

# ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ (к проблеме нефтегазоносности Забайкалья)

С позиций активной геодинамики и шарьяжно-надвигового механизма (протекание химических реакций по схеме: всестороннее давление плюс сдвиг) рассматриваются перспективы впадин байкальского типа (прежде всего, Чарской), расположенных по периферии Сибирского кратона и находящихся в условиях длительного динамического (периодически пульсирующего) воздействия. Геодинамический механизм способствует генерации углеводородного сырья, созданию зон разуплотнения, емкостно-фильтрационных свойств пород в полном объеме и структурно-тектонических малоразмерных ловушек, имеющих дискретно-мозаичное площадное распространение.

На территории Забайкалья известно несколько десятков рифтогенных впадин мезозойского заложения, изучение которых с позиции их возможной нефтегазоносности началось еще в тридцатые годы, теперь уже прошлого столетия. Интерес к потенциальной продуктивности этих впадин не ослабевает и по сей день, тем более, что имеется определенный успех нефтегазопроисловых работ в межгорных и наложенных впадинах Центрально-Азиатской провинции и, в частности, в КНР; к тому же существуют топливно-энергетические проблемы во многих регионах, и даже вполне благополучных с позиции наличия собственного сырья и достаточности его перспектив.

Наиболее полной сводкой последнего времени по нефтегазоносности впадин Читинской области, обобщившей многочисленные материалы ранее проведенных исследований, является работа ученых Вост-СибНИИГГиМС (Иркутск) В.Н. Воробьева и Э.А. Кравчука (1998) «Оценка ресурсов нефти и газа в рифтовых впадинах и надвиговых структурах Читинской области и геолого-экономический анализ их освоения».

По этим материалам одной из наиболее перспективной (и более крупной) впадиной является Читино-Ингодинская, где проведена промыслово-экономическая оценка поиска, подготовки и освоения первого нефтяного месторождения (оценка затрат риска). Подчеркнута значимость проблемы поисков малых углеводородных скоплений во внутренних горстовых поднятиях рифтовых впадин Восточного и Центрального Забайкалья.

Не оспаривая необходимость



Рис. 2. Схематический разрез Чарской впадины.  
1 - нерасчлененные отложения кайнозоя; 2 - угленосные формации мезозоя; 3 - отложения удоканской серии; 4 - породы основного состава; 5 - гранитоиды кодарского комплекса; 6 - гранито-гнейсы куандинского комплекса; 7 - главная разломная зона; 8 - литрические разломы.

проведения поисковых работ во впадинах Забайкальского типа и имеющихся в них определенных перспектив, нам представляется, что проблему нефтегазоносности, прежде всего, следует решать во впадинах Байкальского типа, исходя из геодинамических и структурно-тектонических особенностей генерации нефтеносных залежей, тем самым переосмыслив существующие представления об образовании углеводородного сырья.

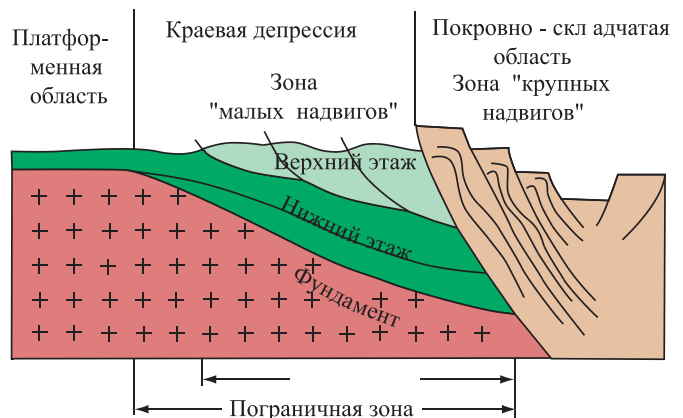


Рис. 1. Принципиальная схема структуры пограничных районов Сибирской платформы и складчатых обрамлений (по Микуленко, Тимиршину, 1997).

