МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ «СИБИРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ»
АДМИНИСТРАЦИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ
КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ
РОССИЙСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

МАТЕРИАЛЫ

РЕГИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ГЕОЛОГОВ СИБИРИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

ТОМ I

Региональная геология

Геология нефти и газа

Гидрогеология и инженерная геология

Нормативно-правовое регулирование природоресурсных отношений

Геологическое и горное образование

Технология и техника геологоразведочных работ, горное дело

ТОМСК · 2000

ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РИФТОВЫХ СТРУКТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮРСКИХ ГОРИЗОНТОВ

Устинова В.Н., Вылцан И.А., Парначев В.П.
Томский государственный университет, Томск

Важнейшая роль в формировании нефтегазоносных осадочных бассейнов и их геолого-тектонических особенностей признается за рифтовыми структурами. Система рифтов, заложившаяся в фундаменте, во многом определяет морфологию поверхностей осадконакопления, генезис осадков чехла и их углеводородозаполнение. Выраженной морфологической особенностью систем рифтов, как правило, является тройное сочленение. Исследование закономерностей распределения залежей углеводородов в платформенных областях показывает связь нефтегазоносности с пространственным положением рифтов и с геолого-тектоническими процессами, протекающими внутри рифтов.

1. Рифтовые структуры и их роль в нефтегазоносности осадочных бассейнов. Интерес к изучению рифтов, в том числе, в связи с нефтегазоносностью, в последнее двадцатилетие непрерывно возрастает. Обнаружение нефтяных и газовых месторождений в Рейнском, Суэцком грабенах, в Днепровско-Донецком авлакогене показало, что рифты играют важную, а порой, и первостепенную роль в процессах нефтегазонакопления и нефтегенерации (Хаин, Соколов, 1993).

В качестве нефтегазогеологических аспектов при картировании рифтовых структур рассматриваются условия возникновения и локализации рифтовых систем, их внутреннее строение, масштабы растяжения при образовании континентальных рифтов и механизм рифтообразования. Исследование эволюционных этапов превращения рифтов в прогибы и синеклизы, инверсии рифтовых впадин и времени проявления (оживления) рифтов позволяют выявить участки формирования благоприятных для нефтегенерации и нефтенакопления литолого-фациальных и структурно-тектонических зон.

Рифтовая система юго-востока Западно-Сибирской плиты вдоль простирания распадается на отдельные звенья, разделенные разломами, близкими по геолого-тектоническим особенностям к трансформным. Помимо контрастно проявляющихся разломов в пределах рифтовых структур выделяются более мелкие и различноориентированные. Протяженные зигзагообразные разломы являются частью дизъюнктивных систем, ограничивающих подвижную часть линеамента. Развитие и строение систем дизъюнктивных нарушений тесным образом связаны с особенностями формирования звеньев линеамента.

Тектоническое районирование нефтегазоносных комплексов осуществляется на основе анализа пространственного соотношения основных разломов земной коры с учетом их реального структурного проявления в платформенном чехле, положения в системе дивергентных листрических разломов. Продольные нормальные листрические сбросы мантийного и внутрикорового уровня являются важнейшими дизъюнктивными границами в палеорифтах. Они определяют не только глубинную структуру, но и характер разрывных деформаций (дислокаций) в верхних слоях земной коры. В процессе развития глубинных разломов формируются многочисленные оперяющие сбросы как в фундаменте, так и в осадочном чехле палеорифта. В пределах зоны влияния разломов образуются деструктивные поля (Артюшков, 1979; Зорин и др., 1987).

