

МЕСТО НЕФТЯНЫХ СИСТЕМ В ГЛАВНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ – КАК ОСНОВА ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОИСКА

В аспекте разработки новых технологий поисков и разведки месторождений углеводородного (УВ) сырья с позиций глубинной флюидизации, участвующей в формировании залежей, необходимо рассмотреть ряд теоретических вопросов. К их числу относятся, прежде всего, вопросы стадийности эндогенных процессов вообще и в пределах Татарстана, в частности; геохимической специализации восстановительных систем, их роли в формировании аномальных полей в разрезе осадочного чехла в связи с процессами нефтенакпления.

В последние годы в науке прочно укрепилось представление о периодичности и стадийности крупных геологических событий в истории Земли, которые выража-

лись в активной генерации мантийных магм, рифтогенезе, метаморфизме, формировании гигантских рудных скоплений вещества.

Изохронное датирование планетарных процессов, отражающих энергетические возмущения в недрах, позволило выявить в докембрии, по крайней мере, четыре мегацикла с кульминационными стадиями в 3,6 – 2,6 – 1,65 – 1,1 млрд лет (Пушкарев Ю.Д., 1990 и др.). В фанерозое наиболее важные события на границах венда – кембрия, девона – карбона и юры – мела происходили через 216 – 220 млн лет, соответствующих продолжительности галактического года, на фоне которых отмечается периодичность около 32,7 млн лет. К этим стадиям приуроче-



Рис. 1. Отражение проявлений глубинных процессов в осадочных комплексах Волго-Уральской провинции.

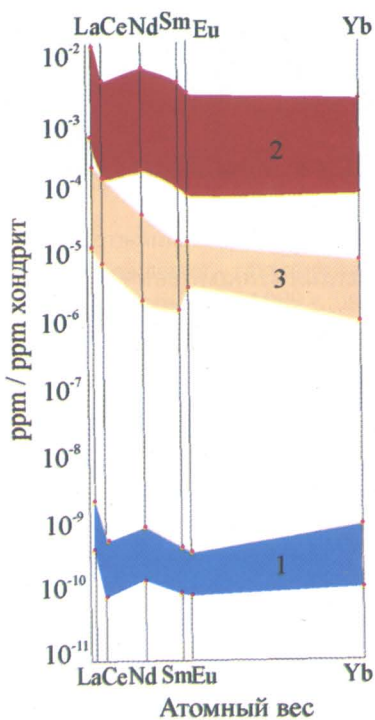


Рис. 2. Кривые и поля изменения содержания лантаноидов, нормированных по средним их содержаниям в хондритах:
1 - в водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов;
2 - в глинисто-битуминозных известняках доманиковой формации верхнего девона;
3 - в асфальтенах из нефтей месторождений Южно-Татарского свода и Мелекесской впадины.

ны основные эпохи кимберлитового вулканизма, высокобарного метаморфизма, образование взрывных кольцевых структур, рифтинг, колебания уровня океана, максимумы медно-молибденового оруднения и гранитоидного магматизма (Милановский Е.Е., Добрецов Н.Л., Маракушев А. А., Пейтон К. Е.; Бяков В.М., 1996).

Первопричиной возникновения перечисленных процессов является стремление Земли достигнуть состояния с минимальной потенциальной энергией за счет сегрегации тяжелых элементов в центре планеты, а легких – у поверхности. Дифференциация вещества на границе нижней мантии и ядра приводит к возникновению легкого горячего материала, периодически всплывающего в виде плюмов и пополняющего астеносферу, либо проявляющегося в виде внутриплитной магматической и тектонической активизации. Одним из подтверждений процесса служит отрицательная корреляция объема мантийных магм с частотой магнитных инверсий, источником которых является жидкое внешнее ядро (Ларсон Р., Олсон П.).

Периодический отрыв плюмов из слоя D_2 может служить важнейшей причиной перестройки всей системы конвективных течений и как следствие – периодичности всех взаимосвязанных процессов в тектоносфере Земли.