Известны два основных представления (гипотез) на происхождение нефти: биогенное (органическое), у истоков которого стоял М.В. Ломоносов и абиогенное (магматогенно-неорганическое; карбидная), сторонником и основоположником которого был

Д.И. Менделеев. Существуют и промежуточные варианты: углерод органический, водород – ювенильный (Чебаненко и др., 2000), а также астрофизическая гипотеза, согласно которой источником нефти является космос (Каграманов, Егикян, 2000), хотя, еще в 1889 г. русский геолог В.Д. Соколов изложил космическую гипотезу происхождения нефти, исходным веществом для образования которой служили углеводороды первичной газовой оболочки Земли.

Некоторыми исследователями большая роль в образовании углеводородов отводится термоядерным реакциям, за счет «органического распада» уран → молибден + олово → тяжелый бензол + тяжелый фенол, а затем уже в процессе дальнейшей полимеризации образование битуминозных пород и нефти (Солопова, 2000).

Подтверждающим биогенную гипотезу являются наличие рассеянного и концентрированного органического вещества в горных породах осадочных бассейнов, более того имеется прямая зависимость между числом семейств органического мира и долей запасов углеводородного сырья в отложениях фанерозоя, что подтверждает участие органического вещества в нефтеобразовании и роли биосферы в образовании углеводородной сферы. Однако, на месторождениях Западной Сибири отсутствует корреляционная связь содержания органического вещества с плотностью ресурсов и концентрацией углеводородов в поровом пространстве коллекторов (Нестеров, Шпильман, 1975), а впервые установленная этими исследователями закономерность – отсутствие прямой связи между запасами углеводородного сырья в залежах и их площадью, подчеркивает более локальный (очаговый) характер генерации нефтегазопроявлений.

С другой стороны, реально существуют и глубинные скопления углеродистых веществ ответственные, например, за формирования черносланцевых формаций с поликомпонентным оруденением, периодически поступавшем с глубинными углеводородными (взрывного типа) флюидами при дегазации ядра и мантии (Маракушев, 1997). Об этом же свидетельствуют и скопления в океанических рифтовых зонах погонифор, использующих для своей жизнедеятельности глубинный метан.

Между тем, во всех нефтегазоносных провинциях и нефтемещающих толщах мира устанавливается родственность процессов формирования нефтяных и газовых месторождений, а факт соответствия (и закономерность) распространения по фракциям дистиллятных продуктов нефтепереработки и продуктов термического крекинга тяжелых углеводородных продуктов по нормальному (гауссову) закону однозначно свидетельствует об их происхождении за счет конденсации мелких углеводородных фрагментов (микронепти), а не за счет дробления более крупных молекул (Камалетдинов и др., 1995), т.е. весь спектр углеводородов нефти создан в результате объединения преобладающих низкомолекулярных углеводородных фрагментов (молекул или радикалов), среди которых универсально распространен самый низкотемпературный и самый термодинамически устойчивый углеводород – метан.

Разработаны и обоснованы теории образования, прежде всего, газоконденсатных месторождений за счет метана мантийного происхождения (метаносфера – основ-

ной источник углеводородного потенциала земной коры) (Юсупов, 1982); количество же выделяемого метана из мантии велико (Галимов, 1993), хотя метаморфогенный метан может быть образован и при глубинном пиролизе углеродистых веществ, конечным продуктом которых является графит. Флюиды, формирующиеся при пиролизе углеродистых толщ более предпочтительнее для нефтеобразования, поскольку они содержат кроме метана и более высокомолекулярные углеводороды, а графитизированные толщи Удоканской серии, например, можно рассматривать как реститы (остаточное вещество) после выделения нефтяных углеводородов.

