

МОДЕЛИ ЦВЕТКОВЫХ СТРУКТУР В ЗОНАХ СДВИГА

Н.С. Фролова

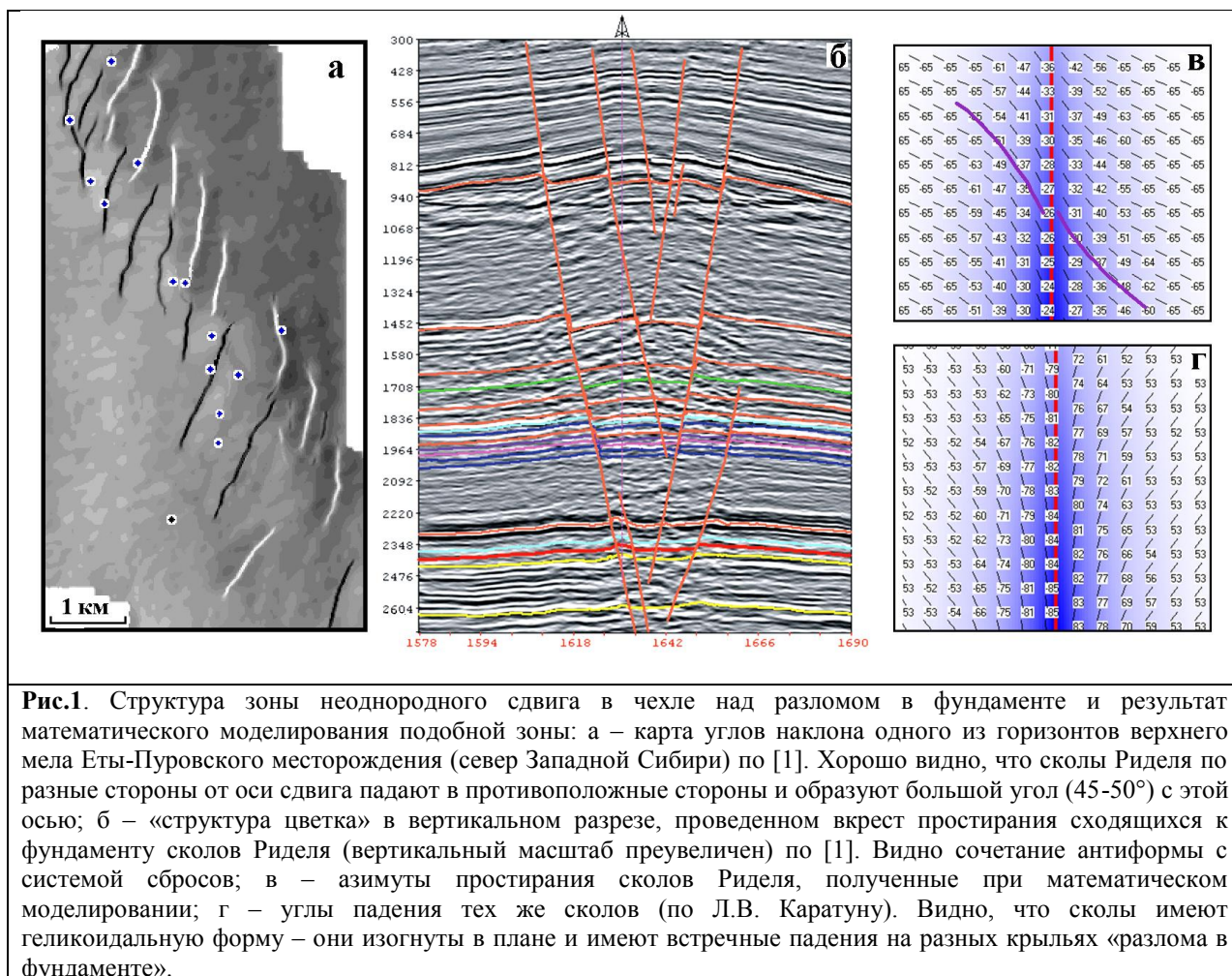
Системы разрывов в крупных зонах сдвига имеют в вертикальном сечении сложную форму, напоминающую цветок. С развитием геофизических методов, позволяющих изучить глубинное строение верхних частей земной коры, стали находить все больше таких структур; часто с ними связаны месторождения нефти и газа, что определяет важность их изучения. Прежде всего, цветковые структуры были описаны (а затем и воспроизведены экспериментально) в зонах транспрессии. Здесь они представляют собой систему взбросов или надвигов с поднятием центральных блоков («положительные цветковые структуры»). Позже систему сбросов с опусканием центральных блоков в зонах транстенсии назвали «отрицательными цветковыми структурами».