Западно-Сибирская система рифтов претерпела несколько этапов заложения и последующего интенсивного развития. Инверсионные движения имели место в северной части Нюрольской впадины, в центральной части Колтогорского мегапрогиба, центральной части Усть-Тымской впадины. Наиболее активно они проявились в центральных частях рифтовых структур. Основные зоны и районы нефтегазонакопления можно связывать с прибортовыми приразломными зонами положительных структур первого порядка и участками вокруг внутренних грабенов, не испытавших инверсию. Перспективными являются палеодельтовые отложения , линзовидные тела этих образований могут иметь размеры порядка 20x15 км, при мощности до 70 м (Сурков, 1993). Определенный интерес представляют структуры, сформировавшиеся в зонах пересечения продольных и поперечных разломов.

2. Тектоническая дислоцированность юрского разреза. Пространственное распределение залежей углеводородов в нефтегазоносном разрезе контролируется изменениями литолого-фациального состава пород, разрывными тектоническими нарушениями, зонами тектонической трещиноватости и повышенной дислоцированности пород, стадиями развития во времени и пространстве нефтеконтролирующих структурных форм, в том числе, рифтовыми структурами.

В юго-восточной части Западно-Сибирской плиты картируются Колтогорско-Уренгойский, Чузикский и Усть-Тымский рифт-грабены. Одна из активизаций тектонической деятельности в пределах этих структур приходится на триасовое время. Рифт-грабены имеют значительную протяженность, регулярно, через определенное оптимальное расстояние (50-100 км), секутся лестничной системой поперечных разрывных нарушений, напоминающих трансформные разрывы и смещения. Рифт-грабены, прослеживаемые по поверхности фундамента и проявляющиеся впадинами и прогибами в отложениях юрских комплексов, как правило, асимметричны, имеют коленчатое строение, с линейным простиранием отдельных сегментов. Заполнение Колтогорско-Уренгойского, Усть-Тымского и Чузикского грабен-рифтов происходило на ранних этапах формирования плиты. Пространственное распределение залежей углеводородов, форма, размеры ловушек, характер нефтегазонасыщения увязываются с определенными тектоно-седиментационными особенностями формирования и развития рифтовых структур. Преимущественное скопление залежей углеводородов отмечается на плечах грабен-рифтов и смежных сводах. По поверхности палеозойских образований рифтовые структуры представляют собой наиболее глубокие прогибы, контролируемые разломами и тектоническими нарушениями разного порядка и ориентации. При анализе морфологических особенностей поверхности фундамента фиксируется его блочное строение, проявляющееся и в строении чехла. Крупные блоки первого порядка, размерами 20-24x23-32 км, в свою очередь, разбиты на блоки последующих порядков, вкладывающиеся друг в друга, размерами порядка 6-8x4-5 км и мельче. Факт ячеистого строения фундамента свидетельствует о контроле размещения тектонических трещин планетарными силами, природа которых, вероятно, связана с неравномерным ротационным режимом Земли.

Механизм образования ортогональных линейных систем нарушений анализировался многими авторами. Физико-математические модели планетарной трещиноватости и планетарно-трещиноватой делимости рассматривались Г.Н.Каттерфельдом (1984), А.В.Долицким (1985), Д.И.Гарбаром (1987) и др. Анализ и сравнение результатов моделирования привели к следующим выводам. Разрывные движения литосферы и собственно глобальные разломы создаются усилиями, обусловленными изменением объема и формы, переменностью гравитационного сжатия и неравномерностью вращения планеты. Планетарная трещиноватость формируется четырьмя сериями ротационно обусловленных максимальных деформирующих усилий, подчиняющихся закону четырех экстремальных азимутов, деформирующих две сопряженные системы линейных структур (Каттерфельд, 1984). Ориентация линейных нарушений, возникающих на поверхности сферических оболочек, подчиняется тому же закону четырех систематических напряжений, образующих диа- и ортосистему (Долицкий, 1985). Первоначально сформировавшиеся пять-шесть систем сколовых трансрегиональных нарушений подвергаются постоянной активизации с периодичностью близкой одному галактическому году. Чем моложе субрегион, тем меньшее

количество систем региональных решеток в нем проявляется достаточно активно, и наоборот, чем регион древнее, тем большее количество систем региональных решеток в нем зафиксировано (Гарбар, 1991). Возобновляемость напряжений по системам нарушений позволяет прогнозировать время активизации и даст возможность решать вопросы углеводородной специализации разломов, т.е. определять какие системы нарушений принимали участие в формировании структурных форм, залежей углеводородов, способствовали перетокам углеводородов из одного структурно-стратиграфического уровня на другой.

