

СТРУКТУРА ПРОНИЦАЕМОСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КАРТИРОВАНИЯ ОЧАГОВ ЛОКАЛИЗОВАННОЙ РАЗГРУЗКИ ГЛУБИННЫХ ФЛЮИДОВ В ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ

STRUCTURE OF PERMEABILITY OF THE EARTH'S CRUST AND THE TECHNOLOGICAL DECISION
OF THE PROBLEM OF THE LOCAL FOCUS OF DEEP FLUID UNLOAD MAPPING

А.И. ТИМУРЗИЕВ

Доктор геолого-минералогических наук, Зам. Главного геофизика ОАО «ЦГЭ»

Москва

e-mail: aitimurziev@cge.ru

A.I. TIMURZIEV

Doctor of Science Central Geophysical Expedition

Moscow

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
KEYWORDS:**

Нефть, газ, сдвиги, проницаемость земной коры
Oil, gas, slip faults, permeability of an earth's crust

Работами ОАО «ЦГЭ» в пределах севера Западной Сибири выделен особый тип разрывных нарушений сдвиговой природы - структуры горизонтального сдвига (СГС) фундамента, контролирующие широкий спектр структурно-деформационных и флюидодинамических парагенезов нефтегазоносных структур. На примере месторождений севера Западной Сибири демонстрируются возможности сейсморазведки 3D в решении задач структурной и кинематической интерпретации разломов.

Due to works of CGE JSC within the limits of the north of Western Siberia the special type of the shift-nature faults - the horizontal Strike-Slip Faults Structures (SSFS) of basement, controlling a wide spectrum of structural, tectonic and hydrodynamic anomalies of oil and gas content structures is identified. By the example of the Western Siberia oil-fields opportunities of 3D seismic structural and morphokinematical interpretation of faults and stress-deformed state of rocks reconstruction are shown.

Введение

Со времен Всесоюзных совещаний по генезису нефти разломам земной коры отводится важная аргументирующая роль в вопросах миграции и формирования залежей УВ. Наличие или отсутствие разломов в пределах месторождений рассматривалась

косвенным признаком проявления вертикальной или горизонтальной миграции УВ при формировании залежей. Ранние исследования по изучению связей нефтегазоносности структур с разломами (Н.А.Кудрявцев, В.П.Гаврилов и др.) не привели к доказательству или отрицанию таковых

и, в зависимости от убеждений, воспринимаются нефтяниками неоднозначно. При кажущейся неоспоримой роли разломов на структурообразование, связь их с продуктивностью не столь очевидна. Причиной тому методология подходов, разноразнообразие объектов исследований и их связей с нефтегазоносностью структур (в масштабной иерархии от микротрещин коллектора до глубинных разломов, контролирующих зоны и пояса нефтегазоаккумуляции, 10 порядков), объективные причины технологических ограничений при изучении разломов. Природа разломадуализма кинематики: сдвиговая компонента (тангенциальные напряжения) ответственна за деформацию формы геосреды (формирование горизонтальных сдвигов и присдвиговой складчатости), сбросовая компонента (нормальные напряжения) ответственна за объемную деформацию пород (дилатансия, формирование трещин отрыва и проницаемых каналов) не может быть познана двумерными наблюдениями. С внедрением сейсморазведки МОГТ-3D, появилась возможность объемного изучения разломов, осложняющих его структурных парагенезов, расшифровки кинематики деформаций и неоднородности напряженно-деформированного состояния (НДС) горных пород, механизма дискретно-прерывистого и амплитудно-резонансного возбуждения земной коры вдоль разломов фундамента, что позволяет объяснить факты пространственной и временной дискретности реализации свойств проницаемости разломов в условиях, когда 95% поверхности Земли в верхней части земной коры находится в условиях интенсивного горизонтального сжатия (П.Н.Кропоткин, 1987). Учитывая, что процессы дегазации Земли имеют рассеянную (диффузионную) и локализованную (фильтрационную) формы (вторая ответственна за формирование ►

