

УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ

УДК 550.847

ПОИСКОВЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А.Г. Глухов, Е.В. Зубкова

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Проведение геохимических исследований связано в первую очередь с определением нефтегазоперспективности структур, выявленных на участке, а также с необходимостью уточнения точек заложения поисковых скважин.

Ключевые слова: нефтегазовые структуры, геохимические исследования, очаг генерации, критерии нефтегазоносности.

Работы проводились в казахском секторе Каспия, на участке Н, расположенном в северной прибрежной части Казахского залива. Ранее сейсмическими работами здесь были выявлены две крупные структуры — Нурсултан и Ракушечное море.

В структурно-геохимическом плане исследуемый участок Н, или Ракушечноморская зона нефтегазонакопления, совпадает с крупным одноименным поднятием, занимающим значительную часть акватории и входит в состав Песчаномыско-Ракушечного НГР. Участок Н представляет собой крайне благоприятную геологическую структуру для формирования на ее склонах и вершине залежей нефти и газа. Перспективным здесь считается весь мезозойский разрез. Потенциальные ловушки на участке могут заполняться углеводородами (УВ) от следующих очагов генерации.

Собственный очаг — генерация породами триаса и, вероятно, верхнего палеозоя, которые находятся в подстадии катагенеза МКЗ—4, наблюдается интенсивная вертикальная эмиграция газовых УВ. Породы средней и нижней юры находятся в подстадии МК1—2. Породы верхнеюрского и мелового возраста не вошли в нефтяное окно, но за счет относительно хорошей покрывки и перетока углеводородов из нижележащих горизонтов возможны скопления газа и даже нефти.

Сегендыкский очаг генерации. Катагенез пород триаса достигает уровня МКЗ—4. Отложения мела и юры испытывают катагенез соответствующий градициям МК1—2. Латеральная миграция к северной части структуры Нурсултан ограничена поднятием, где происходит перехват потока структурами Акмола и Сары-Арка и лишь незначительная часть мигрирующих УВ может достигать северного крыла структуры Нурсултан.

Жазурлинский очаг генерации. Катагенез пород триаса на уровне МК4—5. Юрские породы находятся в подстадии МК2—3. Предполагается ограниченная латеральная миграция с севера к структуре Ракушечное море и промежуточному блоку между структурами Нурсултан и Ракушечное море.

Северо-Прикарабогазский очаг генерации (депрессия Казахского залива). Юрские породы находятся на подстадии катагенеза МК2—3. Породы триаса преобразованы на уровне МКЗ—4. В некоторых случаях при глубинах более 6 км породы находятся в подстадии МК5—АК. Латеральная миграция осуществляется в южное крыло структуры Нурсултан и южную часть структуры Ракушечное море, а также к структурам примыкания расположенным к югу от главного шва Туаркырской системы разломов.

Крупные структуры Нурсултан и Ракушечное море, выделенные по отражающим горизонтам триаса и юры, интенсивно разбиты разломами второго порядка. Особенно ярко это проявляется в краевых частях поднятия, поскольку в генетическом плане, положительные структуры являются следствием подъема горстобразной клавиши в центре участка Н, с максимальными амплитудами подъема в южном крыле. Принимая во внимание сложное строение центральной части исследуемой площади, можно утверждать, что аккумуляция УВ происходит только в отдельных благоприятных локальных участках, не нарушенных разломами. Ожидать значительного заполнения УВ указанных структур не приходится. С другой стороны, основным источником жидких УВ, по нашему мнению, является миграционный поток из депрессии Казахского залива, но в этом случае миграция ограничена разломами южного шва Туаркыра. В отдельных случаях происходит проникновение УВ через швы разлома, но оценить это перетекание с достаточной степенью достоверности невозможно.

Собственно геохимические работы проводились с борта научно-исследовательского судна НИС «Рифт». Осуществлялся сброс гравитационной трубки и подъем образцов донного грунта. Образцы отбирались в интервале 1,5—3 м от поверхности дна. Глубина моря в данном районе изменяется от 15 до 150 м. Грунт герметично упаковывался и в дальнейшем подвергался термо-вакуумной дегазации. Получаемая воздушная смесь пропусклась через сорбент. Последний исследовался в лаборатории РУДН на содержание УВ С1—С15 с помощью хроматографического анализа.