Однако цветковые структуры характерны и для зон простого сдвига, формирующихся в осадочном чехле над разломом в фундаменте без дополнительного сжатия или растяжения. Их появление определяется геликоидальной формой эшелонированных сколов Риделя (R), что показано как экспериментально [4], так и математически [3]. Это подтверждается и нашими экспериментами. Если провести сечение через фланги смежных R-сколов, падающих навстречу друг другу, в разрезе получится структура цветка. Цветки становятся «махровыми» при развитии в зоне сдвига более поздних сколов Р и Y. Отметим, что все эксперименты, а также математическое моделирование [3] проводились при условии, что чехол всюду движется вместе с фундаментом.

Обратимся к недавно полученным с помощью сейсморазведки 3D примерам структур зон простого сдвига в системе чехол-фундамент севера Западной Сибири [1]. Их особенностью является то, что сколы Риделя имеют сбросовую составляющую (рис.1б), однако последовательного опускания блоков к центру по этим сбросам не наблюдается и отрицательная цветковая структура не образуется. Видно, что «складчато-разрывное зеркало» остается горизонтальным. Это можно объяснить тем, что отсутствует как сжатие поперек зоны сдвига, что приводит к формированию поднятий, так и растяжение, ведущее к формированию впадин. Действительно, рельеф рассматриваемых областей является плоским. Блоки пород между смежными сколами Риделя здесь не поднимаются и не опускаются, а перекашиваются.

Второй особенностью структуры является то, что R-сколы имеют anomalно большие углы с направлением сдвига — до 50° , вместо 15° , как в экспериментах (рис.1а); углы падения, напротив, меньше обычных. Мы объясняем это тем, что чехол «сопротивляется» смещению блоков фундамента под ним, вследствие чего возникает напряжение однородного простого горизонтального сдвига параллельно горизонтальной же плоскости. Одно лишь такое напряженное состояние вызвало бы формирование очень пологих сбросов (сколов Риделя) с простиранием, перпендикулярным направлению сдвига. В суммарном поле напряжений реализуются поверхности скалывания, имеющие промежуточные значения ориентировок [2].

Математическое моделирование, основанное на этих представлениях, осуществил Л.В. Каратун под руководством В.С. Захарова. Основное отличие от модели [3] состоит в том, что кровля чехла на удалении от разлома в фундаменте не испытывает никаких смещений. В результате моделирования получены значения углов простирания (рис.1в) и падения (рис.1г) сколов Риделя, свидетельствующие, во-первых, о геликоидальной форме этих сколов, а во-вторых, согласующиеся с природными данными.



Литература

1. Гогоненков Г.Н., Кашик А.С., Тимурзиев А.И. Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири. Геология нефти и газа. 2007. №3. С. 3–11.
2. Короновский Н.В., Гогоненков Г.Н., Гончаров М.А., Тимурзиев А.И., Фролова Н.С. Роль сдвига вдоль горизонтальной плоскости при формировании структур «пропеллерного» типа // Геотектоника. 2009. № 5. С. 50–64.
3. Ребецкий Ю.Л., Михайлова А.В., Сим Л.А. Структуры разрушения в глубине зон сдвига. Результаты тектонофизического моделирования // Проблемы тектонофизики. К сорокалетию создания М.В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН. М.: Изд. ИФЗ, 2008. С. 103-140.
4. Naylor M.A., Mandl G , Sijpesteijn C.H.K. Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states // Jour. Struct. Geol. 1986. Vol. 8. P. 737–752.