В приведенной системе особое место занимают процессы накопления морских осадочных отложений, обогащенных органическим веществом и ураном и трактующихся некоторыми исследователями в качестве нефтематеринских толщ. Образование этих отложений по всему миру также подчиняется геологической периодичности, на что впервые обратил внимание С.Г. Неручев (1986).

Помимо урана в этих породах происходит аномальное концентрирование V, Ni, Cu, Mo, Zn, Cr, Co, Ag, Au, As, РЗЭ, ЭПГ, причем различные регионы характеризуются определенной геохимической специализацией, которая может иметь место и в разрезах, вскрывающих толщи с кульминационными периодами накопления осадков, кратными по времени 30 млн лет. Столь значительное обогащение пород, в частности ураном, не может происходить только за счет его сорбции из морских вод с кларковыми концентрациями металла. Необходим дополнительный источник элементов в придонных илах, он может возникнуть лишь в случае привноса металлов из более глубоких горизонтов. В коре трудно найти источник для флюидов, области их зарождения должны находиться в подкоровых зонах и обеспечиваться декомпрессией вещества периодически поднимающихся плюмов. Причем перенос микроэлементов (МЭ) должен осуществляться по проницаемым зонам восстановительными системами, обеспечивающими нейтральность по отношению к вмещающей матрице. Попадая в бассейн седиментации, глубинные флюиды рассеиваются от областей внедрения, а микроэлементы “поглощаются” органическим веществом и сосаждаются с хемогенным и терригенным материалом. Таким образом, в разрезах формируются аномальные геохимические поля с максимальной выраженностью в зонах проникновения газовых эманаций.

Имеют ли место данные процессы в пределах Волго-Уральской антеклизы вообще и в Татарстане в частности? В отличие от центральных областей Восточно-Европейской платформы юго-восточная часть плиты характеризуется повышенным уровнем тектонической активности, циклы активизации которой тесно связаны с определенным подвижным поясом Урала.

С целью выявления геохимических аномалий в разрезах, прежде всего Южно-Татарского свода, включающего основные запасы нефти Татарстана, нами были изучены образцы керн осадочного чехла. Наибольшее внимание уделялось глинисто-карбонатным отложениям франского яруса. Исследования показали, что по отношению к кларку для чистых глин преимущественно карбонатные породы доманика характеризуются концентрированием U, Sb, Hg, Zn, Se, Au, Mo, As, Re; и уровень содержания микроэлементов достигает 1–2 порядков.

Следующими в разрезе по геохимической аномальности выделяются чисто карбонатные отложения нижнего карбона, сформированные в окское время. Помимо урана в этих породах накапливается золото, селен, молибден и рений. Отличительной особенностью данных известняков является их тонкозернистая структура и отсутствие повышенных количеств органического углерода,

да, что свидетельствует о привносе вещества в бассейн седиментации с газовыми эманациями. Доказательством этого служит также облегченный (на 3–4%) изотопный состав углерода карбонатов, обогащенных указанными МЭ. Причем как и в доманикоидных отложениях, наблюдаются широкие вариации в содержании металлов. В скважинах с геохимически аномальными верхнедевонскими породами аналогичной аномальностью характеризуются и нижнекаменноугольные пласты окского горизонта, что свидетельствует об унаследованности поля. Как нетрудно заметить, указанные комплексы пород органично “вписываются” по времени в установленную планетарную периодичность с циклом 32–35 млн лет.

В изучаемом регионе разрез завершают отложения верхней перми. Кульминация глобальной тектонической активности этого времени приходится на 270 млн лет. Исследования, проведенные в ЦНИГРИ, ЦНИИГеолнеруд и др. организациях, показали, что породы казанского яруса, обнажающиеся в бортах реки Вятки, обогащены Cu, Ag, Au, Pd, Pt, Ni, Mo, Zn, Pb. Максимальные содержания металлов фиксируются в верхнепермских отложениях зоны Таканьшского разлома (С.И. Щербак), свидетельствуя об их выносе с более глубинных горизонтов.