В результате проведения газовой хроматографии в отобранных пробах было выявлено 82 индивидуальных УВ-соединения. Все обнаруженные УВ относятся к пяти группам: парафины нормального ряда, изопарафины, циклометилены, ароматические соединения и олефины.

Группа нормальных парафинов представлена метаном и его гомологами до пентадекана. Изопарафины представлены 25 индивидуальными соединениями от C_4 до C_{11} , включая соединения с одной и двумя метильными группами, а также с этильной группой. Циклометилены обнаружены в количестве 14 индивидуальных соединений. Кольца в молекулах представлены 5—6 атомами углерода. Наибольшую информативность имеют циклопентан, метилциклопентан и циклогексан. Из ароматических УВ обнаружено 21 соединение. Эта группа имеет высокую информативность за счет таких соединений как бензол, толуол, ксилолы. Непредельные углеводороды представлены олефинами от бутена до декена, повышенные концентрации этих соединений могут рассматриваться только в качестве косвенных показателей нефтегазоносности.

Наиболее важным в процессе интерпретации данных является выбор информативных критериев и установление их поискового значения. На первом этапе были построены графики распределения всех выявленных УВ по отдельным профилям. Учитывая распределение соединений на линейных графиках, а также опыт работ проведенных в других регионах, из обнаруженных УВ были выбраны наиболее информативные. Затем данные переносились на площадные схемы, в качестве примеров приведены схемы распределения пентана и октана (рис. 1).

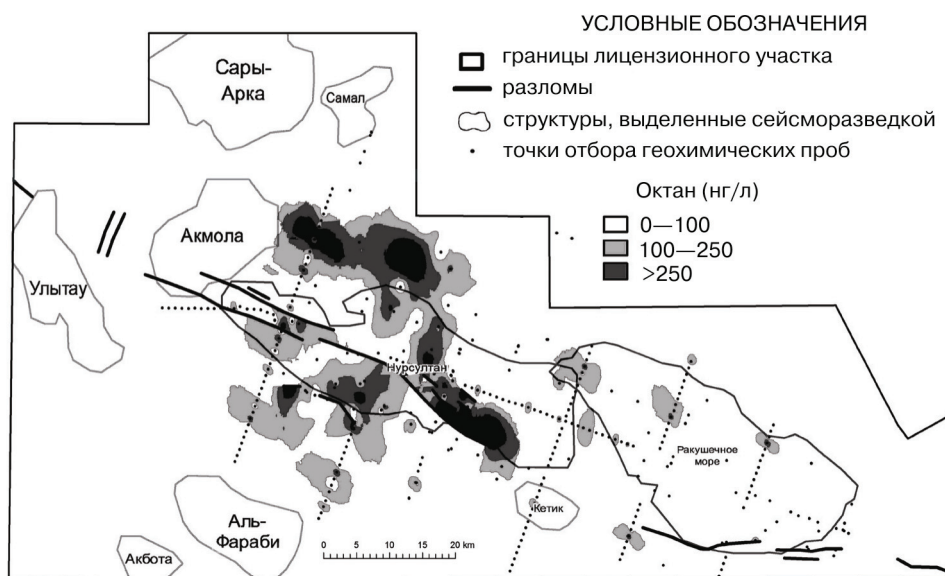


Рис. 1. Схема распределения октана по площади работ

Неоднородное индивидуальное распределение соединений по площади работ, их неоднотипное позиционирование предполагает дополнительную обработку данных с целью увеличения достоверности получаемых результатов, поэтому далее, при интерпретации геохимических данных применялись комплексные индикаторы месторождений УВ. Поскольку спектр определяемых соединений достаточно большой, то первичная информация сворачивалась в следующей последовательности.

