

Р.П. Готтих¹, Б.И. Писоцкий¹, А.В. Егоркин², И.Н. Плотникова³, А.К. Назипов³

¹ВНИИГеосистем, г. Москва

²Центр ГЕОН, г. Москва

³Министерство экологии и природных ресурсов РТ, г.Казань

СОГЛАСОВАННОСТЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК АРГУМЕНТАЦИЯ ГЛУБИННОСТИ УГЛЕВОДОРОДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ

Наряду с традиционными точками зрения на вопросы генезиса углеводородов (УВ) – осадочно-миграционной (Н.Б. Вассоевич), абиогенно-мантийной (Н.А. Кудрявцев), геодинамической на основе тектоники плит (В.П. Гаврилов, О.Г. Сарохтин, С.А. Ушаков) – в последние годы сформировались еще ряд гипотез. К их числу можно отнести флюидодинамическую (Б.А. Соколов), осадочно-флюидодинамическую (Б.П. Кабышев), осадочно-неорганическую (И.И. Чебаненко), геосинергетическую (А.П. Руденко, Л.Е. Лукин) и др. и даже космогенную. В качестве источника УВ рассматриваются либо только

расчеты, выполненные в конце 60-х – начале 70-х годов Э.Б. Чекалюком и показавшие устойчивость широкого круга органических соединений в мантийных зонах. В дальнейшем, поля стабильности восстановительных флюидов при различных параметрах P, T, fO₂ были обозначены в работах А.А. Кадика, В.К. Каржавина, Ф.А. Летникова и др., и, наконец, в последние годы справедливость идей о возможности синтеза и сохранности углеводородов в глубоких областях литосферы подтверждена термодинамическим моделированием с использованием новейших компьютерных технологий (И.К. Карпов, В.С. Зубков и др.) Естественно полагать, что при выводе таких флюидов в верхние горизонты коры следы процессов должны фиксироваться в породах фундамента и осадочного чехла. Экспериментальные материалы, полученные нами при изучении практически всех основных НГП бывшего СССР, позволили идентифицировать эти следы в виде включений, законсервированных во вторичных микротрещинах. Изучение состава наполнения вакуолей выявило, по крайней мере, три типа систем: битумоидно-углеводородную, битумоидно-углеводородно-водную и чисто углеводородную, представленную сухими газами, преимущественно метаном (Рис. 1). Наличие в одновозрастных трещинках, помимо УВ и битумоидо-содержащих включений, вакуолей с водно-солевой фазой позволило установить температуры поступавших систем в различных НГП на доступных уровнях вскрытых горизонтов. Снижение этого параметра вверх по разрезу от 320 °С до 60 °С свидетельствует о восходящем характере миграции флюидов.

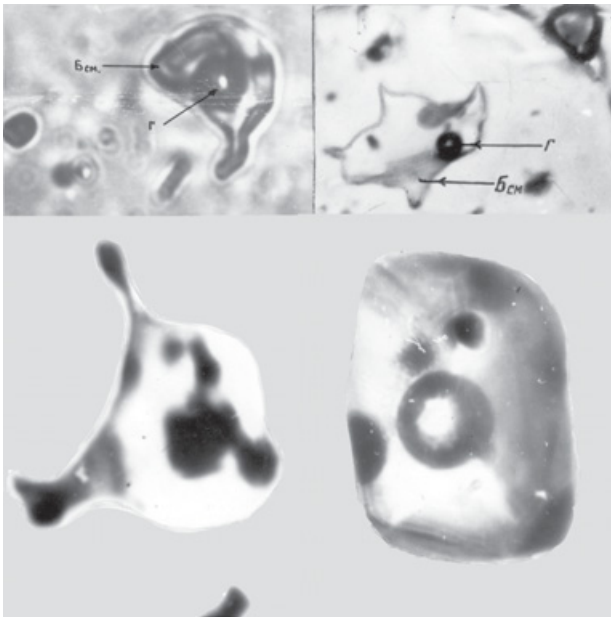


Рис. 1. Реликты восстановительных флюидов в породах фундамента и осадочного чехла.

