

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПО КОНЦЕНТРАЦИЯМ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Приведены результаты поисковых геохимических исследований, сопровождающих сейсморазведку, в Когалымском районе нефтедобычи. Прямое прогнозирование залежей нефти выполнено по аномалиям концентраций мигрирующих в поверхностные отложения ароматических углеводородов. Выявлены три перспективных участка в пределах Центрально-Кустовой площади, два из которых подтверждены бурением. Для третьего, прогнозного, участка предложен разрез возможной ловушки (залежи). Рекомендовано использование данных о содержании в приповерхностных отложениях тяжелых ароматических УВ в качестве поисковых признаков на нефть и газ.

Ключевые слова: геохимия; сейсморазведка; концентрации ароматических углеводородов; прогноз залежей нефти.

На сегодняшний день достижения сейсморазведки при поисках ловушек и залежей углеводородов (УВ) большого размера не вызывают сомнений. Но при поисках залежей относительно небольших размеров возникают трудности, связанные с тем, что влияние таких залежей на волновую картину соизмеримо с влиянием других геологических факторов [1]. Значительно увеличить достоверность прогноза ловушек на нефть и газ позволяет проведение поисковых геохимических исследований. Привлечение методов органической геохимии доставляет дополнительную информацию «прямого» характера о возможной локализации углеводородов в виде залежей нефти и газа [2].

При стандартном геохимическом опробовании исследования направлены на анализ углеводородных газов (C_2 – C_4) и/или легких углеводородов (C_5 – C_8). Но определение этих соединений в образцах грунтов, воды и воздуха представляет значительную сложность: их

концентрации не стабильны, затруднен отбор и хранение проб. В настоящее время практически не рассматриваются в качестве геохимических показателей нефтегазоносности тяжелые углеводороды (C_{10} – C_{40}), хотя принимаемые физико-химические модели образования приповерхностных геохимических полей не исключают возможность диффузионного перемещения тяжелых УВ в надпродуктивные отложения. Битуминологические исследования надпродуктивных образцов пород прямо указывают на наличие повышенных концентраций тяжелых УВ на нефтегазоносных территориях [3].

Цель исследований заключалась в определении перспектив нефтегазоносности Центрально-Кустового участка ТПП «Когалымнефтегаз» (Ватьеганский вал на сочленении Сургутского и Нижневартовского сводов; рис. 1) – территории, где активно ведется поисковое и разведочное бурение, добыча углеводородного сырья.



Рис. 1. Положение участка исследований на схематической тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты:
1 – контур Центрально-Кустового участка; 2 – границы тектонических структур I порядка; 3 – границы внутреннего районирования;
4 – разрабатываемые месторождения углеводородов [4]

В процессе исследований анализировались пробы грунтов, которые были отобраны с забоя взрывных скважин в процессе выполнения сейсморазведки на Центрально-Кустовом участке. Глубина взрывных скважин составляла 7–10 м. Отбор проб производился со шнека буровой машины при условии, что последний интервал проходки осуществлялся без промывки. Всего на геохимическое исследование было направлено 259 проб грунта в полиэтиленовых пакетах с герметизирующей горловиной.

Все образцы перед исследованиями были взвешены и отсортированы. В результате геохимическому исследованию было подвергнуто 212 проб. 35 проб было отбраковано из-за недостаточного количества материала – менее 18 г, 12 проб – из-за видимого загрязнения нефтепродуктами.

Количественное определение содержания ароматических УВ в образцах грунтов производили с использованием аналитических методов Комиссии защиты природных ресурсов США: TNRCC Method 1005 «Определение

общих нефтяных углеводородов в твердых и жидких матрицах методом газовой хроматографии» и TNRC Method 1006 «Определение C₆-C₃₅ нефтяных углеводородов в объектах окружающей среды (алифатические и ароматические углеводороды)». Метод 1005 включает в себя условия проведения экстракции суммарной фракции УВ из образцов породы, условия консервирования и хранения образцов и экстрактов. Метод 1006 является логическим продолжением Метода 1005 и включает в себя условия разделения суммарного экстракта УВ (полученного по Методу 1005) методом колоночной хроматографии на фракции насыщенных и ароматических УВ.