Преобразования рассеянного органического вещества (деструкция и расщепление до углеродных кластеров) также может быть источником углеводородных соединений, необходимых для нефтеобразования, а механизмом, приводящим к отщеплению низкомолекулярных компонентов от первичного органического вещества, является тектонический, шарьяжно надвиговый (Камалетдинов, и др., 1987), по которому протекание химических реакций происходит по схеме: *всестороннее давление плюс сдвиг*. Сдвиг рассматривается как разрядка механических напряжений, усиливающий механохимические преобразования органоинеральных веществ и приводящий к увеличению свободной энергии (что важно для образования углеводородов при низких температурах). Ранее о химических преобразованиях (механохимической активации) под воздействием высоких давлений в сочетании с деформациями сдвига сообщалось А.А. Жаровым (1973), а геодинамические представления в широком плане как механизм, приводящий к формированию нефтегазоносных залежей, сформулирован в геосолитонной концепции образования углеводородов (Бембель и др., 2001).

Экспериментально установлено, что механические нагрузки, постоянные и переменные, значительно ускоряют процессы преобразования органического вещества, что в природных условиях имеет место в сейсмоактивных зонах (Черский и др., 1982); в этих же «ударных» зонах (и в том числе шарьяжно-надвиговым) по глубинным разломам поступают водородные и углеводородные флюиды, способствующие нефтегазообразованию.

Динамическая обстановка, которая имеет место в шарьяжно-надвиговых зонах (совместное действие высоких давлений и сдвиговых деформаций, усиливающих термодинамические градиенты) позволяет при реакциях между твердыми веществами (механическая и физико-химическая активация при большом всестороннем давлении в сопровождении сдвига) «перескакивать» через термодинамические барьеры и получать устойчивые соединения, что исключается в равновесных условиях (Камалетдинов и др., 1995). В этой неравновесной зоне, кроме интенсивного дробления (появление трещиноватых коллекторов) устанавливаются высокие тепловые потоки, возрастают физические (прежде всего, электрические) поля, что значительно усиливает преобразование исходного углеродистого вещества различной природы и приводит к образованию нефтегазоносных залежей, в том числе и за счет графита.

Таким образом, геодинамический механизм образования нефти обеспечивает, прежде всего, ее генерацию при широком участии гидратированных и неспаренных

электронов, далее – миграцию (по формирующимся зонам трещиноватости и горизонтальной расслоенности) и последующую аккумуляцию в ловушках и коллекторах различной природы, т.е. создает емкостно-фильтрационные свойства пород в полном объеме.

Наличие органического вещества во вмещающих породах способствует нефтегазообразованию (как источник углерода, прежде всего), но в связи с тем, что природа его может быть различной, представляется, что спор о происхождении нефти (органической или неорганической) теряет смысл. Так, установлено наличие, по крайней мере, двух типов биосфер, использующих различные виды энергии для производства органики – фото и хемосинтез. Причем хемолитоавтотрофия и сообщество микроорганизмов, питательной средой для которой являются глубинные газы (сероводород, метан, углекислота), плотно населены (в частности, в гидротермальных водах рифтогенных впадин Красного моря) и составляют здесь основу живых существ (Авилов, Авилова, 2001).

Шарьяжно-надвиговые (геодинамические) структуры, благоприятные для нефтеобразования широким развитием пользуются по активным окраинам континентов и, в частности, по периферии Сибирской платформы и ее складчатого обрамления, на что впервые обратил внимание в 1916 г. М.М. Тетяев и обосновал для Прибайкалья и Забайкалья в 1928 г. Структуры надвигового типа (надвиги, взбросо-надвиги и связанные с ними пликативные деформации) отмечаются не только в складчатом обрамлении (зона «крупных надвигов»), но прослеживаются и в платформенной части (зона «малых надвигов»), рис. 1, т.е. здесь устанавливается согласованное развитие, единая динамическая система областей сочленения платформ и обрамляющих складчатых сооружений, идея которой принадлежит А.П. Карпинскому (геологический отклик платформы на активность орогенов).