органическое вещество (ОВ) биогенного происхождения, либо мантийные флюидные составляющие, либо вещество смешанного характера. В основе тех или иных представлений часто лежат различные подходы к проблеме: геологические, структурно-тектонические, термодинамические, физико-химические и др. Безусловно, различные гипотезы строятся на большом фактическом материале, в крайнем случае, считающимся самодостаточным (например, наличие биомаркеров).

По нашим представлениям, источником нефтегазообразующих флюидов являются глубинные системы С-Н-О-N-S, уровни зарождений которых лежат, по крайней мере, вне поля развития осадочных комплексов. Основанием для такого вывода послужили, в первую очередь,

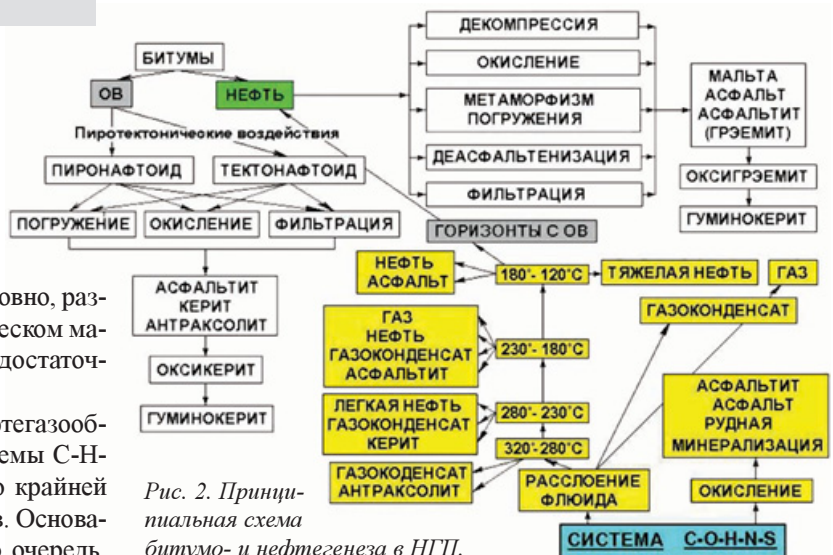


Рис. 2. Принципиальная схема битумо- и нефтегенеза в НГП.

В геохимическом отношении в водно-солевой фазе диагностированы Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , а в битумоидной – широкий круг микроэлементов, включающий халькофильную, сидерофильную и литофильную группы. Последнее позволило заключить, что перенос МЭ осуществляется в виде комплексов с органическими лигандами. Естественно, при изменении термодинамических условий миграции из флюидов выделяются наименее растворимые соединения, что приводит к битумообразованию.

Образующиеся углеродистые вещества и жидкие битумы наследовали геохимическую специализацию флюидов, что и определило дальнейший подход в исследованиях – изучение микроэлементного состава продуктов распада: битумов и нефтей. Выяснилось, что первые содержат высокие концентрации металлов, не характерные для продуктов преобразования нефтей или углеродистых веществ, синтезированных в пневматолитовых и гидротермальных процессах. Причем уровень накопления МЭ максимален в высококарбонизированных разностях и снижается по мере перехода к асфальтам и нефтям, что согласуется с термодинамическим состоянием систем. При этом твердые битумы в большей степени специализированы на литофильные элементы (U, Th, REE), тогда как в нефтях происходит накопление халькофильных и сидерофильных. Анализ материалов по 6 НПП позволил на основе термодинамических характеристик флюидов и микроэлементного состава продуктов их расщепления предложить новую линию битумо- и нефтегенеза, отличающуюся от классических схем (Рис. 2).