Во-первых, соединения разбивались по группам, учитывающим их миграционные свойства. Первая группа — легкие (летучие) соединения, включает в себя

все парафины нормального ряда от метана до пентана, а также одноименные изо-парафины (индикатор № 1). Группа характеризуется газообразным состоянием компонентов, их низкой молекулярной массой и как следствие — весьма высокой диффузионной способностью соединений, входящих в ее состав. Соединения этой группы в большинстве случаев являются маркерами газовых месторождений и газовых шапок нефтяных месторождений. Высокие концентрации индикатора проявляются в двух основных зонах. Первая зона соответствует западной и центральной частям структуры Ракушечное море. Вторая зона — центральная часть структуры Нурсултан, на юге ограниченная выявленным разломом.

По степени аномальности зона над структурой Ракушечное море проявлена более ярко, что вероятно свидетельствует о наличии газового потока с глубины и, возможно, связано с газовыми залежами. Юго-восточная часть структуры Ракушечное море выглядит практически фоновым участком. Аналогичная зона прослеживается на южном фланге структуры Акмола.

Вторая группа — легкие соединения бензиновой фракции (индикатор № 2). В ее состав входят гексан, бензол, все изопарафины, стоящие в ряду от пентана до гептана, циклопентан, циклогексан и метилциклопентан. По сравнению с соединениями первой группы перечисленные УВ более высокомолекулярные, могут мигрировать в парообразной или водорастворенной форме. Они обладают меньшей диффузионной способностью и существенно зависят от собственной растворимости в воде. Эта группа, как правило, характеризует взаимосвязь нефтяных, газоконденсатных месторождений и аномалий, возникающих над ними на поверхности (рис. 2). По высококонтрастным значениям индикатора выделяются — аномалия над северной частью структуры Ракушечное море, аномалия в центральной части структуры Нурсултан, участок на западе южного крыла той же структуры, участок на восточном фланге структуры Акмола.

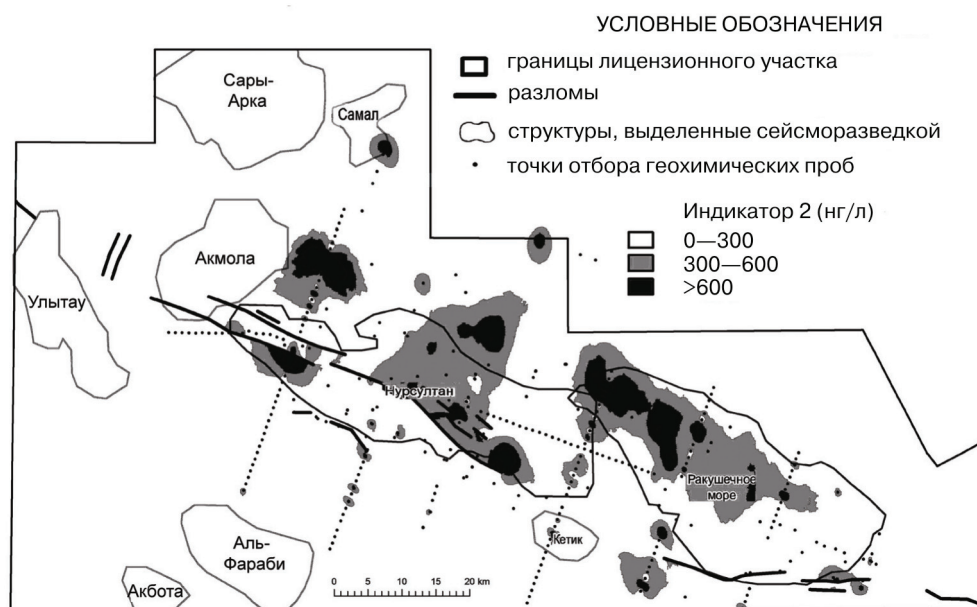


Рис. 2. Схема распределения индикатора 2 по площади работ

Третья группа — условно тяжелые соединения бензиновой фракции (индикатор № 3). Они входят в состав бензинов, но обладают более высокой молекулярной массой, их диффузионная миграция затруднена, а появление на поверхности часто связано с фильтрационными процессами, развивающимися по зонам повышенной проницаемости. В состав группы входят гептан, изогептаны, октан, изооктаны, нонан, ароматические соединения: толуол, ксилолы, этилбензол. Вся группа является показателем наличия нефтяных месторождений. Повышенные концентрации индикатора совпадают с контуром ранее выделенной аномалии по легким индикаторам — участок в центре структуры Нурсултан. Также аномальным выглядит участок на западе южного крыла этой же структуры. Аномальная зона выделяется на юго-восточном окончании структуры Ракушечное море. Точки с высокими концентрациями наблюдаются на восточном фланге структуры Акмола и над структурами Кетик, Самал. Однако наиболее высокие значения по этому индикатору совпадают с зоной выделенного разлома.