Анализы выполнены в НИИ геологии и экологии нефтегазового комплекса Югорского государственного университета (аналитики Ю.В. Коржов, Л.И. Иванова). Вид анализа – хроматография газовая с масс-спектральным детектированием. Поверенное аналити-

ческое оборудование: а) хроматограф газовый Clarus 500MS фирмы PerkinElmer (США) с масс-спектрометрическим детектором; б) колонки аналитические капиллярные 30 м × 0,25 мм, неподвижная фаза Elite-5MS, толщина пленки 0,20 мкм.

Данная схема анализа проб позволяет выделить и идентифицировать более 90% сорбированных на породе углеводородов [5].

Для нефтегеологического анализа геохимической зональности углеводородов была принята теоретическая физико-химическая модель залежи [3]. Согласно этой модели пространственная локализация аномалий мигрирующих углеводородов в приповерхностном слое происходит над водонефтяным контактом (ВНК) (рис. 2). Эти аномалии, в случае залежи, вмещающей замкнутым локальным поднятием, имеют зонально-кольцевую форму и трассируют внешний контур ВНК.

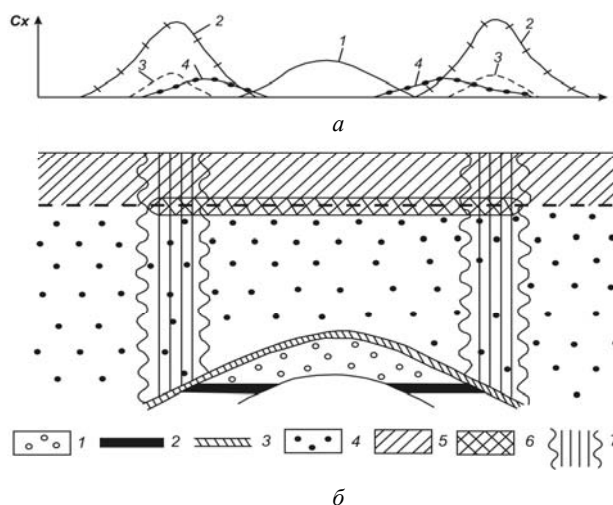


Рис. 2. Физико-химическая модель залежи УВ: а) формы пространственной локализации геохимических аномалий: 1) апикальная аномалия углеводородных газов, 2) фильтрационные аномалии углеводородных газов, 3) аномалии мигрирующих жидких углеводородных флюидов, 4) аномалии газов биохимического происхождения; б) обобщенный геолого-геохимический разрез: 1) залежь, 2) зона водонефтяного контакта, 3) покрывка, 4–6) комплекс надпродуктивных отложений, 7) зоны миграции углеводородных флюидов [3]

В качестве информативных параметров приняты суммарные концентрации ароматических углеводородов групп моно-, би-, три- и полиароматических молекул с 4–5 конденсированными ароматическими кольцами. Выбор ароматических углеводородов в качестве поисковых геохимических признаков определялся в первую очередь тем, что эти вещества чужеродны природным биосистемам и на них практически не оказывает маскирующего влияния современная растительность. Эти вещества обладают средней полярностью по сравнению с насыщенными УВ и гетероатомными веществами, поэтому, с одной стороны, способны к адсорбционному накоплению на глинистых минералах, а с другой – сохраняют подвижность углеводородов и способность к перемещению в гетерогенных (гидрофильных/гидрофобных) геологических средах. Кроме

того, ароматические углеводороды устойчивы к биоразложению и однозначно определяются методом хромато-масс-спектрометрии [5].

Сводные количественные характеристики геохимических параметров по результатам лабораторных исследований приведены в таблице. В качестве прогностического параметра перспективных участков были приняты концентрации нафталинов, которые менее всего чувствительны к загрязнению современной органикой (по сравнению с алкилбензолами и фенантренами) и имеют существенно большие концентрации (по сравнению с полициклическими УВ). Аномальные зоны концентраций выделены по отношению к тройной величине фоновых значений. Фоновые значения определены в 5 точках опробования, расположенных за пределами месторождения.