Согласно результатам сейсмотектонических построений (Устинова и др., 1994) на территории Западно-Сибирской низменности проявляются три основные системы ортогональных трещин: субмеридионального, северо-северо-восточного и северо-восточного простирания и перпендикулярные к ним - подвергающиеся постоянной активизации.

Наиболее контрастно системы разноориентированных нарушений в морфологии палеоповерхностей проявляются в пределах впадин (в том числе, по кровле верхнеюрских отложений). Разноориентированные разломы и тектонические нарушения во многом определили ориентировку и морфологические особенности наложенных впадин (Микуленко, 1984). В пределах Усть-Тымского и Чузикского грабенов морфологические особенности наложенных структур контролируются разломами и тектоническими нарушениями северо-восточного простирания, которые через определенные расстояния, зависящие от ранга нарушений, секутся лестничной системой поперечных разрывных нарушений северо-западного простирания. Активное участие в формировании рельефа впадин принимали нарушения меридионального простирания, рельефно выделяющиеся в местах сочленения отдельных звеньев (колен) рифтовых структур. Тектонические ячеи отдельных звеньев Усть-Тымского и Чузикского рифтов, а также морфологические особенности картируемых в их пределах наложенных впадин сформировались, в основном, при участии нарушений северо-западного и северо-восточного простирания. Морфологию Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта и, соответственно, наложенных впадин определяют тектонические нарушения меридионального и северо-западного простирания. В зонах коленчато-го сочленения отдельных звеньев крупных отрицательных структур наиболее контрастно проявляются нарушения северо-восточного простирания. Те же системы тектонических нарушений определяют морфологию поверхностей примыкающих к впадинам мегавалов и сводов. В пределах каждой из наложенных впадин можно выделить ряд колен (звеньев) характеризующихся своими чертами морфологического и тектонического строения.

В пределах Колтогорского мегапрогиба по кровле юрских отложений можно выделить два основных морфоструктурных звена: северное и южное. Северное звено имеет субмеридиональную ориентировку, расположено между Нижневартовским сводом и Александровским мегавалом, представляет собой впадину, расширяющуюся в южном направлении (от 20-30 км на севере, до 90-100 км на юге). В южной части выделяется структура второго порядка - Ильякский прогиб. Тектонически впадина сформировалась, в основном, при посредстве нарушений меридионального простирания. Субмеридиональные разломы пересекаются лестничной системой разломов северо-западного, северо-восточного и субширотного простирания, из которых наиболее уверенно прослеживаются разломы северо-восточного простирания. На Каймысовском своде, Средневасюганском мегавале прослеживаются узкие линейные впадины, разграничивающие куполовидные поднятия второго порядка. Зачастую, это структуры северо-восточного или северо-западного простирания и они могут быть отнесены к наложенным впадинам второго порядка.

В формировании тектонических особенностей Нюрольской впадины принимали участие, преимущественно, нарушения субмеридиональной ориентировки. Тектоническую структуру впадины определили четыре разлома субмеридионального простирания и два оперяющих разлома северо-восточного простирания, проявляющиеся в зонах сочленения Колтогорского мегапрогиба и Усть-Тымской впадины. Максимальные глубины впадин наблюдаются на участках сочленения отрицательных структур первого порядка (пострифтовых систем: Колтогорско-Уренгойской и Усть-Тымской; Колтогорско-Уренгойской и Чузикской), в пределах которых образуются наиболее глубокие котловины и прогибы.

