивается от 0,74 до 0,98.

Следует отметить, что на глубинах свыше 4 км в основном залегают нижнемеловые отложения, где встречены воды высокой

минерализации (128-197 мг-экв) хлоркальциевого типа с абсолютным преобладанием иона кальция и полным отсутствием магния.

Такой состав вод в меловых вулканогенно-осадочных образованиях связан со значительным развитием вулканической деятельности. В результате подводных излияний и накоплений эфузивных пород, происходивших в отдельные периоды мела, в этой зоне за короткие промежутки геологического времени были нарушены нормальные условия седиментации. Под влиянием постмагматических процессов воды, циркулирующие в эфузивной толще и в прилегающих осадочных отложениях, обогатились углекислотой и другими летучими компонентами, приобрели кислую реакцию и высокую химическую активность. При взаимодействии с вмещающими породами эти воды выщелачивали их и изменили свой катионный состав. При этом из пород интенсивно выносился кальций, а в водах количество его существенно возрастало.

Кроме того, известно, что кальций обладает более высокой энергией поглощения, чем остальные элементы катионного состава подземных вод (магний, калий, натрий). Избыток кальция в водах повлек за собой изменение состава поглощенных оснований пород на участках, где происходили эфузивные внедрения.

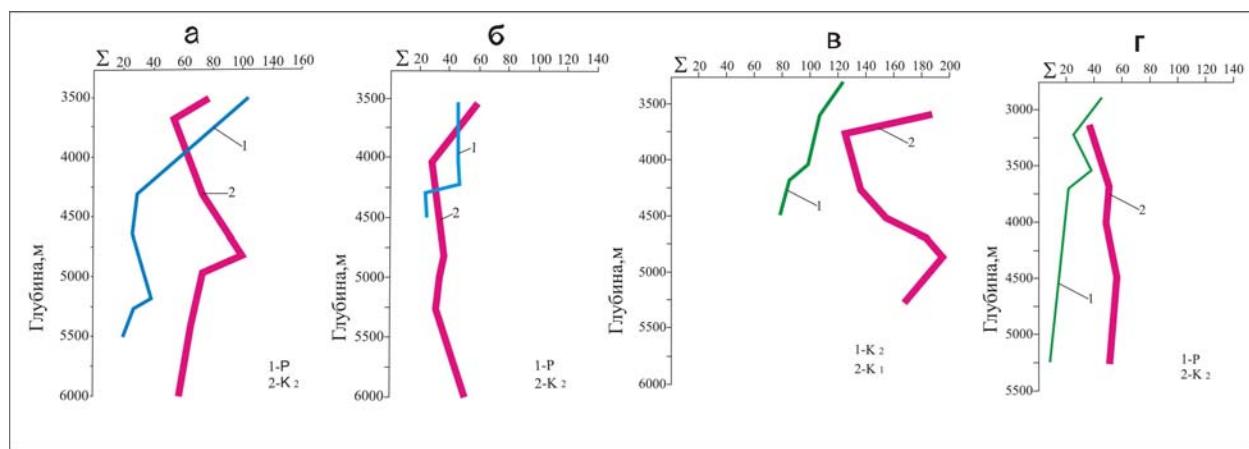
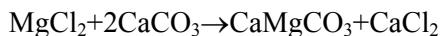


Рис. 2. Изменение минерализации вод с глубиной погружения эоценового и мелового комплексов Среднекуринской впадины

а – Мурадханлы – Зардаб – Амирархская зона; б – Дуздаг – Ширванлы – Ширинкумская зона; в – Караджаллы – Сор-Сор – Джарлинская зона; г – НГР между речью Куры и Габырры

Обменные реакции, которые происходили вследствие нарушения адсорбционного равновесия при последующем изменении физико-химической обстановки, привели к обогащению кальцием подземных вод. Следует заметить, что некоторые авторы (Гуревич, 1962; Лебедев, 1957 и др.), наблюдавшие аналогичные явления в Предкавказье, решающую роль в формировании высокоминерализованных вод с высоким содержанием кальция отводят процессу доломитизации известняков, которая протекает по схеме:



Отметим также, что высокая концентрация иона кальция характерна не только для вод, циркулирующих в породах вулканогенно-осадочной толщи, но и для вод покрывающих их отложений. Поэтому в процессе бурения поисково-разведочных скважин обнаружение вод с высокой концентрацией кальция будет свидетельствовать о возможности вскрытия эфузивной толщи.

В нефтегазоносном районе междуречья Куры и Габырры эоцен-меловой комплекс относительно других зон залегает на более высоких отметках. Лишь в погруженных частях района Ахтапе-Б.Палантеян и Дамиртапе-Удабно эоценовый комплекс залегает на глубинах более 3,5 км. В этих интервалах воды изучены слабо.

На площади Дамиртапе-Удабно в скв.2 минерализация вод в интервале 3757-3588 м изменяется от 22,5 до 40,8 мг-экв (рис.2г). Воды в основном гидрокарбонатно-натриевого типа. Лишь в низах среднего эоцена (3824-3888 м) воды представлены сульфатно-натриевым типом. Содержание ионов Ca и Mg одинаково (2,20 мг-экв), в водах сульфатно-натриевого типа содержание иона Ca составляет 5,91 мг-экв, а Mg – 1,97 мг-экв.

В скв.2 из интервала 5140-5250 м на пл. Б.Палантеян была получена вода с весьма низкой минерализацией 7,8 мг-экв (1,52 г/л) гидрокарбонат-натриевого типа. На глубине 5250 м температура пласта достигает 136°С.

