

Р.Х. Муслимов¹, А.В. Постников², И.Н. Плотникова³

¹Казанский государственный университет, Казань

²Российский государственный университет нефти и газа, Москва

³Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, Казань
plotniko@bancorp.ru

К ВОПРОСУ О РОЛИ ЭНДОГЕННОГО ФАКТОРА В ФОРМИРОВАНИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ ТАТАРСТАНА)

Согласно (Баженова и др., 2000), «... нефть и газ в осадочных бассейнах возникают в результате взаимодействия двух разнонаправленных вещественно-энергетических потоков... Нефтеобразование – саморазвивающийся автоколебательный процесс, контролируемый рядом объединенных в пространстве и во времени факторов как экзогенных, так и эндогенных».

Исследование характера влияния эндогенного фактора на процесс нефтеобразования является новым направлением нефтегазовой геологии, развитие которого должно привести к выявлению новых поисковых критериев нефти и газа, как на перспективных территориях, так и в пределах опосредованных и разведанных нефтегазоносных бассейнов.

Что включает в себя понятие «эндогенный фактор»? По мнению О.К. Баженовой, Б.А. Соколова и др. (2000) – это подъем кондуктивно-конвективного теплового потока, осуществляющего теплоперенос из недр Земли

к ее поверхности. Однако, как известно, тепловой поток и теплоперенос – это процессы-следствия, которые обусловлены энергетическими возмущениями в недрах Земли на уровне кора-мантия и сопряжены с активной гео- и флюидодинамикой литосферы.

Наличие энергетического потенциала, привносимого глубинными энергетическими потоками, является необходимым условием для реализации процессов формирования залежей нефти и газа, которое в равной мере принимается сторонниками и глубинной, и осадочно-миграционной теорией образования нефти и газа (Абля, 2004).

По сути дела, наиболее активными носителями конвективных потоков тепла могут быть преимущественно флюидные системы, развитие которых подчинено определенной периодичности и стадийности (Готтих, 2000).

Процесс возникновения глубинных флюидных систем и их активное проявление в тектонически активных зонах может быть обусловлен многими причинами, основной из которых является глубинная дегазация Земли. Кроме этого, «флюидизированные очаги» могут формироваться и на границах литосферных плит, где породы осадочных бассейнов, взаимодействуя с энергией глубинных недр Земли через зоны субдукций, рифтовые прогибы и мантийные диапиры, становятся исходным веществом для вновь образующихся флюидных систем.

С одной стороны, такие флюидные системы, как правило, содержат углеводороды, обеспечивающие, в частности, миграцию многих металлов в виде металлоорганических соединений. С другой – способствуют автономному (очаговому) процессу преобразования органического вещества, что объясняет неравномерность развития нефтегазоносности в пределах осадочных бассейнов (Абля, 2004; Готтих, 2000).

В конечном итоге и формирование нефтегазоносного осадочного бассейна в целом, и создание в его пределах условий миграции и аккумуляции углеводородов являются результатом единой структурно-вещественной эволюции земной коры и верхней мантии.

Рассмотрим в этом аспекте распределение нефтеносности осадочного чехла Южно-Татарского (ЮТС) и Северо-Татарского (СТС) сводов и прилегающих территорий, а именно связь:

- с составом и тектоно-магматической эволюцией кристаллического фундамента (КФ) на доплатформенной стадии развития;
- с флюидодинамической эволюцией в фанерозое;
- с неотектоническими процессами.