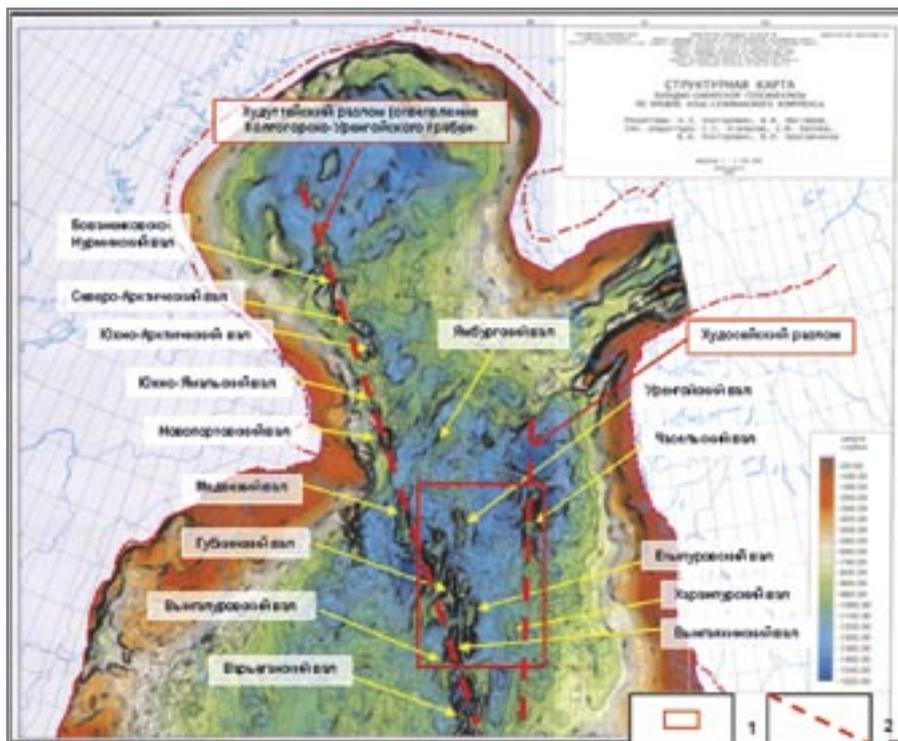


Рис.1. Структурная карта Западно-Сибирской геосинеклизы по кровле альб-сеноманского комплекса по [3] с дополнениями: 1- положение площади с доказанными сейсморазведкой 3D СГС на фоне регионального строения севера Западной Сибири; 2 - предполагаемые надпорядковые линейные швы, связанные с региональными сдвигами фундамента на теле активизированных на неотектоническом этапе фрагментов Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта (Худуттский и Худосейский разломы). Положение крупнейших валов и понятий характеризуется кулисным сочленением с линиями региональных сдвигов фундамента.

концентрированных форм УВ), обоснование структурных признаков растяжения земной коры и механизма разгрузки глубинных флюидов, идентификация (локализация) и картирование каналов вертикальной разгрузки УВ имеет важное научно-практическое значение. Формирование залежей на барьерах глубинного массопереноса связано с фильтрацией потоков флюидов, локализованных в вертикальных «сверхпроводящих»

колоннах на телах горизонтальных сдвигов фундамента и на сводах растущих понятий, обеспечивающих растяжение и раскрытие недр. На примере изучения структур горизонтального сдвига (СГС) показаны возможности сейсморазведки 3D по картированию очагов скрытой разгрузки УВ, подводящей нас к технологии прямого прогноза нефтегазоносности верхней части земной коры и практическому решению вопроса об источниках и формах миграции УВ.

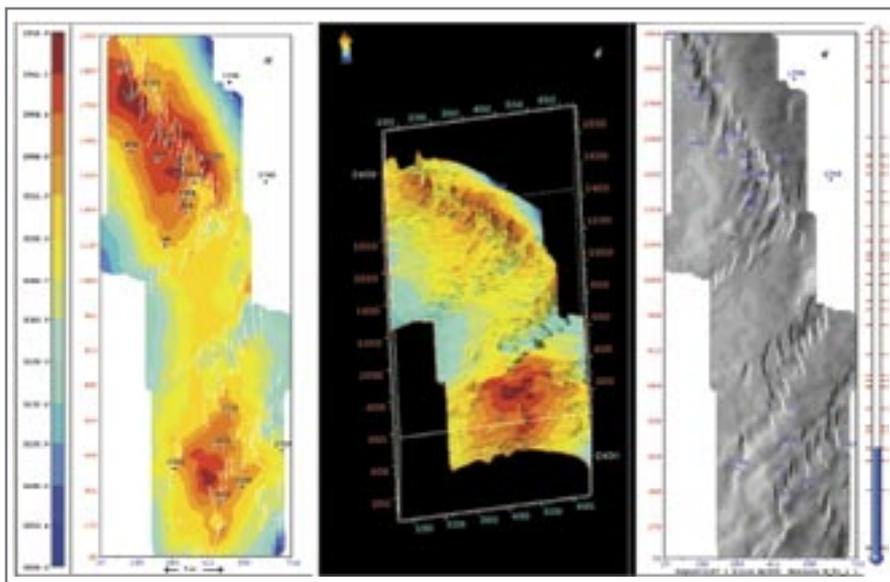


Рис.2. Надым-Пурская синеклиза, Еты-Пуровский вал. Структурная модель горизонта Ю11 (васюганская свита верхней юры): а - структурная карта; б - куб структурной поверхности (аксонометрия); в - карта углов наклона (угол подсветки 270°)

