

Структуры горизонтального сдвига осадочных бассейнов и опыт применения тектонофизических методов для повышения эффективности поисков, разведки и освоения присдвиговой нефти

© А. И. Тимурзиев, 2014

ОАО «Центральная геофизическая экспедиция», Москва, Россия

Поступила 21 марта 2013 г.

Представлено членом редколлегии О. Б. Гинтовым

Показано можливості сейсморозвідки 3D для вирішення структурних завдань, тектонічного і тектонофізичних моделювання родовищ Західного Сибіру, пошуків і розвідки покладів нафти і газу. Можливості вдосконалення методів пошуків і розвідки покладів вуглеводнів Західного Сибіру ґрунтуються на нових уявленнях про регіональний прояв новітньої зсувної тектоніки. Для родовищ Західного Сибіру, ускладнених структурами горизонтального зсуву, обґрунтовано новий тип призсувної нафти (модель покладів пластово-жильного насичення) і продемонстровано зв'язок продуктивності свердловин з деформаційними умовами стиснення—розтягнення у межах зон динамічного впливу зсувів фундаменту. Розроблена модель «кліну стиснення» і вдосконалення її в модель «клін у кліні» дали змогу обґрунтувати структурні ознаки розтягування і проникності гірських порід для проектування високодебітних свердловин на родовищах, ускладнених структурами горизонтального зсуву.

Ключові слова: структури горизонтального зсуву, деформаційні умови стиснення—розтягнення, продуктивність свердловин.

Введение. Благодаря внедрению объемной сейсморазведки МОГТ-3D на обширных пространствах осадочных бассейнов (ОБ) Земли были выявлены тектонические структуры горизонтального сдвига (СГС). Поняли их сдвиговую природу [Денисов, 2001; Гогоненков и др., 2002, 2007; Гогоненков, Тимурзиев, 2004] и назвали так [Тимурзиев, 2006] много позже. Итогом исследований трехмерных парагенезов зон сдвига стал выход работы [Тимурзиев, 2009б], посвященной изучению тектонофизических и флюидодинамических аспектов новейшей сдвиговой тектоники ОБ. В работе нашли объяснение неизвестные и малоизвестные ранее в структурной геологии и тектонофизике структурно-деформационные, морфокинематические и флюидодинамические парагенезы зон сдвига: реверсные разломы, структуры «пропеллерного» типа и внутрислойного сдвига, «домино» и «зеркало складчатости», геодинамические обстановки транспрессии, транстенсии и связанные с ними «цветковые структуры», деформационные и флюидодинамические ячейки и др.

Интерпретация трехмерных парагенезов зон сдвига привела к важным теоретиче-

ским и практическим следствиям, важнейшим из которых для структурной геологии и тектонофизики является разработка новой кинематической модели сдвигов [Тимурзиев, 2006], а для нефтяной геологии — определение структурных признаков проницаемости земной коры для фильтрации глубинных флюидов [Тимурзиев, 2007]. Проведенные исследования, включая математическое и физическое моделирование [Короновский и др., 2009], позволили к известным типам **интерференции** элементарных геодинамических обстановок зон сдвига [Naylor et al., 1986; Sylvester, 1988], таким как **транспрессия** (горизонтальный сдвиг вдоль вертикальной плоскости + горизонтальное сжатие) и **транстенсия** (горизонтальный сдвиг вдоль вертикальной плоскости + горизонтальное растяжение), добавить сочетание горизонтального сдвига вдоль вертикальной плоскости с горизонтальным сдвигом вдоль горизонтальной плоскости. Этот тип интерференции элементарных сдвиговых обстановок, вызывающий тектоническое расслаивание пород, назван «**трансламинацией**» [Короновский и др., 2009]. С геодинамической обстановкой трансламинации связыва-

ется формирование внутрипластовых срывов, пластического течения и нагнетания пород, приводящее к раздувам мощностей в сводах структур, формированию реверсных разломов и «зеркала складчатости», структур «домино» и «пропеллерного» типа [Тимурзиев, 2006, 2007, 2009б; Тимурзиев, Гогоненков, 2007; Короновский и др., 2009].

И, наконец, важной особенностью СГС, определяющей их нефтепоисковое значение как основных нефтегазоконтролирующих объектов ОБ, является развитие на их телах локальных структур растяжения земной коры, с которыми связаны проницаемые зоны для инъекционных флюидных, включая нефтяных, диапиров глубинного массопереноса [Тимурзиев, 2006, 2007, 2009б; Тимурзиев, Гогоненков, 2007].