Усть-Тымская структура в отложениях фундамента также имеет коленчатое строение. Максимальные глубины впадины наблюдаются в ее центральной части (Нсготкинская котловина). Морфологию юго-западной части определяют, в основном, четыре разлома северо-восточного простирания: два центральных, наиболее контрастно проявляющиеся в рельефе палеоповерхности, и два оперяющих. Лестничная система разломов представлена разломами северо-западной ориентировки, в наиболее глубоких частях впадины это разломы меридионального и субширотного простирания.

Тектоническое строение Чузикского рифта и картируемых в его пределах наложенных впадин определяют два разлома северо-восточного простирания. Рифтовая структура имеет коленчатое строение. В зоне сочленения юго-западного и северо-восточного сегментов желоба наблюдается небольших размеров впадина, максимальные глубины в пределах которой выявляются на восточном обрамлении Пудинского мегавала. Зоны сочленения отрицательных структур, в которых образуются наиболее глубокие впадины, зачастую, имеют не изометричную, а треугольную форму. Треугольники образуются тремя основными системами нарушений: северо-западного, северо-восточного и субмеридионального простирания.

3. Связь нефтегазоносности с пространственным распределением рифтовых структур и характером трещиноватости пород. Общей закономерностью является приуроченность залежей углеводородов разного генезиса к сводовым частям поднятий, обрамляющим рифтовые долины. Преимущественное скопление залежей углеводородов отмечается в бортах крупных отрицательных структур: на плечах грабен-рифтов и смежных сводах. Особенность размещения залежей углеводородов на плечах указанных структур проявляется в некотором удалении (до 15-20 км) от бортов грабенов наиболее крупных (10 км и более в поперечнике) залежей углеводородов (Лугинецкое, Вахское, Полуденное и др.). В свою очередь, в близ разломных плечевых зонах поперечные размеры залежей углеводородов, обычно, уменьшаются и составляют не более 3-5 км, что связано с влиянием на их формирование разноориентированных тектонических нарушений. Наблюдается достаточно тесная связь больших по размерам залежей с участками впадин с высокими градиентами склонов. При этом, основное число юрских месторождений сосредоточены в левом (западном) борту Колтогорско мегапрогиба и Нюрольской впадины (Каймысовский, Нижневартовский своды). На Александровском и Средневасюганском мегавалах наблюдается уменьшение поперечных размеров залежей углеводородов и расположены они на большем расстоянии от борта впадины.

Уменьшение поперечных размеров залежей углеводородов в восточных бортах Колтогорского мегапрогиба и Нюрольской впадины, связано, в первую очередь, с тем, что амплитуды поднятий на Александровском и Средневасюганском мегавалах больше, чем на Нижневартовском и Каймысовском сводах. Увеличение размеров залежей наблюдается также на поднятиях, расположенных в прибортовых частях наиболее глубоких сегментов пострифтовых впадин, зачастую, узких, линейно-вытянутых. Особенностью крупных месторождений является их правосторонняя приуроченность к зонам тектонических нарушений в обрамлении глубоких впадин рифтовых структур. Высокоамплитудные поднятия по кровле верхнеюрских отложений, как правило, характеризуются высокой дислоцированностью пород фундамента и контрастным проявлением тектонических нарушений в породах чехла, что приводит к ячеистому заполнению коллекторов и повышению трещиноватости юрских отложений, а также способствует перетокам углеводородов в вышележащие толщи. Если амплитуда поднятий по кровле юрских отложений не превышает 50-100 м, то в их пределах выявляются, в основном, юрские залежи, если высота подня-