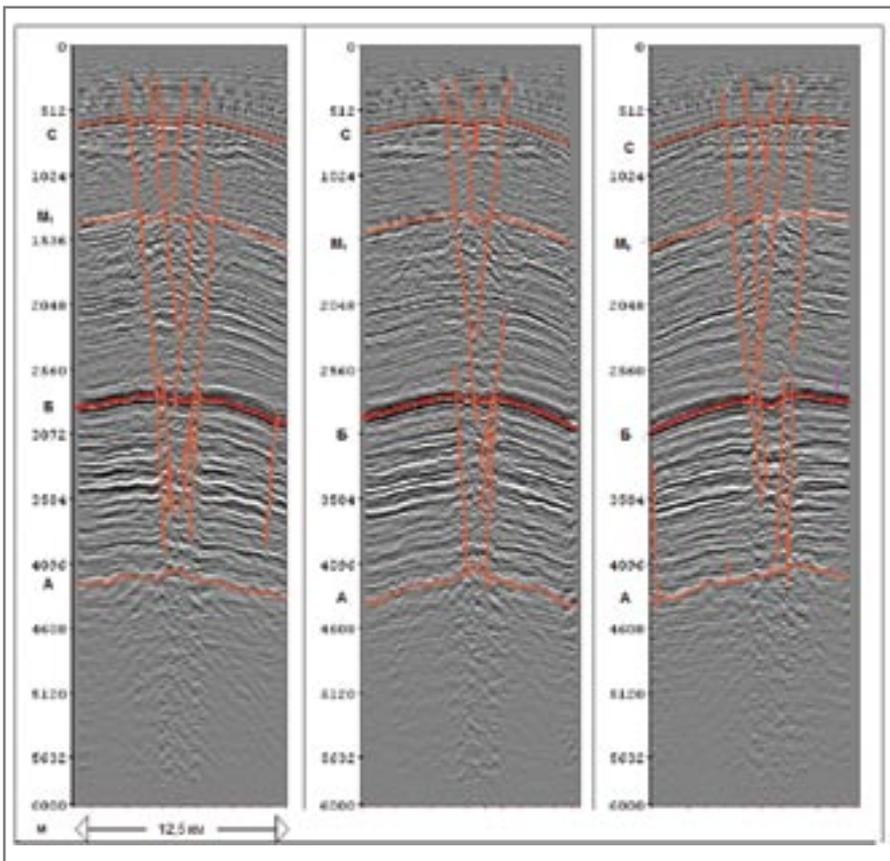


Рис.3. Еты-Пуровский вал, Северный купол (ЦГЭ, 2006). Поперечные профили через шовную зону сдвига фундамента, с которыми связаны «окна проницаемости» и каналы вертикальной фильтрации флюидов при формировании залежей в чехле и фундаменте осадочных нефтегазоносных бассейнов.

Предмет исследований

Работами ОАО «ЦГЭ» по результатам обработки и интер-претации сейсморазведки 3D на севере Западной Сибири выявлен особый тип разломов, связанный с проявлением горизонтальных сдвигов фундамента [1,2]. Благодаря широкому внедрению сейсморазведки 3D стало очевидным, что проявление структур горизонтального сдвига (СГС) в Западной Сибири явление широко распространенное. Геологический феномен, связанный со СГС, выходит за рамки традиционных представлений о структурных объектах Западной Сибири и не поддается интерпретации стандартными методами геолого-геофизического анализа. На многочисленных примерах доказано, что СГС достоверно картируются только сейсморазведкой 3D, в то время как на огромных территориях Западной Сибири они неверно интерпретируются по данным сейсморазведки 2D.

География распространения и тектоническая позиция СГС

СГС достоверно выделены сейсморазведкой 3D в пределах Надым-Пурской, Пур-Тазовской и Васюганской синеклиз на площадях ОАО «Газпром нефть», ОАО «Роснефть», ОАО «Лукойл», ТНК-ВР и других недропользователей (группа Еты-Пуровских, Комсомольских, Харампурских, Часельских понятий, Кынское, Русское, Новогоднее, Губкинское и др.). Перечень площадей, прошедших обработку и интер-претацию в ОАО «ЦГЭ», позволяет представить географию и оценить масштабы проявления сдвиговых деформаций, вносящего новые взгляды на традиционные представления о строении и генезисе пликативной складчатости осадочного чехла Западной Сибири. Характер проявления сдвигов фундамента в тектонике севера Западной Сибири демонстрировался на многочисленных примерах [1,2].

СГС, выделенные по съемкам 3D, покрывают значительную территорию – от северной границы Ханты-Мансийского округа до полярных широт общей площадью более 500 тыс.км², включающей крупнейшие месторождения УВ. Анализ данных сейсморазведки 3D западнее Вынгапуровского вала и Северного свода, а также южнее Широтного Приобья свидетельствует о заметном ослаблении признаков проявления СГС. В то же время северная (Арктическая часть) и восточная (до меридиана р. Енисей) границы распространения СГС не определены и есть все основания полагать, что огромная территория севера Западной Сибири и Карского моря, где выявлены гигантские месторождения газа, также подвержена сдвиговым деформациям.

По результатам обобщения данных сейсморазведки 2D (Восточно-Етыпуровская, Вальинтойская, Урабор-Яхинская, Ванско-Намысская, Западно-Харампурская и другие поисковые площади), региональных структурных построений [3] и схем тектонического районирования (В.С.Сурков, О.Г.Жеро, 1981) мы предполагаем распространение СГС по всей территории центральной части Западной Сибири от Широтного Приобья до арктического Заполярья. ►

Анализ свидетельствует о проявлении СГС на телах валов, мезо- и мегавалов, образующих линейную надпорядковую мегаструктуру СЗ простирания. Эта структура, помимо валов с доказанными работами 3D проявлением СГС (Вынгайинский, Вынгапуровский, Еты-Пуровский, Северо-Губкинский валы, группа Комсомольских поднятий, Новогонное, Ярайнерское), включает Центрально-Уренгойский, Медвежий, Новопортовский, Южно-Ямальский, Нурминский, Северо- и Южно-Арктические мезовалы, Бованенковско-Нурминский мегавал, Варьеганский вал и другие поднятия, расположенные в створе этой мегаструктуры, в пределах которых предполагается развитие СГС. На структурной карте по кровле альбсеномана [3] эта структурная линия выражена цепочкой кулисного сочленения перечисленных поднятий к глубинному шву Западной Сибири, связанному с Худуттейским ответвлением Колтогорско-Уренгойского рифта. Вторая

линия, выраженная цепочкой кулисного сочленения Харампурского, Часельского, Русского, Тазовского и других валов, продолжающихся в сторону Большехетской впадины и Енисей-Хатангского прогиба, связана с активизированными на новейшем этапе фрагментами Худосейского рифта (рис.1).