Доказательством привноса МЭ в пермский бассейн седиментации служит повышенное концентрирование Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Rh, Sm, In в солях кунгурского яруса Верхнекамского месторождения. По мнению А.Ф. Сметанникова и А.И. Кудряшова благородные металлы находятся в самородном состоянии, в виде металлоорганических соединений, хлоридов и хлоркарбонидовых комплексов. Предполагаемая форма нахождения микроэлементов может быть обусловлена переносом их с восстановительными системами, формирующимися вне осадочного чехла. Таким образом, материалы показывают, что в пределах исследуемого региона на протяжении истории его развития периодически происходил привнос глубинного вещества в бассейны седиментации в составе газовых эманаций, причем время активизации совпадало с периодами глобальной тектонической активности.

Наибольшей полиметальностью характеризуется верхнедевонский цикл. В нижнем карбоне накапливались Re, Mo, Se, U; в перми – Au-Pt (Pd)-Cu.

Материалы показывают, что унаследованность развития аномального геохимического поля в разрезах должна определяться периодически подновляющимися зонами трещиноватости в верхних частях фундамента и осадочном чехле в периоды активизации тектонической активности с одновременным подтоком флюидных компонентов. Эти же линейные области проницаемости могли служить путями миграции нефтяных систем уже в постпермское время с заполнением имеющихся структур. Таким образом, возникает парагенезис геохимического и углеводородного полей. Если специализация газовых эманаций, поступающих в бассейны седиментации не вызывает вопросов об их глубинности, то генетические аспекты происхождения нефтей Татарстана порождают многочисленные дискуссии. Наряду с углеводородными компонентами, нефти содержат широкую гамму микроэлементов, которые, согласно осадочно-миграционной концепции, в основном должны наследоваться из ОВ нефтематеринских свит. Используя их, мы попытались отве-

тить на вопрос об источниках МЭ в нефтях и, тем самым, о возможном уровне зарождения нефтяных систем.

Среди микроэлементов, присутствующих в нефтях, особое место занимают лантаноиды, содержание которых варьирует в широких пределах от 0,098 до 2,61 ppm и не зависит от концентрирования халькофилов и сидерофилов. Редкоземельные элементы образуют обособленную группу в периодической системе Д.И. Менделеева, характеризуются близостью, постепенностью и непрерывностью изменения физических и химических свойств, а также включают элементы с различной валентностью. Лантаноиды представляют собой уникальный по чувствительности генетический код, который фиксирует основные процессы дифференциации вещества.

Результаты выполненного нами комплексного анализа пород и нефтей сводятся к двум главным положениям:

1. Для существенно хемогенных известняков доманика и современных океанических вод установлена поразительная однотипность в относительном распределении лантаноидов, несмотря на огромное (8 порядков) различие их абсолютных концентраций. В целом им свойственны отрицательные европиевые аномалии с примерно одинаковыми интервалами величин $Eu/Sm = 0.19 - 0.25$ и $0.19 - 0.28$ при рекомендованном для хондритов среднем значении 0.38, которые характерны для верхнекоровых образований, а также слабодифференцированный тип кривых распределения лантаноидов с цериевым минимумом и с частично совпадающими величинами Yb/Ce (0.044 - 0.16 и 0.09 - 1.6), расположенными в целом симметрично относительно среднего значения для хондритов - 0,26.

2. Асфальтены нефтей исследованных районов резко отличаются от доманикоидных пород наличием отчетливых положительных аномалий европия (в большинстве проб - Eu/Sm до 1,16) и более дифференцированным отрицательным типом кривых с заметным преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми - Yb/Ce до 0,0046.

Таким образом, рассмотренные особенности относительного распределения лантаноидов в изученных нефтях, резко отличающиеся от таковых в предполагаемых нефтематеринских (доманикоидных) породах и океанических водах (современных аналогов захороненных морских), позволяют обоснованно предположить отсутствие генетической связи между первыми и вторыми. На реальность подобного предположения указывают отчетливо однонаправленные тренды, характерные для +полей асфальтенов и отсутствующие для других образований.

