



Г.Я. Шилов
д-р геол.-мин. наук
Центральное конструкторское
бюро нефтеаппаратуры
ОАО Газпром
shilov@inbox.ru

Достоверная идентификация разломов – ключ к повышению эффективности нефтегазопроисловых работ

В статье рассматриваются возможности повышения достоверности выделения разломов (тектонических нарушений) – одного из главных факторов, определяющих характер образования и размещения скоплений углеводородов. С этой целью предлагается использовать методы проективной геометрии

The possibility increasing of truth identification for tectonic faults discussed in the paper to the main factors, which are assigned the character of the forming and distribution of hydrocarbon accumulations. With these aim is supposed the using methods of projective geometry

Ключевые слова: разлом, достоверность выделения, рациональный комплекс геолого-геофизических исследований, методы проективной геометрии

Keywords: fault, truth identification, optimal complex of geological and geophysical researches, methods of projective geometry

Как отметил В.А. Карпов (№№ 5/2011, 6/2011, 1/2012), влияние разломов, особенно, связанных с ними неантиклинальных ловушек на нефтегазонасыщенность разреза требует их учета при проведении геологоразведочных работ (ГРР) на нефть и газ [1, 2].

Однако, если разломы регионального порядка (в том числе рифтовой природы) уверенно выделяются по комплексу геофизических методов, то в локальных структурах достоверное выделение тектонических нарушений методами сейсморазведки довольно затруднительно. По словам В.А. Карпова, «сейсморазведкой они картировались хаотично, без ощутимых амплитудных смещений, без градации по кинематическим и динамическим признакам, без определения их времени заложения, истории их развития и т.п.» [2].

На наш взгляд, некоторые малоамплитудные тектонические нарушения, часто выделяемые сейсморазведчиками, в реальности не существуют, а их выделение является результатом ошибок обработки и интерпретации сейсмического материала. Порой на одной локальной структуре геофизики выделяют до нескольких сотен нарушений, что, конечно, маловероятно. Все это сказывается на эффективности ГРР, снижает надежность геологических моделей и, соответственно, проектов разработки залежей нефти и газа.

Один из методических подходов, позволяющих достоверно установить наличие выделенного геофизиками тектонического нарушения, – проведение временной стратиграфической корреляции разрезов скважин, между которыми располагается предполагаемый разлом, с использованием некоторых правил проективной геометрии.

В проективной геометрии используют «простое отношение трех идентичных точек», но из-за того, что стволы скважин, разрезы которых необходимо скоррелировать, никогда

идеально параллельными не бывают, применить это отношение на практике обычно не удастся. Канадский ученый Т.Б. Хейтс, занимаясь послонной корреляцией разрезов, выдвинул гипотезу, которая со временем стала называться «законом Хейтса»: история осадконакопления в каждом бассейне делится на эпохи стабильных и нестабильных режимов, при этом в каждую эпоху все границы между пластами лежат в плоскостях, которые пересекаются по одной прямой. Для целей временной корреляции он предложил использовать правило «сложного отношения четырех идентичных точек», которое помогло избежать трудности применения правила «трех точек».

Временная стратиграфическая корреляция с использованием правила «сложного отношения четырех точек» может выполняться в графическом варианте.

Предположим, что двумя скважинами пройдена одна и та же пачка пород, внутри которой выделяются несколько маркирующих горизонтов (А, В, С, Д и т.д.), хорошо отображенных на каротажных диаграммах (геофизические реперы). Очевидно, глубине залегания маркирующего горизонта А, вскрытого одной скважиной, соответствует глубина залегания А' этого же горизонта, вскрытого другой скважиной; аналогично глубине В соответствует В' и т.д. Тогда точки, находящиеся в проективном отношении и расположенные на различных линиях (осях скважин), при соответственном соединении образуют пучок прямых линий, пересекающихся по «закону Хейтса» в одной точке М (на плоском рисунке пересечение границ пластов дает изображение точки, а не прямой). Точка М называется центром проектирования, а соединение «четырех точек» представляет собой искомую временную хроностратиграфическую корреляцию разрезов двух соседних скважин.

Из практики геологоразведочных работ известно, что проективное соответствие стратиграфических интервалов в двух и более