Значения концентраций ароматических УВ в образцах грунта Центрально-Кустового участка

Группа УВ	Диапазон концентраций, мкг/кг	Средняя концентрация, мкг/кг
Алкилбензолы	0...132,8	39,9
Нафталины	0...58,4	10,7
Фенантрены	0...37,5	30,2
Полициклические УВ	0...1,02	0,71

На карте изоконцентраций нафталинов (рис. 3), принятой в качестве основной схемы прогноза перспектив нефтегазоносности, выделяются три перспективных участка. В качестве наиболее вероятной стратиграфической приуроченности залежей рассматривается пласт ЮС₁¹, так как на Центрально-Кустовом участке именно этот пласт является продуктивным.

Два перспективных участка, разбуренные поисковыми и разведочными скважинами, расположены в периферийных частях площади геохимического опробования. 1-й перспективный участок охарактеризован и скважинами, давшими притоки нефти, и скважинами,

давшими притоки нефти с водой. На этом участке аномальная зона концентраций нафталинов вполне согласовалась с положением установленного бурением ВНК в пласте ЮС₁¹. 2-й перспективный участок охарактеризован скважинами, давшими притоки нефти с водой. На этом участке аномальная зона концентраций нафталинов не противоречит положению установленного бурением ВНК.

На 3-м собственно прогнозном участке аномальные зоны концентраций нафталинов достаточно уверенно траассируют положение ВНК предполагаемой залежи (ловушки), возможно, в пласте ЮС₁¹.