Присутствие опресненных вод в глубокозалегающих отложениях может быть вызвано различными причинами: поступлением дегидратационных вод или развитием конден-

сатогенных вод. Установление причин опреснения вод изотопными методами является достаточно точным и надежным. Отсутствие данных по изотопному составу кислорода и водорода по скважинам площади Б.Палантеян не позволяет однозначно утверждать о генезисе полученной воды.

Глубокозалегающие опресненные воды конденсационного генезиса почти аналогичного состава, непосредственно подстилающие нефтяные месторождения, были вскрыты в верхнемеловых отложениях Терско-Сунженской области (Тарасов, 1982). Конденсационные воды отличаются высокими концентрациями дейтерия ( $\delta D = -18 \div -36\text{‰}$ ) и весьма высокими  $^{18}\text{O}$  ( $\delta D = +9,3 \div +12,9\text{‰}$ ). Данные по изотопному составу Южно-Каспийской впадины и других нефтегазоносных бассейнов дают сходные значения (Гулиев, Асланов, 1993).

Таким образом, опресненная конденсационная вода из скважины 2 и слабый приток жидкости до 10 м<sup>3</sup>/сут с легкой нефтью (возможно, конденсатом) позволяют полагать наличие оторочки нефти на структуре.

Верхнемеловой комплекс значительной мощности (более 950 м) вскрыт на месторождении Тарсдалляр (скв.9 и 27). Представлен он в верхней части карбонатами (мергели, известняки), в средней части – туфогенно-осадочными (туфы, туфогравелиты, песчаники) и в низах – эфузивно-туфогенными породами.

Воды из верхнемеловых отложений изучены лишь до глубины 3700 м. В основном воды этого комплекса представлены гидрокарбонатно-натриевым типом с минерализацией 38,4-50,2 мг-экв. (см.рис.2г).

В низах верхнего мела, представленного эфузивно-туфогенными породами, исходя из установленных закономерностей изменения минерализации и состава вод в изученных зонах, нами прогнозируется минерализация от 40 до 50 мг-экв. Воды в основном будут представлены гидрокарбонатно-натриевым типом.

Известно, что наибольшая удельная плотность трещин характерна для структур, нарушенных различными разрывами. Видимо, скв. 9 при бурении в интервале 4005-4012 м на месторождении Тарсдалляр оказалась в зоне трещиноватости с высокой удельной плотностью. Керн, отобранный из интервала 4005-4012 м, был сильно перемятым и пере-

насыщенным легкой светлой нефтью, которую удалось собрать. К сожалению, в образцах из этого и нижележащего (4020-4052 м) интервалов не обнаружена микрофауна. Испытать скважину не удалось по техническим причинам. Вскрыть более глубокие объекты мела и залежи нефти не удалось.

Резюмируя проведенные исследования, можно сделать следующие *основные выводы*:

- эоценовые и меловые отложения Среднекуринской впадины, залегающие на глубинах более 4,5 км, характеризуются весьма затрудненными условиями водообмена и содержат в основном хлоркальциевые и гидрокарбонатно-натриевые воды.

- в осадочных комплексах как эоцена, так и мела установлена единая инверсия в изменении минерализации вод с глубиной. Практически на всех исследованных площадях (за исключением площадей, представленных вулканогенными породами), начиная с глубины примерно 4-4,3 км, отмечается снижение минерализации вод. Присутствие опресненных вод может быть связано с процессами дегидратации глин или поступлением конденсатогенных вод.

- вулканогенные породы мелового возраста характеризуются высокоминерализованными и высокотемпературными водами хлоркальциевого типа (Мурадханлы и площа-

ди Дуздаг-Ширинкумской зоны), которые, по всей вероятности, поступали снизу по глубинным разломам.

Выявленные особенности гидрохимической зональности могут быть использованы при оценке перспектив нефтегазоносности глубоко-погруженных эоцен-меловых комплексов.

## ЛИТЕРАТУРА

- АЛИЕВ, С.А., РУСТАМОВ, Р.И. 1977. Геотермическая характеристика азербайджанской части Куринской впадины. *Нефтегазовая геология и геофизика*, 4, 17-19.
- ГУЛИЕВ, И.С., АСЛАНОВ, Я.А. 1993. О генезисе подземных вод Южно-Каспийской впадины по данным изотопного анализа кислорода и водорода. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, 4, 18-23.
- ГУРЕВИЧ, М.С. 1962. Гидрогеохимический метод поисков месторождений нефти и газа. *Гидрогеологические и гидрохимические показатели нефтегазоносности*. Изд. ВСЕГИНГЕО. Москва. 111.
- КРАЙНОВ, С.Р., РЫЖЕНКО, Б.Н., ШВЕЦ, В.М. 2004. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. Наука. Москва. 677.
- ЛЕБЕДЕВ, В.И. 1957. О некоторых факторах, определяющих миграцию щелочных и щелочноземельных элементов в зоне гипергенеза. *Геохимия*, 6.
- РУСТАМОВ, Р.И., САМЕДОВ, С.С. 1976. Об особенностях гидрохимии верхнемеловых отложений Кюрдамирской нефтегазоносной области. Уч. записки АГУ им. С.М. Кирова, серия геол.-географ., 3, 25-28.
- ТАРАСОВ, М.Г. 1982. Изотопная диагностика генезиса глубокозалегающих опресненных вод артезианских бассейнов. *Водные ресурсы*, 6, 157-162.