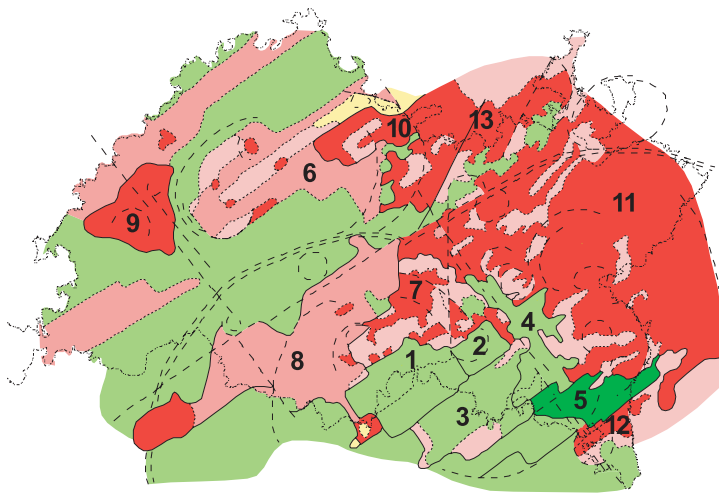


Рис. Схема тектонического районирования фундамента Татарстана (по данным Т.А. Лапинской, А.В. Постникова и др.). Гранулитогнейсовые блоки: 1 – Нурлатский, 2 – Ново-Елховский, 3 – Сугушлинский, 4 – Сулеевский; 5 – Туймазинский анортозитовый массив, 6 – Приказанская гранулит-зелено-каменная область; 7 – Ульяновское мигматитовое поле; 8 – Степноозерская амфиболито-гнейсовая зона; Гранитоидные массивы: 9 – Свяжский, 10 – Привятский, 11 – Бакалинский, 12 – Сулинский, 13 – Елабужская складчатая зона. Границы тектонических элементов Средневолжского мегаблока и Камско-Вятской линейной зоны: I - первого порядка; II - второго порядка; III - третьего порядка; IV - гранулитовые блоки; V - массивы анортозитов; VI - гнейсовые зоны; VII - мигматитовые поля; VIII - массивы гранитоидов; IX - разломы; X - вулканогенно-осадочные комплексы раннего протерозоя.

Рис. Схема тектонического районирования фундамента Татарстана (по данным Т.А. Лапинской, А.В. Постникова и др.). Гранулитогнейсовые блоки: 1 – Нурлатский, 2 – Ново-Елховский, 3 – Сугушлинский, 4 – Сулеевский; 5 – Туймазинский анортозитовый массив, 6 – Приказанская гранулит-зелено-каменная область; 7 – Ульяновское мигматитовое поле; 8 – Степноозерская амфиболито-гнейсовая зона; Гранитоидные массивы: 9 – Свяжский, 10 – Привятский, 11 – Бакалинский, 12 – Сулинский, 13 – Елабужская складчатая зона. Границы тектонических элементов Средневолжского мегаблока и Камско-Вятской линейной зоны: I - первого порядка; II - второго порядка; III - третьего порядка; IV - гранулитовые блоки; V - массивы анортозитов; VI - гнейсовые зоны; VII - мигматитовые поля; VIII - массивы гранитоидов; IX - разломы; X - вулканогенно-осадочные комплексы раннего протерозоя.

Ранее уже отмечалась связь распределения нефтеносности осадочного чехла ЮТС и СТС и состава КФ. В частности, в пределах Абдрахмановской, Миннибаевской, Южно-Ромашкинской и др. площадей была отмечена приуроченность залежей нефти в горизонтах D_3 и D_4 к зонам высокой вещественной неоднородности КФ.

Такие участки, как правило, соответствуют зонам разуплотнения и тектонической трещиноватости как фундамента, так и перекрывающих отложений осадочного чехла, и характеризуются высокой флюидо-динамической активностью на всех этапах развития платформы. Связь формирования залежей в осадочном чехле ЮТС и СТС именно с этими зонами вполне согласуется с мнением многих исследователей о доминирующей роли вертикальной миграции нефти в рассматриваемом регионе.

Поэтому в локальном плане связь структурно-вещественной неоднородности фундамента и нефтеносности осадочного чехла обусловлена следующей причинно-следственной последовательностью: высокая структурно-вещественная неоднородность фундамента, высокая тектоническая активность на платформенном этапе развития → зона разуплотнения → повышенная флюидопроводимость → благоприятные условия для миграции нефтесодержащих флюидов → формирование залежи.

Влияние разломов на нефтегазонасыщенность осадочной толщи было установлено давно и изучалось многими исследователями. Однако блоковой тектонике фундамента в основном отводилась косвенная роль структурообразующего фактора, а дизъюнктивы рассматривались, в первую очередь, как границы тектонических элементов – структурных ступеней, валообразных структур и высокоамплитудных поднятий, контролирующих залежи нефти.

Тем не менее, особый интерес всегда вызывал вопрос наличия взаимосвязи между вещественным составом КФ и распределением промышленных скоплений нефти в осадочном чехле.

Впервые на взаимосвязь нефтеносности осадочного чехла и состава пород, слагающих КФ Волго-Уральской провинции, обратили внимание Т.А. Лапинская, А.В. Постников и Л.П. Попова. Нефтеносность осадочного комплекса контролируется не только дислоцированностью КФ, определяющей его структуру. Особое внимание обращает на себя приуроченность зон нефтегазонакопления на ЮТС и Жигулевско-Пугачевском своде к области распространения высокоглиноземистых графитоносных комплексов КФ. В частности, на территории Татарстана контуры большей части крупных нефтяных месторождений соответствуют блокам КФ, сложенным породами большечеремшанской серии. Причем эта зависимость наблюдается не только в пределах Ромашкинского и Ново-Елховского месторождений, но и других, таких как Азеве-Салаушское, Аксубаево-Мокшинское, Бондюжское, Елабужское, Усть-Икское, Нурлатское, Бавлинское и Туймазинское месторождения примыкают к зонам развития большечеремшанской серии. В то же время, в северо-западных и западных районах Татарстана отсутствие графитосодержащих толщ КФ коррелируется с отсутствием промышленной нефтегазоносности, несмотря на изученность этих территорий (Лапинская, Постников, 1996; Лапинская и др., 2002; Постников, 1996).