Как было показано в (Муслимов и др., 1996), в кристаллическом фундаменте ЮТС и Мелекесской впадины обнаружены битумы с повышенными содержаниями урана, тесно ассоциирующие с микротрещинами, в которых диагностируются включения с битумоидной и газовой углеводородными фазами. Следы урансодержащих битумов и реликтов флюидов прослеживаются и в породах осадочного чехла (Рис. 3). Относительно низкие температуры поступления систем на изученных уровнях вскрытых разрезов фундамента определили и класс выделяющихся углеродистых веществ, которые можно отнести к асфальгитам и асфальтам. Данные факты свидетельствуют о том, что нафтиды Татарстана представляют собой конечные продукты эволюционного развития системы С-Н-О-N-S-Me. Отмечаемый в кристаллических породах широкий спектр углеродистых веществ от графитов до керитов связан с разнообразными метаморфическими, метасоматическими и магматическими процессами архейско-нижнепротерозойского возраста и, таким образом, не имеет отношения к нефтенакоплению в осадочном чехле.

Хроматографический анализ газов, выделяющихся при различных температурах из образцов фундамента, с параллельным изучением полированных пластинок показал, что максимальное содержание углеводородов содержат породы, в которых отмечаются следы воздействия восстановительных флюидов (Рис. 4). Причем в составе газов преобладают метан и его гомологи при небольших количествах непредельных соединений (тип 4). Вместе с тем, наблюдается группа газов, не укладывающаяся в общий флюидодинамический эволюционный тренд преобразования кристаллических пород (тип 3), и характеризующая милонитизированные зоны, изучаемые В.Г. Изотовым и Л.М. Ситдиковой. На декриптограммах, от-

ражающих динамику выхода флюидов из образцов, максимальные пики приходится на температурные интервалы, соответствующие температурам перестройки кристаллических решеток диагностированных слоистых диметасиликатов. Этот факт свидетельствует о нахождении газов в межслоевых пакетах или дефектах решеток и, судя по всему, их образование совпадает с появлением данной минерализации. Состав компонентов отличается помимо высоких концентраций CO_2 и УВ также преобладанием в последних суммы непредельных соединений над предельными, что несвойственно нафтидообразующим флюидам. Например, в отдельных зонах милонитизации по кристаллическим породам в скв. 20002 сумма C_2 - C_4 предельных гомологов метана составляет 1590, а непредельных-2960 $\text{см}^3/\text{кг}(10^{-4})$, в скв. 20005-129 и 1270 $\text{см}^3/\text{кг}(10^{-4})$, соответственно. Подобный облик систем может образовываться при механохимических реакциях в энергетическом поле природной сейсмичности недр, что показано в работах Н.В. Черского, В.А. Каргина и др., и базироваться на цепных радикальных реакциях на активированных поверхностях минеральных фаз. Экспериментально доказано, что преобладающими УВ при таких реакциях являются непредельные, а исходным материалом для такого синтеза могут служить окисленные формы углерода и вода, законсервированные в крупных вакуолях кварца и полевых шпатов. Дробление и смятие пород приводит к выделению во вмещающую среду электронов, восстанавливающих окисленные соединения.

В битумоидах, извлеченных из милонитизированных пород, в отличие от экстрактов из гранитоидов с реликтами УВ флюидов, отсутствуют характерные для нафтидов бензфлуорены и хризены. Большое количество дифенила и флуорена в составе полициклических ароматических углеводородов следует рассматривать в качестве