Корни надвигов обычно наблюдаются на стратиграфических уровнях, где устанавливаются относительно пластичные глинистые алевролитовые или сульфатно-галогенные породы, что в целом обуславливает двухэтаж-

ное строение потенциально нефтегазоносных пограничных зон (Микуленко, Тимиршин, 1997). Деформации нижнего этажа сравнительно простого строения (платформенные), погребенные под зоной «малых» и «крупных» надвигов, а строение верхнего этажа более сложное, где нередко послойные сколы-срывы. Подобные сложные структуры в виде антиклинальных форм с ядерной, разуплотненной частью и приуроченной к «лобовой» части надвига, где породы перемещаются с пологой поверхности сместителя резко (через взброс) переходят на крутой участок взброса-надвига отмечаются в Березовском прогибе (заложенном в рифее), где известна в Якутии газоконденсатная залежь на Бысахтахской площади (Микуленко, Тимиршин, 1997). Аналогичные структуры вероятны на Читинской части Березовского прогиба, пограничная зона (особенно западная, наиболее активная) которого оценивается весьма положительно, но из-за удаленности и неразвитой инфраструктуры эта территория вряд ли представит интерес в ближайшем будущем.

Исходя из изложенных выше представлений об активной геодинамической природе областей нефтегазонакопления в Забайкалье наиболее перспективными следует рассматривать впадины байкальского типа и, прежде всего, Чарскую, нефтегазоносность которой подтверждается следующими факторами:

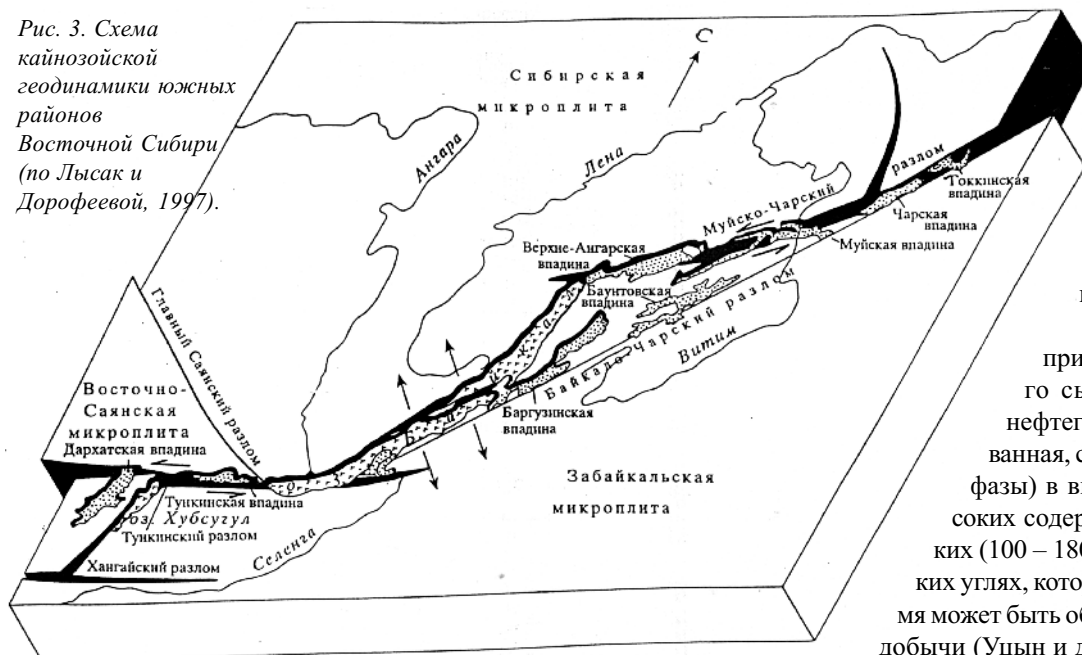
1. Впадина расположена в зоне сочленения Сибирской и Забайкальской микроплит, рис. 3, в пределах Байкало-Чарского разлома, активность которого более чем 2,0 млрд лет, проявляется она и в настоящее время. Тесная связь крупнейших бассейнов нефтегазонакопления Мира и глобальной сейсмичности и активности подтверждена и обоснована (Губерман & Пиковский, 1984).