Наличие графита в высокоглиноземистых комплексах

КФ изначально определялось условиями осадконакопления большечеремшанской серии, которые способствовали накоплению и сохранению органического вещества. В последующем, именно графит большечеремшанской серии (мощность которой измеряется несколькими километрами, а площадное распространение достигает тысяч квадратных километров) в той или иной мере мог стать необходимым источником углерода для синтеза углеводородов. Определенная часть органического вещества, по-видимому, сохранялась и в многочисленных газовой-жидких включениях в породообразующих минералах.

Однако нефтеносность осадочного чехла связана не просто с областями развития большечеремшанской серии, а с теми зонами, которые в последующем неоднократно подверглись наложенным тектоно-термальным воздействиям.

Рассмотрим это подробнее. Гранулитовый метаморфизм первого позднеархейского тектоно-магматического цикла имел ареальное распространение. Определявший его термальный эндогенный поток имел колоссальные масштабы, и процессами метаморфизма была охвачена практически вся территория Средневожского мегаблока.

Второй позднеархейский тектоно-магматический цикл протекал уже в пространственно ограниченных зонах. Масштабы эндогенного потока значительно уменьшаются, однако, в сохранившихся областях активного флюидного режима происходит развитие палигенного гранитообразования. Наибольшая интенсивность этого процесса отмечается в купольных гранито-гнейсовых структурах, окруженных полями мигматитов. В пределах территории Татарстана в это время образуются Бакалинский, Ямашинский и Привятский гранитоидные массивы. Размеры образующихся массивов иногда достигают сотен квадратных километров, однако процессы диафтореза и гранитообразования охватывают только половину территории.

Масштабы тектоно-магматического цикла раннего протерозоя еще более сужены. Вулканоогенно-осадочные образования этого периода в пределах восточной части Русской плиты развиты только в отдельных тектонических зонах. В пределах Татарстана с этим этапом связано формирование мигматитов, жильных форм и крупных массивов гранитоидов гранодиорит-гранитной серии мензелинского комплекса и глиноземистых микроклиновых гранитов азнакаевского комплекса. Гранитообразование развивается на фоне площадных проявлений калиевого метасоматоза и сопровождается процессами кислотного выщелачивания, который наиболее интенсивно проявляется в высокоглиноземистых толщах большечеремшанской серии. Становлением гранитоидов калиевого ряда на рубеже 1,8 млрд. лет практически заканчивается наращивание объема континентальной земной коры Волго-Уральского сегмента в раннем докембрии (Лапинская, Постников, 1996; Лапинская и др., 2002).

Последующая эволюция фундамента связана с проявлением дизъюнктивного каркаса, заложение которого произошло уже в конце второго верхнеархейского цикла, а поступательное унаследованное развитие продолжалось на протяжении всей последующей геологической истории.

Мантийные энергетические центры, эволюция которых обусловила тектоно-магматическую цикличность развития КФ, по-видимому, увязываются с кольцевыми струк-

турами, выделяющимися как по геофизическим, космогеологическим, так и по петрографическим данным.

На каждой стадии развития магматические и метаморфические процессы наиболее интенсивно развивались в определенных и наиболее проницаемых участках *смятой* земной коры, характеризующихся высокой флюидодинамической активностью.

В пределах Волго-Камской антеклизы наиболее высокой структурно-вещественной неоднородностью КФ характеризуется восточная часть Татарстана. Эта территория была активно и неоднократно затронута метаморфическими процессами. Именно здесь наиболее интенсивно проявились процессы гранитообразования, а в последующем – наложенные гидротермальные процессы, сопровождавшие развитие систем разломов.

Анализируя вышеизложенное, логично предположить, что на позднеархейском и раннепротерозойском этапах в структуре консолидированной коры восточной окраины Русской плиты существовали сквозные субвертикальные флюидопроницаемые зоны, которые являлись областью активного движения мантийных флюидов и зонами развития процессов метаморфизма, метасоматоза, плавления и т.д.

Как вели себя эти флюидоактивные области в постпротерозойское время? До сих пор проявление наложенных гидротермальных и гипергенных процессов связывалось, в первую очередь, с разломами, линейными зонами различной ширины и протяженности. Однако глубинный источник эндогенной флюидизации мог быть унаследованным для разломов, расположенных в пределах единой крупной зоны мантийно-коровой активизации.