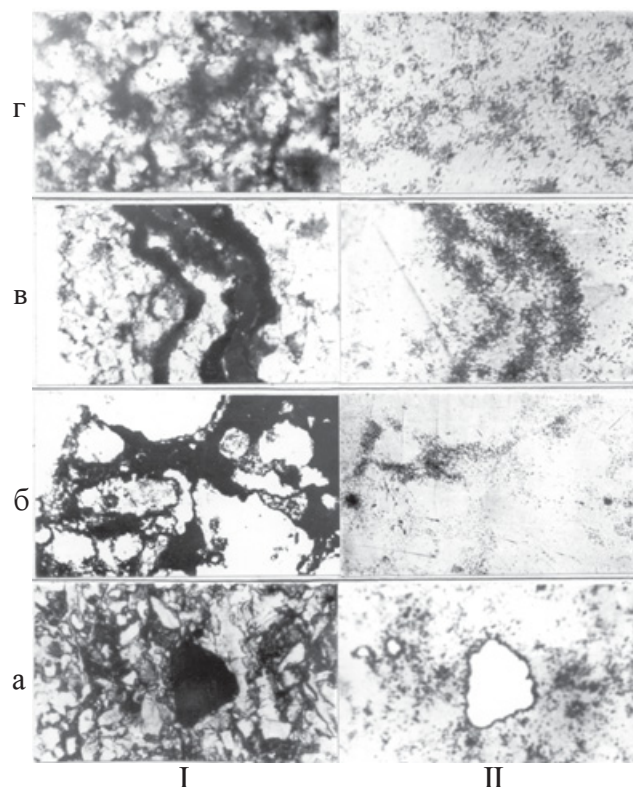


Рис. 3. Следы миграции флюидов, трассируемые по урансодержащим битумам; I- шифр, II-детектор; а) гранито-гнейс; б) песчаник; в) известняк, г) известняк.

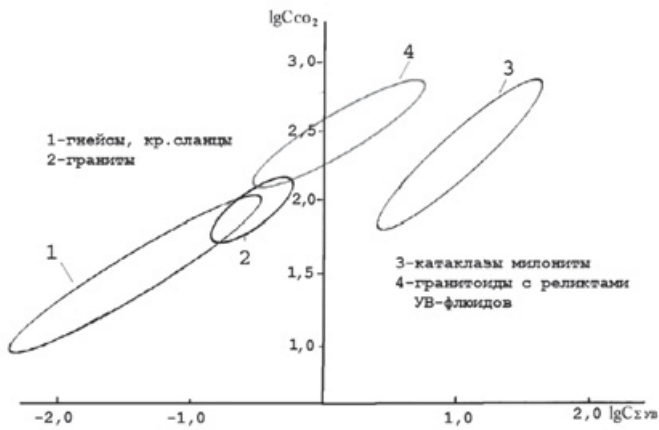


Рис. 4. Основные генетические типы газов в породах фундамента.

продуктов синтеза в результате реакций поликонденсации ацетиленовых и диеновых УВ на катализаторах, активность которых значительно увеличивается при механической деформации пород.

С целью проверки данных положений было проведено определение радиологического возраста слюдястых минералов зон милонитизации из скв. 20005 и скв. 20009 К-Аг методом. Содержание калия определялось фотометрией пламени, а радиогенного аргона на масс-спектрометре ММ-600 (Micromass). Полученные результаты времени закрытия К-Аг системы составили для зон в скв. 20005 – 1236,5 (с учетом $K=0,78 - 964,5$) млн лет, в скв. 20009 – 1167,9 (911) млн лет с погрешностью 2%. Совокупность данных не позволяет согласиться с точкой зрения А.А. Кременецкого об экзогенной природе трещиноватости и последующего ее заполнения нисходящими из осадочного чехла потоками вод, содержащими УВ, а также В.Г. Изотова, придерживающегося, судя по публикациям, флюидодинамической модели Б.А. Соколова и относящего указанные области к генерирующим горизонтам, с дальнейшим выводом компонентов в осадочные толщи. Образование “ложных” волноводов с параллельным абиогенным синтезом в них УВ и битумоидов произошло в верхнерифейское время при относительно кратковременном поднятии и сжатии кристаллических блоков, определившими чешуячато-надвиговое строение фундамента.

В пределах верхней части консолидированной земной коры вообще невозможно найти источник для флюидных систем и, тем более, восстановленных. Некоторые исследователи источник флюидов относят к средней коре и связывают его возникновение с дегидратацией пород за счет метаморфических процессов. Эта область КЗК хорошо выделяется по геофизическим данным и считается, прежде всего, водонасыщенной. Но, как показали эксперименты, проведенные под руководством академика В.А. Жарикова, при Р-Т параметрах данной области углекислотно-водные системы крайне нестабильны и, в случае их появления, моментально расходятся на новообразование различных минералов, ассоциации которых определяются рН среды. Последнее приводит к залечиванию трещиноватости и увеличению скорости Р-волн, а не к понижению, что наблюдается на сейсмических профилях.