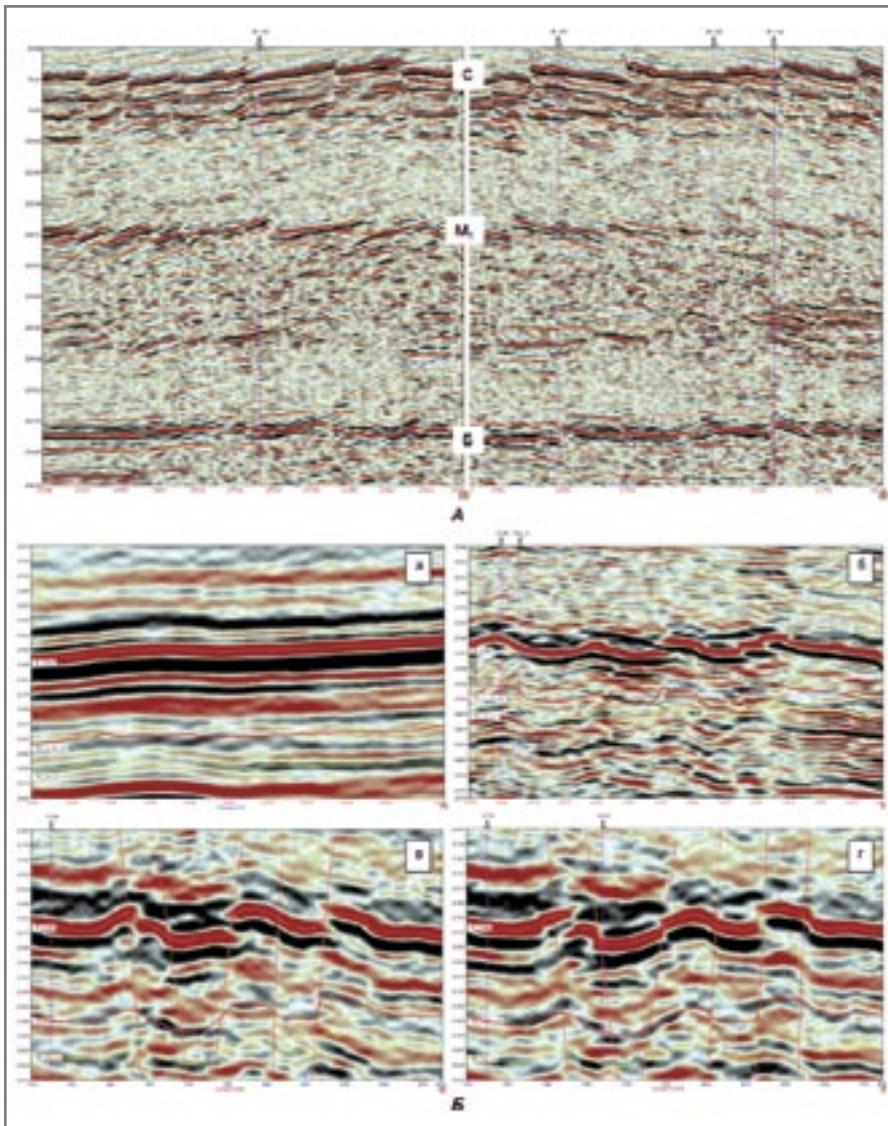
Сдвиги фундамента установлены на Вынгапуровском, Вынгайинском, Ярайнерском и других площадях ОАО «Газпром нефть», где их строение и генезис идентифицируют характерные кулисные зоны разломов в плане и структуры «пальмового дерева» и «цветка» в разрезе осадочного чехла. Распространение СГС на юг предполагается нами по ряду косвенных признаков в пределах Надым-Пуровской (западная линия) и Васюганской (восточная линия) НГО Ханты-Мансийского АО на структурах Варьеганского, Тагринского и Ларьеганского валов (группа Варьеганских,

Ваньеганских и Кошильских поднятий), Бахилковского, Александровского и Междуреченского валов (Бахилковские, Хохряковские, Пермьяковские, Колик-Еганские поднятия). Признаки проявления СГС имеются и на Самотлорском месторождении. Все это свидетельствует о региональном характере процессов, определивших активизацию в пределах Западной Сибири горизонтальных сдвигов фундамента в позднекайнозойское время.

Особенности строения СГС

Особенности строения СГС рассмотрим на примере Еты-Пуровского месторождения (одноименный вал, структура 2-го порядка) и осложняющего его Северного купола – структурного элемента 3-го порядка (рис.2). Разломы чехла, картируемые съемкой 3D, идентифицируются как структурные признаки горизонтальных сдвигов фундамента по ряду характерных признаков: кулисному расположению систем оперяющих разломов, эшелонированным цепочкам приразломных складок, наличию линейных впадин присдвигового растяжения. В пределах шовных зон сдвигов фундамента образовались сопряженные зоны сжатия-растяжения, выраженные отрицательными (грабены) и положительными (горсты) структурами, рассматриваемые как присдвиговые складки волочения. Картина эта с небольшими отличиями закономерно повторяется на всех сейсмических горизонтах, начиная от низов тюменской свиты и заканчивая самыми верхними горизонтами осадочного чехла вплоть до дневной поверхности.