Вопросы об источнике вещества для тех или иных систем успешно решаются в геохимии радиогенных изотопов. Поскольку в нефтях, наряду с лантаноидами, присутствуют рубидий и стронций, то, изучив распределение соответствующих изотопов в предполагаемых нефтематеринских породах, ОВ из них и нефтях, можно сделать выводы об их соответствии и предложить области мобилизации элементов восстановительными флюидами.

В процессе распада Rb^{87} при испускании α -частицы образуется радиогенный изотоп Sr^{87} . Отношение радиогенного к стабильному изотопу определяется соотношениями между Rb и Sr и временем с момента закрытия системы. Поскольку время перемешивания морской воды составляет около 1000 лет, а стронций находится в растворенном состоянии 5 млн лет, то отношение Sr^{87}/Sr^{86} в

морях на какой-то конкретный период является величиной постоянной и фиксируется в ОВ. В.Х. Бурк и др. (1982) построили кривую отношений этих изотопов в мировых водах за последние 600 млн лет. Измерив отношение Sr^{87}/Sr^{86} в данном образце, содержание Rb и Sr , а также зная константу распада рубидия, можно выяснить отношение Sr^{87}/Sr^{86} в любой момент времени.

Для Волго-Уральского региона в качестве источника УВ некоторые исследователи предполагают ОВ доманикоидных отложений франского яруса. Наши исследования показали, что за более чем 300 млн лет не произошло выравнивания изотопных составов Sr глинисто-углеродсодержащих сланцев и битумоидов из них за счет более высокого содержания рубидия в породах. Вместе с тем отношение Sr^{87}/Sr^{86} битумоидов на момент формирования осадков аналогично морским водам верхнего девона. В нефтях Нурлатского и Абдрахмановского месторождений отношения Sr^{87}/Sr^{86} составляют 0.71022 и 0.71040, что намного выше, чем в ОВ (D_3), а тем более не соответствует меткам рифея, органическое вещество которого предполагается как исходное для углеводородов.

В отличие от рубидия и стронция изотопные отношения в системе $Sm-Nd$ определяются только источниками сноса, а время их нахождения во взвешенном состоянии составляет не более 300 лет. В результате распада Sm^{147} образуется радиогенный изотоп Nd^{144} , что также позволяет рассчитать отношение изотопов в объектах исследования на любой момент времени. Эволюция $Sm-Nd$ системы в доманикоидных породах и нефтях развивается по различным сценариям. Так, если значение ΓNd для пород составляет 5.2, то для нефтей, с учетом относительно молодого возраста нефтенакопления: 12.5 и 16.3.

Анализ материалов дает основание полагать, что источники вещества для рубидий-стронциевой и самарий-неодимовой систем в нефтях Татарстана находятся вне поля осадочного чехла и не связаны с органическим веществом предполагаемых нефтематеринских пород.

Присутствие в нефтях, локализованных в отложениях девона, соответствующих биомаркеров, а в каменноугольных комплексах - биомаркеров, характерных для ОВ этого времени (по данным Петрова), лишний раз свидетельствует о контаминированности глубинных углеводородов биогенными составляющими пластов, в которые импрегнируются восстановительные системы.

Таким образом, пульсационная эндогенная флюидизация в пределах востока Русской плиты обуславливает дискретность развития, как во времени, так и по площади специфических геохимических полей, с одной стороны, и локализацию в их пределах углеводородных скоплений с другой, что и определяет теоретические основы поиска и доразведки месторождений нефти.

Литература

- Бяков В.М. Ионизирующие излучения в естественной истории Земли: роль всплеск сверхновых звезд. *Российск. химич. журн.* Т. 40, № 6. 1996. 114-119.
- Неручев С.П. Глобальные геохимические аномалии на рубежах интенсивных изменений органического мира: причины космические или земные? *Геол. и геоф.* № 9. 1986. 25-32.
- Пушкарев Ю.Д. *Мегациклы в эволюции системы кора-мантия*. Л. Наука. 1990. 217.
- Burke W.H., Demson R.E., Hethrington E.A. et al., Variation of seawater $^{87}Sr/^{86}Sr$ throughout Phanerozoic time. *Geology*. 1982. 517.