Как неоднократно указывалось, все залежи УВ, помимо углеводородных компонентов и их гетеросоединений, содержат также микроэлементы, геохимия которых, на наш взгляд, может раскрыть ряд существенных генетических

аспектов в области нефтяной геологии. Примером использования геохимии малых элементов для генетических построений могут служить карбонатиты, имеющие, как и осадочные карбонаты, одинаковый макрокомпонентный состав, но существенно различающиеся по набору МЭ. Последнее позволяет разделить их на мантийные и коровые образования. То же самое относится и к разнотипным базальтам, близким по данным силикатного анализа, но отличным по характеру накопления микроэлементов и, соответственно, по источникам выплавления. Напрашивается аналогия с нефтями, которые в большинстве своем близки по химическому и компонентному составу, могут совпадать по содержанию и специфическому набору биомаркеров, но различаться по геохимическим особенностям в накоплении и распределении малых элементов.

Изучение МЭ состава нефтей Татарстана находится на начальной стадии, но уже имеющиеся материалы по совокупности признаков дали возможность выделить, по крайней мере, три группы: нефти Мелекесской впадины, центральной части ЮТС и Бавлинской группы месторождений. Они отличаются, прежде всего, соотношением над-кларковых, по отношению к глинам, содержанием Мо, Se, Au, Re, Zn, Ag, Hg. Кроме того, можно отметить высокие концентрации в некоторых нефтях Миннибаевской площади - Ва, Hf, W, а Зеленогорской - тантала. Присутствие в асфальтенах элементов, существенно отличающихся по своим геохимическим свойствам, допускает их перенос только в составе восстановительных глубинных флюидов, обеспечивающих нейтральность по отношению к матрице. Наличие же лантаноидов, представляющих собой уникальный по чувствительности генетический код, позволило провести комплексный анализ относительных спектров их распределения в нафтидах, предполагаемых “нефтематеринских породах” и океанических водах, аналогов захороненных (Готтих, Писоцкий, 2000). Как и следовало ожидать, в отличие от двух последних объектов, асфальтены характеризуются отчетливой положительной аномалией европия (Eu/Sm до 1.16), что несвойственно верхнекоровым образованиям и, таким образом, источник МЭ в системах и, соответственно, в нефтях следует отнести к нижней коре или верхней мантии.

Дополнительным аргументом в пользу отсутствия геохимической связи между “продуцирующими” осадочными комплексами и нефтями являются отношения изотопов стронция. Для ОВ девонских морей соотношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ составляет $\sim 0,7082$ (данные по афанитовым известнякам), нефти же Нурлатской и Абдрахмановской площадей, которые, исходя из биогенных концепций должны были наследовать метки аквагенного вещества, имеют значения 0,7102 и 0,7100 (Готтих, Писоцкий, 2000). Ряд исследователей допускают латеральную миграцию УВ по листрическим разломам в фундаменте из рифейских прогибов, однако ОВ последних имеет среднее соотношение изотопов 0,7050 (Семихатов и др., 1998). Возможна мобилизация радиогенного стронция из слюд и полевых шпатов, но этот процесс имеет место только при температурах выше 400°C . Исследования флюидодинамики в кристаллических комплексах, вскрытых скв. 20009, ограничивают температуры поступления восстановительных флюидов 220°C на уровне 4360 м (метод гомогенизации включений), что полностью отвергает сделанные допущения.

Эволюция изотопных систем стронция и неодима нефтей и углеродсодержащих пород имеет различный характер, рис. 5. Вместе с тем, источники элементов для нефтей Мелекесской впадины и центральной части ЮТС несколько отличаются, что, как показано выше, подтверждается и взаимоотношением между другими металлами.

В петрологии, с целью идентификации областей поступления магм и степени их контаминированности коровым материалом, широко используют диаграммы $\epsilon\text{Nd}^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Исследования показали, что источниками МЭ в битумах и нефтях, в зависимости от конкретных геологических ситуаций, могут быть магмы различного состава, зоны активизации нижнекорового субстрата, а также мантийные зоны, претерпевшие определенную стадию эволюции. Области мобилизации элементов системами С-Н-О-N-S для большинства изученных объектов лежат в поле обогащенной мантии второго типа, которая формируется в результате процессов метасоматоза. Обзор большого материала по геохимическим особенностям мантийных флюидов, реликты которых фиксируются во включенных алмазах, показал их полную идентичность с нефтеобразующими системами.