Преобладающее простирание оперяющих кулис шовной зоны сдвигов фундамента – меридиональное (350-360°). Кулисы группируются в линейную зону СЗ простирания (310-320°) шириной от 1,0-1,5 км в низах осадочного чехла до 5,0-6,5 км в кровле верхнего мела. По простиранию шовная зона выполнена грабенами и впадинами присдвигового растяжения. Ширина грабена 0,5-1,0 км, глубина – 50-100 м по кровле верхнего мела. Протяженность шовной зоны сдвигов фундамента > 20 км (в пределах куба 3D). Приразломные складки располагаются кулисообразно по отношению к оси горизонтального сдвига под углом от 10-20° в низах юры до 30-40° в верхах мела. Сверху вниз к фундаменту кулисы складываются как веер в плоскость сдвига. Характерно чередование вкрест кулис шовной зоны опущенных (грабены) и приподнятых (присдвиговые складки) блоков, а также встречные углы падения оперяющих сбросов (разная полярность) и гипсометрическая инверсия приразломных структур по разные стороны от плоскости сдвига. Снижение вертикальной амплитуды сбросов вниз по разрезу, фронтальное положение складок волочения к плоскости сдвига, наличие грабен-структур проседания над шовной зоной, структура «пальмы» в вертикальном сечении и другие признаки свидетельствуют о правосторонней кинематике смещения с трансензионной составляющей (сдвиг с элементами растяжения) для СЗ сдвигов фундамента Еты-Пуровского вала.



Примеры проявления: А - чешуйчатых сопряженных надвигов, послойного шарьирования и пластического течения юрско-меловых пород в зоне динамического влияния горизонтальных сдвигов фундамента, Б - тектонических деформаций разреза внутри зоны динамического влияния горизонтальных сдвигов фундамента на уровне баженовской свиты: а - ненарушенное залегание; б - дисгармоничная складчатость и рассланцевание пород; в - черепичное налегание разорванных фрагментов баженовской свиты; г - структуры шарьирования и будинирования в ачимовке и верхней юре.

Рис.4. Еты-Пуровский вал. Северный купол (ЦГЭ, 2006).

Оперяющие кулисы сдвигов фундамента имеют две компоненты смещения и представляют собой комбинированный тип сбрососдвигов и взбрососдвигов. Сбросовая составляющая деформаций подчеркивается элементами грабенгорстового строения свода по всему разрезу осадочного чехла. Амплитуда вертикального смещения увеличивается вверх по разрезу и достигает 100 м в кровле верхнего мела. Сдвиговая составляющая деформаций в строении Северного купола подчеркивается элементами смещения восточного блока структуры в ЮВ направлении, а западного блока в СЗ направлении вдоль шовной зоны сдвига. Амплитуда горизонтального сдвига оценивается первыми километрами по базальным горизонтам юры и кровли фундамента, тип смещения – правый сдвиг. СГС Южного купола и Центрального блока Еты-Пуровского вала имеют общие структурные признаки и генезис. От Северного купола их отличает простирающие осей сдвигов (СВ), кинематика и стратиграфический диапазон проникновения в чехол. При общности морфологических черт сдвиги СВ простираются имеют левую кинематику и образуют единую тектопару (динамопару сколов) со сдвигами СЗ простирающиеся Северного купола.

Сейсмический образ СГС. Оперяющие кулисы сдвигов фундамента в поперечном сечении образуют пучок субпараллельных, сходящихся к основанию разломов. Плоскости их в проекции оси схождения фиксируют источник разрывообразования существенно ниже кровли фундамента (Рис.3). По данным 3D проседание блоков по системе сбросов фиксируется повсеместно в сводах структур Надым-Пурской, Пур-Тазовской и Васюганской синеклиз в интервале от кровли фундамента до дневной поверхности. Стратиграфический диапазон, охватываемый структурами вторичного обрушения сводов и формированием наложенных грабен-прогибов на телах СГС, коррелирует с интервалом «вспарывания» чехла оперяющими кулисами и является функцией интенсивности деформаций горизонтального сдвига. Сложные комбинации грабенгорстовых структур отражают неоднородность напряженнодеформированного состояния земной коры и идентифицируют чередование по площади и разрезу зон сжатия и растяжения горных пород. В поперечном сечении СГС образует в чехле структуру «пальмового дерева», характерную для трансформационных сдвигов различных стадий развития.

Плоскости разломов имеют пологие углы падения, что свидетельствует о проявлении при их формировании режима растяжения, запечатленного элементами сбросовой тектоники. Типичные углы падения сбросов от 50-60° в верхней части, до 70-80° внизу разреза. Часто наблюдаемые сбросы являются бескорневыми, т.е. не прослеживаются ниже чехла, еще чаще наблюдается затухание разломов внутри чехла на различных срезах юры и мела. Другая особенность структуры «пальмового дерева» – обновление «кроны» более молодыми «побегами» – разломами самых поздних генераций. Общая закономерность возрастного соотношения разрывов сводится к омоложению нарушений к центру

«ствола» и кверху «кроны» «пальмового дерева». Глубина их стратиграфического проникновения подчинена последовательности формирования кулис шовной зоны сдвигов фундамента и увеличивается от поздних приосевых нарушений к ранним периферийным.

Важной особенностью и генетическим признаком сдвигов фундамента в пределах рассматриваемой территории является практически повсеместное отсутствие следов вертикальных перепадов на уровне кровли фундамента. Это исключает поперечный изгиб, как механизм структурообразования, и для его объяснения требуется привлечение представлений о тангенциальной природе складчатых деформаций позднекайнозойского времени. Генезис локальных понятий позволяет классифицировать их как складчатость продольного изгиба (тангенциального сжатия).