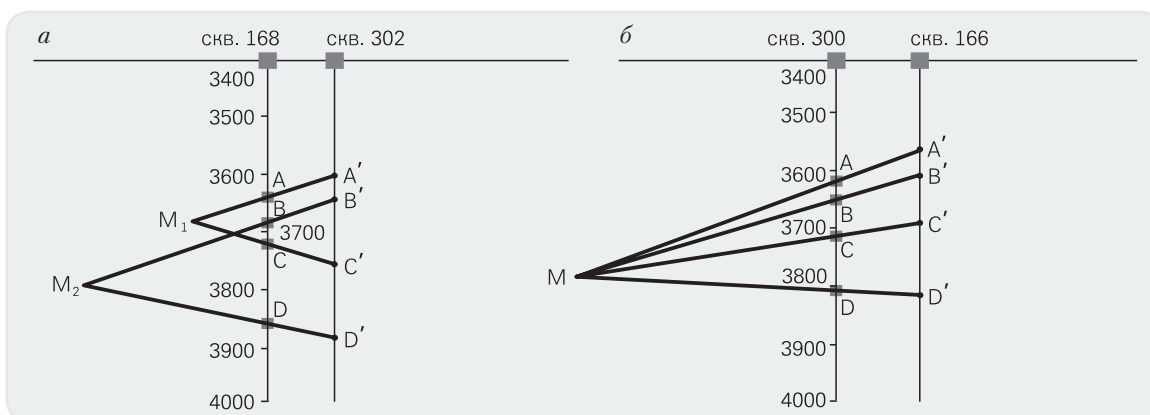


Рис. 1.
Проверка корреляции разрезов скважин № 168 и № 302 (а) и № 166 и № 300 (б) пласта $D_{фр-2}$ Рыбчинского месторождения

Результаты корреляции по скважинам Рыбкинского месторождения

Таблица 1

Хроностратиграфические реперы	Условные обозначения	Глубина отметок реперов по скважинам, м (абс. отм)			
		168	302	300	166
Кровля верхнефранского подъяруса $D_{\text{фр}3}$	А (А')	3638,6	3593,7	3599,5	3560,2
Кровля глинистой покрывки продуктивного пласта $D_{\text{фр}2}$	В (В')	3678,2	3638,5	3643,4	3607,3
Кровля глинистого раздела между 1 и 2 резервуарами $D_{\text{фр}2}$	С (С')	3713,4	3752,0	3704,3	3686,7
Подшва верхнефранского подъяруса $D_{2\text{мл}}$	Д (Д')	3848,8	3879,5	3800,0	3806,5

скважинах может нарушаться в силу различных причин, но часто – из-за тектонических нарушений. При тектонических разрывах может происходить как увеличение мощности определенного стратиграфического интервала (при надвиговом или взбросовом разрывах наблюдается повторение всего разреза или его части), так и уменьшение (при сбросовом разрыве часть интервала выпадает из разреза скважины). Методы проективного отношения «четырёх точек» как раз и выявляют интервалы разреза, имеющие различные мощности в исследуемых скважинах. Для его графической реализации в этом случае при построениях (соединений «четырёх точек») получают два центра проектирования M_1 и M_2 .

В качестве промышленного примера рассмотрим применение этого относительно простого метода выявления наличия тектонических нарушений на многокупольном Рыбкинском нефтяном месторождении, расположенном в юго-восточной части Оренбургской области в зоне сочленения юго-восточного борта Бузулукской впадины, Восточно-Оренбургского сводового поднятия и Соль-Илецкого свода.

Продуктивные отложения здесь приурочены к верхнефранским карбонатным породам. Район имеет сложное геологическое строение, характеризуется наличием дизъюнктивных нарушений, многочисленных выклиниваний и стратиграфических несогласий. Строение верхнефранского подъяруса осложнено рифовыми постройками вблизи зон размыва во франское время.

Для проверки наличия тектонического нарушения между скв. 168 и 302 северного купола месторождения на **рис. 1а** показано графическое представление правила «сложного отношения четырёх точек» (по результатам хроностратиграфической корреляции, **табл. 1**). В результате соединений хроностратиграфических реперов – кровли верхнефранского подъяруса (отражающая поверхность $D_{\text{фр}}$), кровли глинистой покрывки пласта $D_{\text{фр}2}$, кровли глинистого раздела между 1 и 2 резервуарами пласта $D_{\text{фр}2}$ (отражающая поверхность $D'_{\text{фр}}$) и подошвы верхнефранского подъяруса (отражающая поверхность $D_{2\text{мл}}$) – были получены два центра проектирования M_1 и M_2 , что указывает на **наличие тектонического нарушения** между скважинами 168 и 302 Рыбкинского месторождения.

Для сравнения на **рис. 1б** показано графическое представление правила «соединения четырёх точек» для ск. 300 и 166 Западно-Рыбкинской залежи, где по сейсмическим и каротажным данным **не наблюдается никакого тектонического нарушения**. Действительно, в этом случае был получен только один центр проектирования M .

Таким образом, применение в практике ГРП относительно простых правил проективной геометрии поможет избежать многих неоднозначностей при выделении тектонических нарушений структур и тем самым будет способствовать повышению роли разломов при получении геологических моделей залежей нефти и газа. \square

Литература

1. Карпов В.А. К вопросу оптимизации методики нефтегазопроисловых работ // Недропользование XXI век. 2011. № 5. С. 72–75.
2. Карпов В.А. Разлом – как объект изучения при нефтегазопроисловых работах // Недропользование XXI век. 2011. № 6. С. 66–70; 2012. № 1. С. 74–78.