Если допустить заражение нефтей Татарстана радиогенным стронцием, то области мобилизации металлов могут сместиться в поле ЕМ-1. Естественно, что уровни зарождения самих флюидов, воздействующих на литосферу, экстрагирующих МЭ из матрицы при миграции и принимающих участие в нефтеобразовании, должны иметь более глубокие корни, отличающиеся низкой $f\text{O}_2$ и находящие свое объяснение в рамках плюм-тектоники.

Фактическим материалом, отражающим проникновение газовых систем в породы верхней мантии и земной коры (с последующей полимеризацией и поликонденсацией вещества), являются данные геофизики.

Связь нефтегазоносности с глубинным строением земной коры, установленная по данным ГСЗ и частично метода обменных волн землетрясений (МОВЗ), нашла отражение в многочисленных работах. В качестве признаков в основном рассматривались морфологические (структурные) параметры, мощность осадочного чехла, аномалии геометрии поверхности Мохоровичича, плотность разрывных нарушений. Многоволновое сейсмическое профилирование (МГСП) обеспечивает совместную интерпретацию продольных и поперечных волн разного типа, что позволяет получить информацию о физических параметрах среды (структуре упругих свойств литосферы) и химическом составе пород. В настоящее время очевидно, что проведение геологоразведочных работ на нефть и газ не может ограничиваться изучением только породных комплексов осадочного чехла и требует знания структуры и энергетического состояния более глубоких горизонтов.

Анализ материалов, приведенных в работах А.В. Егоркина, И.К. Булина, Л.Н. Солодилова, Н.И. Павленковой, В.Д. Суворова и др., показал, что кристаллическая земная кора под разными УВ скоплениями характеризуется существенно различной структурой упругих свойств в радиальном разрезе и по латерали. Отмечается наличие пространственной корреляции крупных месторождений с теми или иными латеральными доменами КЗК и (или) верхней мантии. Интерпретация МГСП, проведенная для различных регионов, позволила выработать ряд критериев нефте- или газоносности разрезов (Булин,

Егоркин, 2000). Так, установлено, что: а) по параметру V_p , кровля высокоскоростных зон под нефтяными месторождениями находится на глубине ~11 км, а под газовыми и газоконденсатными – ~13 - 16 км; б) частота встречаемости зон с пониженными V_p/V_s в латеральном разрезе под газоносными объектами в 1,4 раза превышает такую же под нефтеносными, причем под первыми мощные аномальные зоны (>8 км) фиксируются чаще, чем под вторыми; в) число волноводов в КЗК для Р - волн, совпадающее с интервалами с пониженными V_p/V_s под газо- и газоконденсатными месторождениями, в три раза превышает такое же для нефтяных; г) частота встречаемости волноводных зон, выделенных под газоносными объектами, в 2,8 раза выше, чем под нефтеносными; д) распространенность доменов с повышенной скоростью S - волн в латеральном разрезе коры газоносных областей в 1,7 раза больше по сравнению с нефтяными; е) приуроченность районов нефтенакопления к участкам верхней мантии с повышенной скоростью $V_p = 8,2 - 8,5$ км/с, а газонакопления – к участкам с $V_p = 7,8 - 8,2$ км/с; ж) преобладающие значения скорости V_p и ее скачка в кровле и подошве высокоскоростных доменов под районами нефтяных скоплений значительно ниже, чем под газовыми; з) распространенность нижнекорового волновода, фиксируемого одновременно по Р- и S- волнам, под нефтяными месторождениями почти в 5 раз меньше по сравнению с газовыми. Объединяющим для отличных по фазовому состоянию залежей является повышенное поглощение Р- и S- волн (от 10 до 100%) и пониженная добротность верхней части консолидированной коры.