Характер строения разломов в сейсморазведке 2D

Характер строения разломов по материалам сейсморазведки 2D и 3D принципиально отличается. Анализ съемок 2D, прилегающих и перекрывающих площади 3D, где выделены СГС, показывает, что даже при достаточно плотной сети наблюдений (2x2 км) сейсмические данные 2D не позволяют опознать кулисный рисунок строения СГС. По характеру прослеживаемости СГС на материалах 2D кулисное строение оперяющих разломов сдвигов фундамента продолжается далеко за пределами кубов 3D. Однако в силу дискретности пересечений разломов профилями 2D, истинную картину поведения плоскости разломов увидеть невозможно, и на данных 2D оперяющие кулисы сдвигов представлены зонами субпараллельных линий разломов, отражающих общее направление региональных сколовых сечений в фундаменте Западной Сибири.

Таким образом, картируемые сейсморазведкой 2D в центральной части Западной Сибири разломы СЗ и СВ простирающей являются региональными швами горизонтальных сдвигов фундамента (в геомеханическом и кинематическом понимании), активизированными на неотектоническом этапе. Внутреннее строение этих швов и структурные парагенезы осложняющих их пликтивных и дизъюнктивных структур не поддаются интерпретации и расшифровке методами сейсморазведки 2D, в связи с чем все существующие по этой огромной территории структурные построения, основанные на данных 2D, нельзя считать достоверными. Неверная интерпретация разломов приводит к неверным структурным построениям по целевым горизонтам, следствием чего является неправильная геометризация ловушек и неоптимальное размещение скважин. Сегодня уже можно утверждать, что в условиях кулисного строения оперяющих разломов региональных сдвигов фундамента севера Западной Сибири сейсморазведка 2D не может служить достаточной основой для заложения поисково-разведочных скважин, а тем более для проектирования работ месторождений и проведения геологических мероприятий.

Структуроконтролирующая роль сдвигов фундамента

На локальном уровне структуроконтролирующая роль сдвигов фундамента проявляется в элементах блокового строения, соподчиненности амплитуд разломов и локальных поднятий, единовременности формирования парагенезов дизъюнктивных и пликтивных структур. В соотношении региональных сдвигов фундамента и положения локальных структур отмечается строгая соподчиненность, согласно которой структуры являются осложнениями на телах сдвигов по их простираению и в узлах пересечения. Часто сочленение локальных поднятий и валов с плоскостью сдвигов имеет кулисный характер. На основе анализа сейсморазведки 2D по северо-Западной Сибири системы кулисных разломов в пределах локальных структур 3-го порядка рассматриваются нами элементарными составными кулисами шовных зон региональных сдвигов межблоковой делимости более высокого иерархического ранга. Таким образом, в условиях активного проявления сдвиговой тектоники на севере Западной Сибири, картирование новых разломов и, что особенно важно, прослеживание и детализация по простираению разломов и флексур, выделенных ранее сейсморазведкой 2D, имеет важное прикладное значение при картировании присдвиговых тектонически-экранированных структур – потенциальных ловушек для поисков залежей УВ.

Деформации горных пород в зонах влияния СГС

Внутреннее строение СГС представляет собой зону «ряби» – фрагментарности сейсмической записи, нарушения сплошности и полной деструкции вмещающих пород. За счет дезинтеграции пород в шовной зоне сдвиговых деформаций отмечается снижение акустической жесткости и изменение атрибутов сейсмической записи. В строении структур, осложненных СГС, обнаруживается сложная комбинация механических деформаций горных пород и флюидодинамического воздействия, вызывающие «вспарывание» осадочного чехла и вздутие пластов над сводами поднятий с последующим их обрушением и проседанием в интервале проникновения разломов в осадочный чехол. Для СГС характерным является, что весь нарушенный разрез чехла деформирован единообразно по морфологии и одновременно по времени (позднекайнозойское время). По разные стороны от оси сдвига направление «вспарывания» пластов встречное, против направления сдвига (рис.4, А). Примеры проявления чешуйчатых сопряженных надвигов, дисгармоничной складчатости и расщепления пород, послойного шарьирования и черепичного сдвигания разреза в зоне динамического влияния горизонтального сдвига фундамента – повсеместное явление для СГС (рис.4, Б). На микроуровне (микроимиджеры, керн) для СГС типично проявление интенсивной трещиноватости, разломов, текстур пластического течения и брекчирования пород юрско-мелового разреза. В разрезе корни зон деструкции ►

и дезинтеграции пород на ширину динамического влияния сдвига, сужаясь клином, уходят ниже кровли фундамента до глубин, освещенных сейсмической записью. Отличительной особенностью СГС является отсутствие видимых вертикальных смещений на уровне кровли фундамента. Ниже кровли фундамента просматривается вертикальный столб деструкции пород, связанный с «окном проницаемости» (Г.Л.Поспелов) земной коры. Очевидна тектоническая природа и связь с глубинными недрами горизонтальных сдвигов фундамента Еты-Пуровского вала, определивших линейные деформации чехла по кинематической схеме трансенсии, формирование приразломных структур по механизму горизонтального сжатия (продольного изгиба) и пластического нагнетания пород в ядра складок, формирование «окон проницаемости» на телах СГС, общее раскрытие недр и разгрузку УВ в осадочном чехле по механизму вертикальной струйной фильтрации. Сложные сочетания зон сжатия и растяжения пород на телах СГС по площади и разрезу определяют неоднородность строения резервуаров и ФЕС коллекторов.

Парагенезис СГС со структурами растяжения земной коры

В процессе сдвиговых деформаций на телах СГС формируются локальные структуры растяжения земной коры (СРЗК) как позднеинверсионные структуры обрушения пород над выступами фундамента. Тектоническая (эксплозивная) брекчия газового прорыва и другие признаки проявления эксплозивного разрыхления пород в пределах СРЗК (различные формы диапиризма: магматического, глиняного, соляного, нефтяного), служат индикаторами зон деструкции земной коры над СГС. Причина формирования СГС в различии физико-механических свойств пород пластичного чехла и жесткого фундамента и различная реакция на комбинированные горизонтально-вертикальные движения этих комплексов в силовом поле сдвиговых деформаций.