2. Эта территория находится на стыке рифтогенной Кодаро-Удоканской зоны, протягивающейся в северо-западном направлении на расстоянии более 300 км (огигающей жесткие массивы докембрия) и активных структур Байкало-Чарского разлома северо-восточного простирания. Области сочленения разноориентированных структур наиболее вероятные узлы генерации углеводородного сырья.

Формирование же рифтогенной Чарской суходольной впадины имеет наряду с раздвиговым и широтную сдвиговую компоненту, что весьма благоприятно для формирования углеводородных залежей.

3. Прямые признаки присутствия углеводородного сырья и зон возможного нефтегазонакопления (сорбированная, свободная и растворенная фазы) в виде высоких и очень высоких содержаний метана в Апсатских (100 – 180 млрд м<sup>3</sup>) и Читкандинских углях, который уже в настоящее время может быть объектом самостоятельной добычи (Уцын и др., 1998), а также выхо-

Рис. 3. Схема кайнозойской геодинамики южных районов Восточной Сибири (по Лысак и Дорофеевой, 1997).



ды из-под мерзлоты газа с предельными углеводородами в ряде мест Чарской впадины.

4. Наличие углеродных и графитизированных морских отложений в низах разреза удоканской серии, которые могут быть источником углеводородов в зонах дислокаций или свидетелем пиролитических преобразований эндогенного метана.

5. Высокая метаноносность впадин Байкало-Чарского разлома. В частности, в Селенгинской впадине приступают к освоению глубоких газовых залежей (метан – 93 %, пропан, бутан – 7 %), прогнозная оценка которых от 250 до 520 млрд м<sup>3</sup>; а также факты нахождения нефти по трещинам в гнейсах береговых обнажений на Байкале (Самсонов, 1963).

6. Широкое развитие в фундаменте впадины гранитоидных пород, которые из кристаллических разностей являются наиболее благоприятными (по физико-механическим свойствам) породами для концентрации углеводородов, а большинство месторождений нефти мира в кристаллическом фундаменте связаны с гранитоидами (Гаврилов, 2000). По геофизическим данным Кодаро-Удоканский прогиб находится в поле гравитационного минимума, (разуплотнение пород), что связывается с внедрением мантийного диапира, источника мантийных флюидов с разнообразной минерализацией и несущих также нефтяные углеводороды.

7. Обнаружение в осадках оз. Байкал (как составной части единой рифтовой системы) газогидратов метана.

8. Присутствие в породах кеменской серии (в частности песчаников сакуканской свиты) углеводородов метана и его гомологов.

9. Широкое распространение надвигов, фронты которых имеют сложное чешуйчатое строение, блоковое строение фундамента и ряда массивов, а также наличие здесь зональных кольцевых структур (Гонгальский и др., 1995).

10. Действие в районе предполагаемого мантийного плюма, разуплотняющего всю колонну пород и создающего антиклинорную систему структур купольного типа. Большинство же крупных углеводородных скоплений связаны с чередованием блоков разного напряженного состояния (с дополнительным горизонтальным сжатием) глубинных зон литосферы (Булин & Наливкин, 1999).

В связи с изложенным, наиболее перспективными для постановки поисковых работ и первоочередными объектами на углеводородное сырье с попутным гелием представляются погребенные мезозойские угленосные комплексы Чарской котловины и породы гранитоидного фундамента зоны сочленения Апсатской грабен-синклинали, Сулуматской троговой структуры и Чарского рифта, рис. 2, а также северная часть Каларского грабена (поднадвиговые зоны Читкандинского грабена).

Перспективной для генерации углеводородного сырья является глубинная западная разломная зона Чарской котловины и, прежде всего, ее наиболее напряженные локальные субвертикальные узлы (исходя из волнового, импульсного характера распространения напряжений, возможном ювенильном поступлении водорода при обилии здесь органики) в районе погребенных фрагментов Апсатского угольного месторождения, а также коры выветривания гранитоидов дна Чарской депрессии с трещинно-каверновыми коллекторами.