Таким образом, отличия в физическом состоянии литосферы безусловно связаны с глубинными (тектоно-магматическими, флюидодинамическими, геолого-структурными) процессами преобразования вещества и сохранились в виде морфоструктурных и (или) скоростных сейсмических аномалий. Различие показателей глубинного строения литосферы под районами повышенной концентрации разнообразных УВ может рассматриваться как еще одно из доказательств эндогенного генезиса скоплений УВ, локализованных в породах чехла и фундамента платформ.

Использование параметров строения КЗК и ВМ с выделением прогностических признаков может быть получено, с одной стороны, только в процессе многолетних профильно-площадных исследований с применением новейшей аппаратуры и соответствующей квалифи-

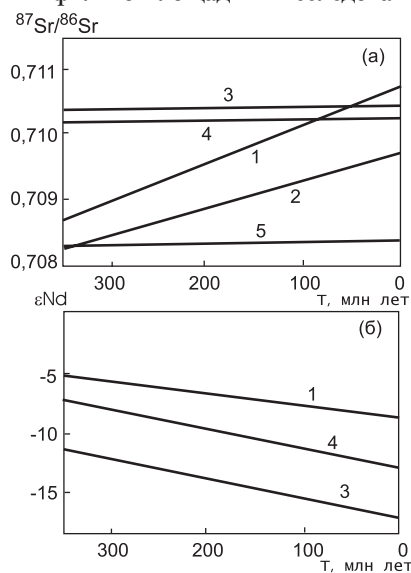


Рис. 5. Изменение начальных изотопных составов стронция (а) и неодима (б) в породах и асфальтенах нефти во времени.

- 1 - известково-глинистый сланец, Березовская площадь, скв. 13481, D₃;
- 2 - битумоид из сланца;
- 3 - асфальтены нефти, Абдрахмановская пл., скв.18955; 4 - асфальтены нефти, Нурлатская площадь, скв. 1831;
- 5 - известняк D₃

кации геофизиков с обязательным учетом характера геодинамического развития территории. Но даже при широком использовании геофизических методов в пределах Татарстана, их интерпретация будет представлять значительные сложности. Это связано, прежде всего, с многократностью и разновременностью проявления глубинных процессов в регионе. К ним можно отнести основной вулканизм среднего девона, участие глубинных восстановительных газовых систем в формировании геохимического облика верхнедевонских (доманикоидных), нижнекаменноугольных и верхнепермских породных комплексов, нефте- и битумоаккумуляция (судя по всему, разорванное во времени), а также современное газовое дыхание (Готтих, Писоцкий, 2000). На естественную картину перестройки структуры КЗК могут накладываться и чисто тектонические, блоково и структурообразующие процессы, не сопровождающиеся одновременной дефлюидизацией недр.

Исходя из изложенного, а также приведенных примеров неоднократного проявления глубинных процессов в пределах Татарстана, со всей очевидностью вытекает сложность интерпретации материалов в связи с количественными различиями в показателях и степени их относительной распространенности в КЗК под разнотипными нефтегазоносными объектами. Одним из примеров наложения процессов, изменивших структуру КЗК, могут служить выработанные еще в 40-х годах нефтяные месторождения Тимана, на которых впоследствии были получены притоки газа из рифейских отложений в объеме до 2 тыс. м³/сут.

Обобщение и анализ опубликованных и собственных материалов показывает, что формирование газовых и газоконденсатных залежей происходило и происходит в новейшее время, вплоть до современного. Миграция УВ при этом проходит на фоне поднятия тех или иных блоков фундамента и сопровождается сейсмичностью недр. Обзор данных по землетрясениям на Земле с содержанием метана в тропосфере привел к предположению, что между ними существует генетическая связь. Вместе с тем, увеличение числа землетрясений с магнитудами $4 \leq M < 4.5$ способствует росту выхода метана, а магнитудами $4 \leq M < 5$ — наоборот, препятствует (Горячев и др., 2000).