Соединения от декана и выше (индикатор № 4 — очень тяжелые соединения) рассматриваются нами как индикаторы фильтрационных процессов, активизирующихся над разломами, или как локальное загрязнение территории. В состав индикатора входят: декан — пентадекан, ароматические соединения и изопарафины (C11—15). Выделяются дискретные точечные зоны над структурой Ракушечное море. Прослеживаются фрагменты аномалии в центральной части структуры Нурсултан. Четко проявляется зона на восточном фланге структуры Акмола. Проявляются отдельные аномальные точки, часто связанные с разрывными структурами.

Группировка соединений в комплексные индикаторы позволяет более четко выделять искомые геохимические аномалии на площади работ, при этом выявляется геохимическая специализация отдельных участков, что теоретически связано с составом залежей и условиями миграции УВ к поверхности. Далее выделенные аномальные участки по отдельным индикаторам обводятся по контуру аномальных значений и накладываются друг на друга (рис. 3).

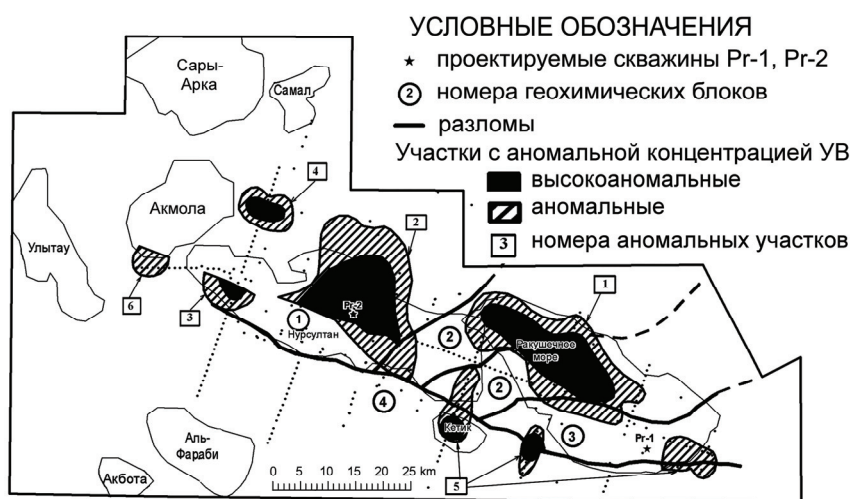


Рис. 3. Схема расположения аномальных участков и структурно-геохимическое деление территории на геохимические блоки

В результате подобной обработки были выявлены следующие аномальные участки.

Первый участок расположен в северной, северо-западной части структуры Ракушечное море. По индикатору № 1 участок отображен по значениям более 1000 нг/л (нанограмм/литр). По индикатору № 2 зона выделяется по значениям более 300 нг/л. По индикатору № 3 зона характеризуется как фоновая. Индикатор № 4 проявляется дискретно в виде отдельных локальных аномалий.

Второй участок расположен в центральной части структуры Нурсултан и ограничен выявленным разломом. По индикатору № 1 участок отображен по значениям более 1000 нг/л. По индикатору № 2 выделяется по значениям более 300 нг/л. По индикатору № 3 выделяется по значениям более 500 нг/л. Индикатор № 4 проявляется в виде отдельных аномальных точек, локализованных в приразломной части.

Третий участок находится на западном фланге южного крыла структуры Нурсултан. Индикатор № 1 имеет фоновые значения. По индикатору № 2 участок выделяется по значениям более 300 нг/л. По индикатору № 3 выделяется по значениям более 500 нг/л. По индикатору № 4 выделяется единичные ярко аномальные точки, расположенные в зоне разлома.