Перспективность района подтверждается установленной в ряде нефтегазоносных бассейнах парагенетической и генетической связью нефтеносных и угленосных формаций (Тимано-Печорский бассейн, Дагестан, Предаппалачский нефтегазоносный бассейн, Донецкая впадина с известным Щебелинским месторождением, Кизеловский угольный бассейн Западного Урала с нефтепроявлениями во многих шахтах на глубине более 1 км и др.).

Нефтепроизводящей формацией (и источником углеводородов) на рассматриваемой территории могут не морские (озерные) юрско-меловые угленосные отложения и морские образования венда и раннего палеозоя (южный край чехла Сибирской платформы), а также глинисто-алевритовые с прослоями бурых углей отложения миоцена Чарской котловины. Приятные неожиданности возможны уже при бурении поисковых скважин глубиной до трех километров, а близким в структурно-тектоническом плане мировым аналогом рассматриваемой территории следует назвать нефтегазоносный бассейн Сунляо (КНР) и небольшую межгорную впадину Маракайбо (Венесуэла), широко известную своей нефтегазоносностью (в том числе и кристаллического фундамента).

Другим перспективным районом на территории области является равнинная котловина Торейских озер, также имеющей ряд примечательных особенностей в своей эволюции (наименьшая мощность земной коры, бессточный, периодически меняющийся уровень зеркала озера – «дыхание» недр, наличие солей и др.).

## Литература

- Авилов В.А., Авилова С.Д. Жизнь на океанском дне. *Наука в России*. № 3, 2001. 56-61.
- Бембель Р.М., Бембель С.Р., Мегеря В.М. Геосолитонная природа субвертикальных зон деструкции. *Геофизика. Спец. выпуск*. 2001. 36-50.
- Булин Н.К., Наливкин В.Д. Связь размещения крупных углеводородных скоплений с напряженным состоянием земной коры. *Доклады АН*, № 4, т. 369, 1999. 494-497.
- Гаврилов В.П. Нефтегазоносность гранитов. *Геология нефти и газа*, № 6, 2000. 44-49.
- Гонгальский Б.И., Головатый А.С., Абушкевич С.А. Зональные кольцевые структуры хребта Удокан. *Док. АН*, № 1, т. 343, 1995. 80-82.
- Губерман Ш.А., Пиковский Ю.И. Сейсмогенные дизъюнктивные узлы и закономерность размещения месторождений нефти и газа. *Изв. АН СССР. Физика Земли*, № 11, 1984. 10-17.
- Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В. и др. *Шарьяжные и надвиговые структуры фундамента платформ*. М. Наука. 1987.
- Камалетдинов М.А., Казанцева Т.Т., Постников Д.В. Роль фрагментации органического вещества в генезисе нефти. *Доклады АН*, № 1, т. 345, 1995. 87-90.
- Маракушев А.А. Черносланцевые формации как показатель периодов катастрофического развития Земли. *Платина России*. 1997. 183-194.
- Микуленко К.И., Тимиршин К.В. Тектоника и проблемы нефтегазонакопления пограничных зон Сибирской платформы и складчатых областей. *Отечественная геология*, № 8, 1997. 24-28.
- Самсонов В.В. Происхождение байкальской нефти и проблемы нефтегазоносности Бурятии. *Проблемы Сибирской нефти*. Новосибирск. АН СССР. 1963.
- Солопова А.Е. Термоядерные реакции в геологическом прошлом Земли. *Отечественная геология*, № 4, 2000. 62-66.
- Чебаненко И.И. и др. Осадочно-неорганическая теория формирования нефтяных и газовых месторождений. *Геология нефти и газа*, № 5, 2000. 50-52.
- Черский Н.В., Царев В.П., Сороко Т.И. *Влияние сейсмогеологических процессов на преобразование ископаемого органического вещества*. Якутск. 1982.
- Юсупов Б.М. *Новая концепция происхождения нефти и природного горючего газа*. Уфа. 1982.