Анализ пространственной приуроченности разуплотненных участков разреза КФ, установленных по данным бурения, показал, что наибольшее количество проницаемых интервалов (коллекторов) в породах фундамента зафиксировано в пределах Ромашкинского месторождения. На склонах ЮТС количество разуплотненных интервалов КФ, вскрытых скважинами, уменьшается. На территории СТС оно еще меньше.

Установив современную повышенную разуплотненность и флюидопроводность КФ восточной части Татарстана, а именно области развития пород большечеремшанской серии и гранитоидных массивов, логично предположить их повышенную проницаемость на протяжении всего позднего протерозоя и фанерозоя. Высокое содержание кварца, с одной стороны, обеспечивает развитие трещиноватости, с другой, наряду с микроклином, – определяет стабильность породного каркаса, в котором гидрослюдистые массы выполняют роль цемента. То, что коллекторские свойства измененных магматических и метаморфических пород во многом определяются их первичным составом, отмечали многие исследователи. Наложённые процессы гидротермального метасоматического преобразования, в частности, амфиболитов, гнейсов, гранитов и других пород приводят к возникновению значительной проницаемости массива кристаллических пород ЮТС, обусловленной трещинами, кавернами, вторичной пустотностью с различным диапазоном размерности пор (Айсберг и др., 2002).

Возникающие впоследствии неотектонические напряжения способствуют усилению фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС).

На территории Татарстана проницаемые зоны КФ сопряжены с геохимическими аномалиями содержания редкоземельных и других металлов в осадочных породах доманика, окского горизонта, верхней перми (Готтих и др., 2004; Готтих, 2000).

Выявленная унаследованность и периодичность формирования аномальных геохимических полей в разрезе осадочного чехла свидетельствует в пользу возобновления флюидопроводности потенциально проницаемых зон КФ в периоды тектонической активизации.

Таким образом, поля гранитоидов и гнейсов, обладая повышенными ФЕС, на платформенном этапе развития не теряют своей проницаемости. Поэтому именно в этих участках восходящая миграция коро-мантийных флюидных систем и, соответственно, тепломассоперенос будут наиболее активными на всех стадиях геодинамической эволюции региона.

Следовательно, заложение областей, благоприятных для формирования и аккумуляции нефтяных залежей, происходит еще на доплатформенной стадии развития территории. Особенности геодинамических процессов платформенной стадии обусловлены характером тектоно-магматической эволюции КФ на стадии его консолидации.

Таким образом, понятие «эндогенного фактора», участвующего в автоколебательном процессе нефтегазообразования, не исчерпывается только понятием теплового потока. Оно гораздо шире и объединяет этапы тектоно-магматической эволюции фундамента, формирование определенных вещественных комплексов КФ, их последующую переработку, а также формирование ФЕС определенных вещественных комплексов КФ, обусловленное совокупностью тектонических и глубинных гидротермальных процессов.

Из этого следует, что вещественный состав фундамента, степень его структурной неоднородности и последующей гидротермальной переработки в совокупности с современной флюидодинамикой и неотектонической активностью могут рассматриваться в качестве новых поисковых критериев оценки нефтегазоносности как осадочного чехла, так и его консолидированного основания.

Литература

- Абля Э.А. Об углеводородных флюидодинамических системах осадочных бассейнов. *Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Материалы 7 Межд. конф.* Изд-во «ГЕОС», 2004. 9-10.
- Айсберг Р.Е., Аксаментова Н.В., Белонин М.Д. и др. *Докембрий Восточно-Европейской платформы: геология и нефтегазоносность.* С.-Петербург, 2002.
- Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А. и др. *Геология и геохимия нефти и газа.* Изд-во МГУ, 2000.
- Готтих Р.П. Место нефтяных систем в главной геологической периодичности - как основа геохимических методов поиска. *Георесурсы.* Казань: Изд-во КГУ, № 3(4). 2000. 28-30.
- Лапинская Т.А., Постников А.В. Соотношения внутренней структуры фундамента и строения осадочного чехла платформенных нефтегазоносных провинций. *Геология нефти и газа.* № 10. 1996. 4-12.
- Лапинская Т.А., Постников А.В., Попова Л.П. Древнейшие метаморфические толщи фундамента как возможный источник углеводородов осадочного чехла. Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов. *Сб. докл. Межд. научно-практ. конф.* 9-11 сентября 2001 г. М.: ООО «Интерконтакт Наука» 2002. 65-74
- Постников А.В. Условия формирования коллекторов в кристаллическом фундаменте древних платформ. *Геология нефти и газа,* № 12, 1996. 8-13.