Четвертый участок выявлен на восточном фланге структуры Акмола. Индикатор № 1 имеет фоновые значения. По индикатору № 2 участок выделяется по высококонтрастным значениям более 600 нг/л. По индикатору № 3 выделяется по значениям более 500 нг/л. По индикатору № 4 зона выделена по концентрациям, превышающим 150 нг/л.

Пятый участок представлен тремя отдельными аномалиями, которые лежат в зоне главного шва Туаркырского разлома. Индикатор № 1 выделен на низком уровне — более 500 нг/л. Индикатор № 2 имеет фоновые значения. По индикатору № 4 зона выделяется по значениям более 500 нг/л.

Шестой участок выделен на южном фланге структуры Акмола. Индикатор № 1 проявлен на низком уровне — более 500 нг/л. По остальным индикаторам зона имеет фоновые значения.

В целом, в пределах участка работ выделяется четыре отдельных геохимических блока, обоснованных геохимической специализацией, структурной позицией и, самое главное, характеризующихся взаимосвязью с разными очагами генерации.

1. Западный блок включает северное и южное крылья структуры Нурсултан и отделен от центральной части участка Н предполагаемым диагональным разломом. На юге границей блока является южный главный шов Туаркырской системы разломов. По данным поверхностной геохимической съемки, блок имеет нефтяную специализацию. Велика вероятность проникновения УВ от локальной депрессии, находящейся северо-западнее блока. Блок имеет определенное геохимическое сходство с месторождениями Оймаша и Ащисор на Песчаномысском поднятии. В южное крыло структуры Нурсултан УВ мигрируют со стороны депрессии Казахского залива.

2. Центральный блок находится между ранее выделенными структурами Нурсултан и Ракушечное море. С запада и востока блок ограничен предполагаемыми диагональными разломами, с юга Туаркырским разломом (южный шов). Логично предположить определенное сходство этого блока с территорией Ракушечного поднятия, на котором расположены газоконденсатное месторождение Ракушечное и газовое Сарсенбай. Предполагается газо-конденсатная специализация данного блока.

3. Восточный блок имеет клинообразную форму и включает в себя всю структуру Ракушечное море, выделенную по юрским отражающим горизонтам. С юга он ограничен южным швом Туаркырской системы разломов. С северо-запада предполагаемым диагональным разломом, выходящим на сушу в районе мыса Ракушечный. На востоке ограничение данного блока неизвестно. Вероятно, Аксу-Кендырлинская ступень является логичным продолжением этого блока на суше, где выявлены газовые месторождения Жарты, Аксу-Кендырлы. По геохимической специализации блок относится к перспективным на выявление преимущественно газовых скоплений.

4. Южный блок охватывает всю южную часть участка Н, находящуюся южнее главного шва Туаркырской системы разломов. По сути, данный блок уже принадлежит краевой части депрессии Казахского залива с другим собственным очагом генерации углеводородов. По данным поверхностной геохимической съемки, блок носит нефтяную специализацию и по всем показателям является наиболее перспективным.

Полученная информация позволяет сделать следующие выводы и прогнозировать результаты бурения в намеченных точках:

— проектируемую скважину на структуре Нурсултан (Pr-2) целесообразно перенести в южное крыло той же структуры;

— проектируемая скважина на структуре Ракушечное море (Pr-1), скорее всего, вскроет газовую залежь на уровне нижнемеловых и юрских отложений.

Наиболее перспективными на наличие нефтяных залежей являются структуры примыкания к южному шву Тауркырского разлома (блок № 4), а на наличие залежей газоконденсата — структуры примыкания в северной части структуры Ракушечное море (блок № 2).

GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS IN THE WATER AREA OF CASPIAN SEA

A. G. Glukhov, E.V. Zubkova

Engineering faculty
Peoples' Friendship Russian University
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Geochemical investigation is connected with determination of prospects' structures of petroleum, indicated in the area, and with necessity of refining the points of prospecting wells' location.

Key words: oil-gas perspective structures, geochemical investigations, center of generation, criteria of oil-gas-content.