Косвенными признаками проявления современной дегазации недр в пределах Татарстана являются материалы повторного нивелирования (Кузнецов, 2000) и периодическая сейсмичность недр. Исследования по проблеме современной дефлюидизации глубоких зон и возможного насыщения нефтеносных пластов осадочного чехла газовыми компонентами проводятся в РТ под рук. Р.Х. Муслимова. Они имеют важное значение при установлении питающих областей, поскольку процессы приводят к снижению плотности тяжелых и остаточных нефтей. При “замораживании” таких участков со временем появляется возможность повторного включения их в эксплуатацию.

Уже первые полученные данные по изотопному и компонентному составу газов, отобранных из фундамента, вскрытого пьезометрическими скважинами и в скв. 20009, показали их нестабильность во времени. Особый интерес представляют результаты по глубокой скважине. Изотопный состав углерода метана, при периодическом отборе, изменялся от -10 до -90% с соответствующим облегчением или утяжелением $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$. Такие характеристики свойственны продуктам реакции монооксида

углерода с водородом. Состав метана в фундаменте объясняет факт изотопного облегчения попутных газов нефтеносных пластов девонских отложений по сравнению с каменноугольными. Реальность современных процессов дегазации глубоких зон подтверждают и данные изотопного состава углерода нефтей Ново-Елховского месторождения, отобранных до и после сейсмических событий.

К сожалению, экономическая ситуация в настоящее время не позволяет провести широкий и полный комплекс работ в республике (МГСР, МОГТ, МТЗ, сейсмической томографии, гравиметрии, магнитометрии), да и сам комплекс, как показано, не является самодостаточным. В связи с этим, важное место в прогнозных исследованиях как на породы фундамента, так и возможно пропущенные продуктивные горизонты в осадочном чехле должны занимать геохимические изыскания, в основе которых лежат представления о глубинном генезисе УВ.

Нами в ряде публикаций освещались вопросы формирования радиогеохимических полей в разрезах нефтегазоносных провинций. Природа аномалий может быть различной, но в любом случае она обусловлена притоком из глубоких зон широкого круга элементов, прежде всего урана. Аномальные области тесно связаны с нефтеносностью площадей вне зависимости от наличия структурных ловушек, а их образование часто совпадает по простиранию с направлением унаследованного развития трещиноватости, присущей древним платформам. Детальное изучение Верхне-Чонского газоконденсатного месторождения в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы показало, что все продуктивные скважины, в том числе и в породах фундамента, находятся в зонах высокой радиоактивности пород. Выполненные исследования по Ново-Елховскому блоку, а в 2000 г. на Миннибаевской площади (при поддержке НГДУ Альметьевнефть) показали совмещенность в разрезах радиогеохимических аномалий и нефтеносных структур.

Таким образом, составление карт гамма-полей и оценка их контрастности на территории Татарстана по выбранным площадям, параллельно с анализом химического состава и структуры фундамента, позволит уже в их пределах провести дополнительные геофизические и геохимические работы с целью прогноза перспектив глубоких горизонтов на УВ сырье. Выделенные области одновременно должны являться зонами подтока современных углеводородов, которые могут быть в будущем введены в эксплуатацию.

Литература

- Булин Н.К., Егоркин А.В. *Региональный прогноз нефтегазоносности недр по глубинным сейсмическим критериям*. Центр ГЕОН. 2000.
- Горячев И.Н., Грамберг И.С., Смекалов А.С. О возможности зависимости глобального роста концентраций метана в тропосфере от числа слабых землетрясений. *Геология и геофизика*, т. 41, № 8, 2000. 1187-1194.
- Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. Место нефтяных систем в главной геологической периодичности как основа геохимических методов поиска. *Георесурсы*, № 3(4), 2000. 28-30.
- Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтеносности*. Под ред. Р.Х. Муслимова, Т.А. Лапинской. Казань. “Дента”. 1996.
- Кузнецов Г.Е. Глубинное строение и геодинамика недр Республики Татарстан. *Мониторинг геологической среды: активные эндогенные и экзогенные процессы*. Казань. 2000. 35-50.
- Семихатов М.А., Горохов И.М., Кузнецов А.В. и др. Изотопный состав Sr в морской воде в начале позднего рифея: известняки лахандинской серии Учуро-Майского региона Сибири. *Докл. РАН*, т. 360, № 2, 1998. 181-185.