тий превышает эту величину, то месторождения на поднятии, чаще всего, мелового возраста. Максимальные амплитуды поднятий по кровле верхнеюрских отложений картируются в пределах Александровского мегавала. На высокоамплитудных поднятиях, зачастую, зоны тектонических нарушений проявляются более контрастно; в морфологии палеоповерхностей они отмечаются увеличением размеров врезов, их глубины; возрастает высота террас и т.д. Интенсивная тектоническая трещиноватость в пределах таких структур способствует расформированию залежей или перетоку углеводородов в более высокие слои, обуславливает мелкоячеистый характер нефтегазозаполнения. На этих структурах следует проводить разведку в пределах мелких блоков, слабо нарушенных тектонической трещиноватостью

Существенное влияние систем тектонической трещиноватости, дизъюнктивных нарушений обнаруживается при формировании залежей углеводородов, коллектора, ореольной части нефтегазонасыщенного коллектора. Интенсивность и характер тектонических подвижек по различным системам нарушений во многом определили размеры залежей углеводородов, условия их заполнения. Дифференцированность поверхностей поднятий, интенсивная деструкция пород в зонах повышенной трещиноватости способствуют формированию мелких залежей, расформированию залежей, перетоку углеводородов из юрских в более высокие горизонты. Значительна роль тектонической трещиноватости при формировании меловых залежей. Системы нарушений северо-восточного (и северо-западного) простирания, определившие строение верхнепалеозойской палеоповерхности, оказали существенное влияние на формирование верхнепалеозойских и нижне-среднеюрских залежей углеводородов. Нарушения широтного и меридионального простирания принимали участие в образовании залежей углеводородов верхнеюрского комплекса. Расформирование верхнеюрских залежей углеводородов и образование залежей углеводородов в ачимовском комплексе происходило, повидимому, по нарушениям северо-западного (северо-восточного) и северо-северо-западного (и восточно-северо-восточного) простирания. В пределах нижнемеловых залежей по перекрывающим горизонтам в скоростном поле наблюдаются интенсивные относительные отрицательные аномалии величин скорости в зонах пересечения (сочленения) тектонических нарушений северо-восточного и восточно-северо-восточного простирания, северо-западного и северо-северо-западного простирания, тяготеющие, чаще всего, к склоновым частям верхнеюрских структурных поднятий. Перспективные в нефтегазоносном отношении зоны по нижнемеловым отложениям, с учетом тектонического критерия, оконтурены на ряде месторождений Нижневартовского свода и Александровского мегавала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Артюшков Е.В. Геодинамика. М.: Наука, 1979. 286 с.
2. Гарбар Д.И. Две концепции ротационного происхождения регматической сети // Геотектоника. 1987. №1. С. 107-108.
3. Гарбар Д.И. Регмагенез древних платформ // Общая и региональная геология, геологическое картирование. Обзор ВИЭМС. М., 1991. 45 с.
4. Долицкий А.В. Образование и перестройка тектонических структур. М.: Недра, 1985. 219 с.
5. Зорин Ю.А., Лапина С.В. Модель развития пострифтовых синеклиз и термические условия нефтегазообразования // Советская геология. 1987. №3. С. 94-101.
6. Каттерфельд Г.Н. Планетарная трещиноватость и линеаменты // Геоморфология. 1984. №3. С. 3-15.
7. Микуленко К.И. Влияние тектонических факторов на качество флюидоупоров (на примере Западно-Сибирской плиты и краевых депрессий Сибирской платформы // Породы - коллекторы нефтегазоносных отложений Сибири. Новосибирск, 1984. С. 97-106.
8. Сурков В.С. Строение грабен-рифтов и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности // Рифтогенез и нефтегазоносность. М.: Наука, 1993. С. 77-84.
9. Устинова В.Н., Вылцан И.А., Парначев В.П. К вопросу минерально-сырьевых ресурсов нефти и газа на юго-востоке Западно-Сибирской плиты в связи с рифтогенным структуро-образованием // Вопросы геологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1994. С. 150-155.
10. Хаин В.Е., Соколов Б.А. Рифтогенез и нефтегазоносность: основные проблемы // Рифтогенез и нефтегазоносность. М.: Наука, 1993. С. 5-16.