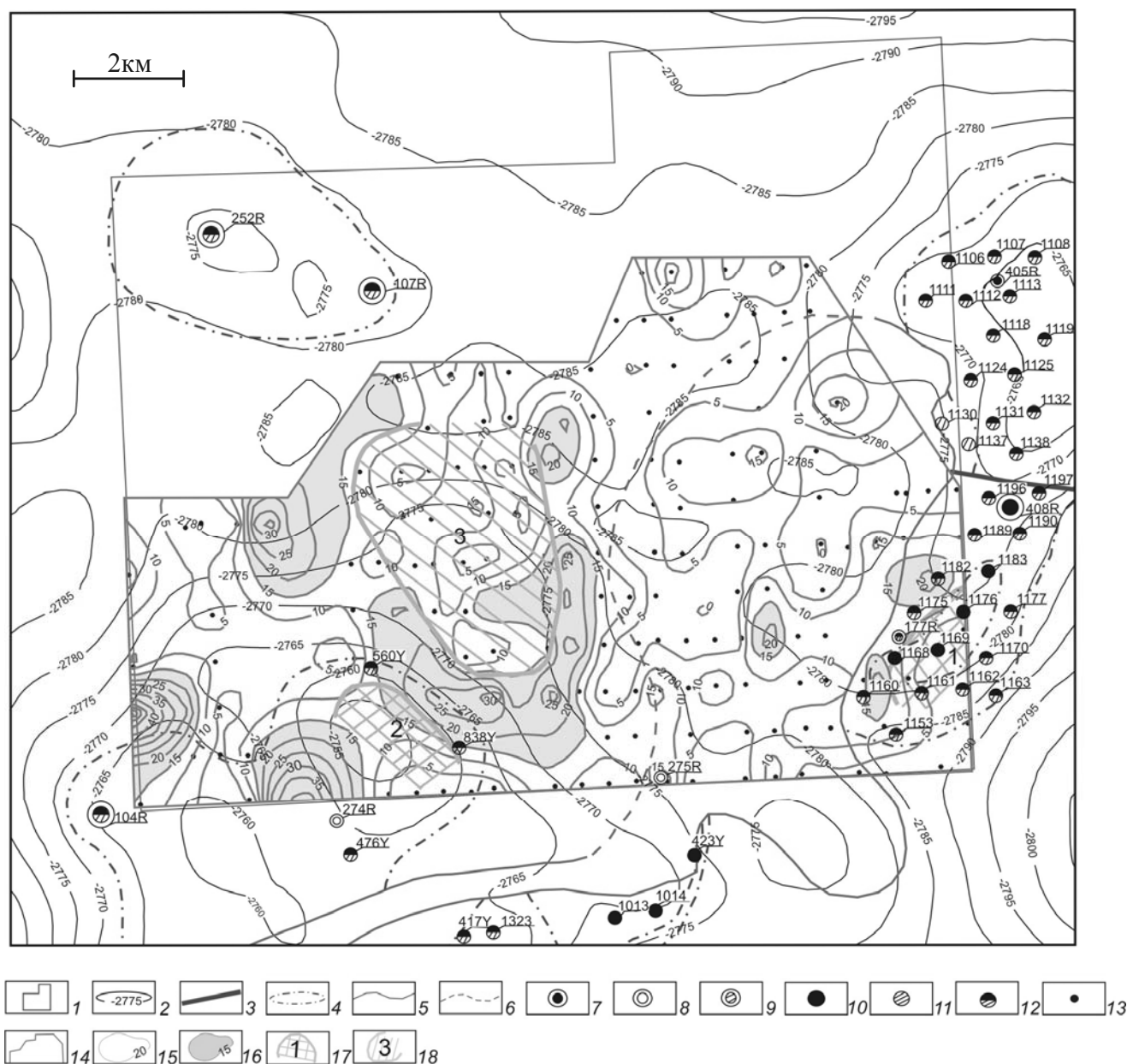


Рис. 3. Схематическая карта прогноза перспектив нефтегазоносности (карта концентраций соединений с нафталиновым ядром) Центрально-Кустового участка: 1 – границы участка; 2 – изогипсы по кровле пласта ЮС₁¹; 3 – предполагаемые тектонические нарушения; 4 – ВНК; 5 – линия установленного выклинивания пласта; 6 – линия предполагаемого выклинивания; 7 – разведочная скважина, давшая приток нефти; 8 – разведочная скважина; 9 – разведочная скважина, давшая приток воды; 10 – эксплуатационная скважина, давшая приток нефти; 11 – эксплуатационная скважина, давшая приток воды; 12 – эксплуатационная скважина, давшая приток нефти с водой; 13 – точки геохимического опробования; 14 – контур площади геохимического опробования; 15 – изолинии концентраций соединений с нафталиновым ядром, мг/кг; 16 – аномальные зоны концентраций соединений с нафталиновым ядром, мг/кг; 17 – разбуренные перспективные участки, номер участка; 18 – неразбуренные перспективные участки, номер участка

Совместное рассмотрение аномальных зон 3-го и 2-го перспективных участков позволяет предположить следующий разрез возможной залежи в пласте ЮС₁¹. Начиная с северной части 3-го перспективного участка (с положения изогипс 2785... 2780), коллектор становится нефтенасыщенным. На стыке 3-го и 2-го перспективных участков (положение изогипс 2770... 2765) пласт содержит зону фациального замещения неколлектором. Здесь фиксируются два ВНК: первый принадлежит склоновой залежи (3-й перспективный участок), второй – купольной залежи (2-й перспективный участок).

Проведенные исследования показывают применимость новых геохимических поисковых признаков за-

лежей нефти – повышенных концентраций ароматических углеводородов в приповерхностных отложениях. Зоны аномальных концентраций этих соединений хорошо «привязаны» к залежам и являются не менее информативными при поиске нефти и газа, чем легкие УВ. Основываясь на полученных результатах, можно рекомендовать использование данных о содержании в приповерхностных отложениях тяжелых ароматических УВ в качестве поисковых признаков на нефть и газ. Геохимические исследования позволят значительно увеличить достоверность прогноза данных сейсморазведки. Применяемые методы достаточно экспрессны, чтобы быть совмещенными со сроками выполнения сейсморазведочных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Конторович В.А.* Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
2. *Андреева Н.Н., Борковский А.А., Верес С.П.* Перспективы применения прямых геохимических методов поисков залежей нефти и газа относительно небольших размеров в Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2001. № 4. С. 53–57.
3. *Справочник по геохимии нефти и газа* / под ред. С.Г. Неручева. СПб. : Недра, 1998. 576 с.
4. *Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа* : атлас / ред. Э.А. Ахпателов, В.А. Волков, В.Н. Гончарова и др. Екатеринбург : ИздатНаукаСервис, 2004. 148 с.
5. *Иванова Л.И., Исаев В.И., Коржов Ю.В.* Методика лабораторных исследований тяжелых углеводородов при нефтепоисковой геохимии // Материалы Междунар. конф. «Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов» (Казань, 12–16 ноября 2007 г.). Казань : Фэн, 2007. С. 356–360.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 12 сентября 2010 г.