Важнейшими физико-геологическими предпосылками формирования СРЗК являются условия, когда обогащенные газами высоконапорные флюиды достигают кровли фундамента осадочного бассейна. Обладая резким градиентом петрофизических и упруго-деформационных свойств, эта структурная поверхность является критической для формирования градиента давления, вскипания газированных флюидов и эксплозивного (взрывного) увеличения объема внедряющегося флюидного диапира. При резком снижении давления во время прорыва флюидного диапира в пористую среду осадочного чехла и при переходе сжатой смеси из надкритической в докритическую область, за счет адиабатического расширения газовых компонентов (H_2O , CO_2 и др.), газожидкая смесь способна привести к увеличению объема внедряющейся УВ системы от нескольких до сотен раз. Так, по данным А.Г.Бетехтина (1955), при снижении давления от 1000 атм. до атмосферного давления (при постоянной температуре) объем углекислоты увеличивается примерно в 500 раз. Область концентрации

активных газов во фронтальной части внедряющегося флюидного диапира превращается в зону скрытой эксплозии и взрывных брекчий (П.Ф.Иванкин, 1970). Форма структурного контроля СРЗК предопределена геометрией подверженных сдвиговым деформациям гетерогенных выступов фундамента, на апикальных и сводовых частях которых формируются структуры механо-деформационного разрушения и флюидодинамического прорыва нефтяных диапиров.

В строении СГС фундамента, выделяемых по характерному кулискому рисунку разломов осадочного чехла, проглядывает телескопическое строение и вложенность в структуру механо-деформационного тела обрушения эксплозивного аппарата нефтяного диапира. Выраженные в осадочном чехле инверсионными впадинами позднего проседания, СГС и сопряженные с ними СРЗК представляют собой зоны брекчирования и дробления, пластического течения и нагнетания горных пород, выполняющие трубки флюидодинамического прорыва нефтяного диапира. Пространственное наложение и сочетание структурных (кулиское строение депрессионных впадин и разрывных нарушений) и флюидодинамических (расположение нефтяных полей и гидродинамических аномалий) парагенезов обосновывает связь этих структур с зонами растяжения и проницаемости земной коры.

Структурные признаки проницаемости земной коры

В условиях продолжающегося противоборства крайних точек зрения на генезис УВ и выработки единой концепции формирования залежей УВ как формы проявления «холодной» ветви глубокой дегазации Земли (Дегазация Земли; 2002, 2004), на повестку дня встал практический вопрос разработки методов прогнозирования и картирования очагов скрытой разгрузки глубинных флюидов в верхней части земной коры. Теоретическое и технологическое решение этой задачи подводит нас не только к решению вопроса об источниках и формах миграции УВ, но и к прямому прогнозу нефтегазоносности недр.

Структуры растяжения земной коры (СРЗК) парагенетически связаны с СГС по фундаменту, являются очагами скрытой эксплозии (разгрузки) и зонами аккумуляции глубинных флюидов в чехле и фундаменте осадочных бассейнов на различного типа структурно-литологических барьерах. Релаксация горизонтальных движений блоков фундамента через вертикальные восходящие движения (наложение СРЗК на СГС) приводит к растяжению земной коры, раскрытию и дегазации недр с формированием всего комплекса структурных и флюидодинамических парагенезов эруптивно-эксплозивной и гидротермально-метасоматической природы. В состав этих парагенезов, как их естественно-природные члены, входят сопровождающие формирование СГС вулканические, диапировые, дайковые и жильные комплексы. Нефтяные и углеводородные газовые месторождения и залежи различного типа, также рассматриваются составными элементами этих

парагенезов. Проявления разномасштабной эруптивно-магматической и эксплозивно-гидротермальной деятельности различных глубинных источников вещества и энергии недр Земли (магматической и грязевой вулканизм, соляной и нефтяной диапиризм, кимберлитовые трубки взрыва и различные формы проявления газовых эманаций), являются физическими явлениями одной природы, в основе которых разные сочетания геолого-физических условий раскрытия и дегазации недр различного глубинного уровня и химического состава в пределах локальных СРЗК на телах СГС.

Нефтегазоносность СГС

Как нами было показано [4,5], в процессе эволюции сдвиговых зон происходит трансформация ранних сколов в нарушения с комбинированной (сдвиг с элементами растяжения) кинематикой правого сдвига для северо-западных и левого сдвига для северо-восточных сколовых сечений региональных сдвигов фундамента Западной Сибири. На нарушенных участках месторождений наблюдается веерообразное расщепление сдвигов, их кулисообразное перекрытие с образованием вторичных сбросов, которые в условиях растягивающих напряжений являлись флюидоподводящими к многочисленным межпластовым гидродинамическим барьерам и блоковым присдвиговым структурам. На участках локального растяжения структурных форм, сформировались гидротермально-стратиформные залежи пластово-жильного типа. Нефтенакопление локализуется на активных висячих крыльях сбросов, где формируются комбинированные залежи, образованные сочетанием структурного фактора и зон дробления опережающих кулисных систем и сопровождающих их роя трещин отрыва. В пределах зоны динамического влияния горизонтальных сдвигов на участках локального растяжения структурных форм под глинистыми покрывками формируются залежи нефти и газа различного масштаба, определяемого объемами ловушек.

Месторождения нефти и газа с проявлением СГС характеризуются сквозным насыщением осадочного чехла и многопластовым строением (до 50 залежей и более по разрезу на севере ЗС). Высокая плотность разрывных нарушений и трещиноватости, а также обусловленная ими вертикальная проницаемость разреза в пределах СГС определяют высокую плотность миграционного потока УВ и как следствие, высокую плотность запасов, локализованных на многочисленных тектонических блоках. В условиях сложного блокового строения и тектонического экранирования залежи УВ характеризуются сложной природой и геометрией контуров с элементами неструктурного контроля (пластово-жильное насыщение), затрудняющими их геометризацию. Интенсивная нарушенность и трещиноватость, картируемые на макроуровне сейсморазведкой 3D и на микроуровне в скважинах (кern, FMI) предполагают существенную роль трещинной проницаемости в формировании фильтрационной среды гранулярных коллекторов, в особенности юрской части разреза. ►

В пользу этого говорят факты резкой неоднородности и анизотропии проницаемости юрских коллекторов ($K_{пр}$ изменяется от сотых до тысяч мД) и перепады дебитов скважин, исчисляемые величинами в 3-4 порядка. Нельзя не отметить и проявление аномалий пластовых давлений ($K_{ан}$ достигает 1,5) в интервале залегания юрских пород, как проявление молодости процессов формирования залежей УВ в пределах СГС.

Нефтегазоносность многопластовых месторождений, осложненных СГС, связана с зонами растяжения приразломных структур, которые в условиях сдвигового поля напряжений новейшего времени представляли собой механо-деформационные структуры разрушения и прорыва флюидодинамических (нефтяных) диапиров. Обеспечивая связь осадочного чехла и фундамента с глубинными недрами, в пределах СГС формировались вторично-наложенные пластово-жильные парагенезы «нефтяных тел» и сопутствующие им гидродинамические аномалии пластовых вод. На основе обобщения материалов по северу Западной Сибири, в соответствии с принципами фрактальности и дискретности первичной блоковой делимости земной коры (ромбический рисунок блоков регматической сети), СГС, картируемые сейсморазведкой 3D в пределах локальных структур, рассматриваются, как отмечалось, элементарными кулисами шовных сдвиговых зон межблоковой делимости более высокого ранга структурной иерархии. В пределах локальных поднятий они представляют собой зоны проницаемости земной коры, обеспечивающие через первичный дислокационный эпигенез

вертикальную разгрузку глубинных флюидов в осадочном чехле. Многочисленные примеры таких парагенезисов подтверждают этот вывод и позволяют выработать единый взгляд на формирование генетически связанных с «окнами проницаемости» СГС залежей УВ. В основе этого подхода представления о глубинном источнике УВ, комплексном механо-деформационном и флюидодинамическом механизме формирования нефтегазоносных структур и их связи с новейшим этапом активизации земной коры и дегазации недр Земли.

С учетом результатов многочисленных палеореконструкций, свидетельствующих о постседиментационной природе и позднекайнозойском времени формирования разрывных и пликтивных структур, осложняющих СГС, и балансowymi расчетами вмещающих способностей ловушек УВ, обоснован вывод о молодом возрасте и неоген-четвертичном времени формирования залежей нефти и газа Еты-Пуровского и многих других месторождений Надым-Пурской нефтегазоносной области.

Как видно из содержания работы, проблема изучения СГС Западной Сибири выходит за рамки чисто научного интереса и приобретает для нефтяных компаний, работающих на объектах, осложненных СГС, важное практическое значение на всех этапах ГРП от поисково-разведочного бурения и проектирования разработки залежей на новых площадях до реанимации старых месторождений. Многие вопросы генезиса и строения СГС до конца не ясны. Для их изучения в ОАО «ЦГЭ» ведутся специальные научные исследования с привлечением ведущих ученых и научных школ России по изучению СГС. И уже сегодня ряд

НК России (ОАО «Газпром нефть», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Лукойл», ТНК-ВР и др.) использует практический опыт ОАО «ЦГЭ» по применению технологических решений на основе имеющихся знаний в практике поисков, разведки и разработки месторождений УВ, расположенных на территории активного проявления сдвиговых деформаций Западной Сибири и других НГБ мира. ■

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Гогоненков Г.Н., Лаврик А.С., Эльманович С.С. Зарождающиеся горизонтальные сдвиги в тектонике северной части Западной Сибири. – Геофизика, Специальный выпуск «Технологии сейсморазведки – I», 2002, с. 54-61.
2. Гогоненков Г.Н., Кашик А.С., Тимурзиев А.И. Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири. – Геология нефти и газа, 2007, №3 с.3-11.
3. Особенности геологического строения и разработки уникальных залежей газа Крайнего Севера Западной Сибири // О.М. Ермилов, Ю.Н. Карогодин, А.Э. Конторович и др. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2004. – 141 с.
4. Тимурзиев А.И. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: тектоно-физический и флюидодинамический аспекты (в связи с нефтегазоносностью). – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. М., МГУ, 2009. 40 с.
5. Тимурзиев А.И. Новая кинематическая модель сдвигов. - Доклады Академии Наук, 2009, том 428, №4, с.542-546.

специализированная выставка



ОАО «Тюменская ярмарка»

Адрес: Россия, 625013, г. Тюмень, ул. Севастопольская, 12, Выставочный зал
 телефакс: (3452) 48-55-56, 48-66-99, 48-53-33; e-mail: tyumfair@gmail.com. www.expo72.ru

НЕФТЬ И ГАЗ

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

14-17
сентября
2010