Терминология. Термин «*структура горизонтального сдвига*» и аббревиатура *СГС* в авторском содержании введены впервые в работе [Тимурзиев, 2006]. Под СГС подразумевается комплекс структурно-деформационных и флюидодинамических признаков проявления в земной коре (чехле и фундаменте) ОБ горизонтальных сдвигов фундамента. СГС — это запечатленные в деформационных и флюидодинамических аномалиях геосреды (пород и насыщающих их флюидов) зоны динамического влияния сдвигов фундамента. СГС — это тектонические структуры земной коры различного масштаба, сформированные на сдвигах фундамента, которые отображаются в чехле ОБ соответствующим комплексом парагенезов, обусловленным их генетической связью с глубинным источником энергии и вещества.

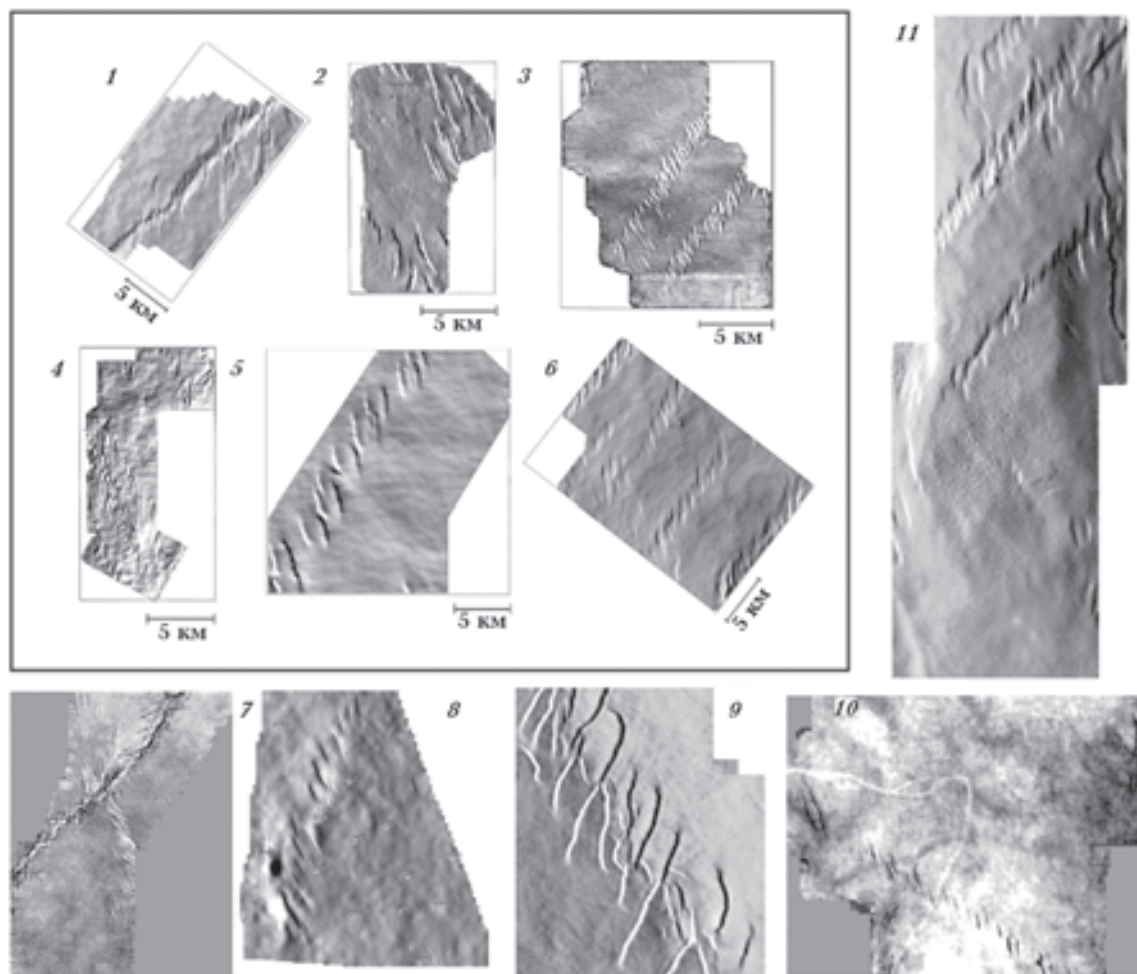


Рис. 1. Примеры строения сдвиговых зон Западной Сибири по данным сейсморазведки МОГТ-3Д на картах углов наклона по кровле баженовской свиты верхней юры. Площади съемок, одноименных структур и месторождений нефти и газа: 1 — Метельная, 2 — Северо-Харампурская, 3 — Западно-Комсомольская, 4 — Южно-Харампурская, 5 — Часельская, 6 — Ярайнерская, 7 — Северо-Комсомольская, 8 — Усть-Часельская, 9 — Еты-Пуровская (северный купол), 10 — Новогодня, 11 — Вынгаяхинская.

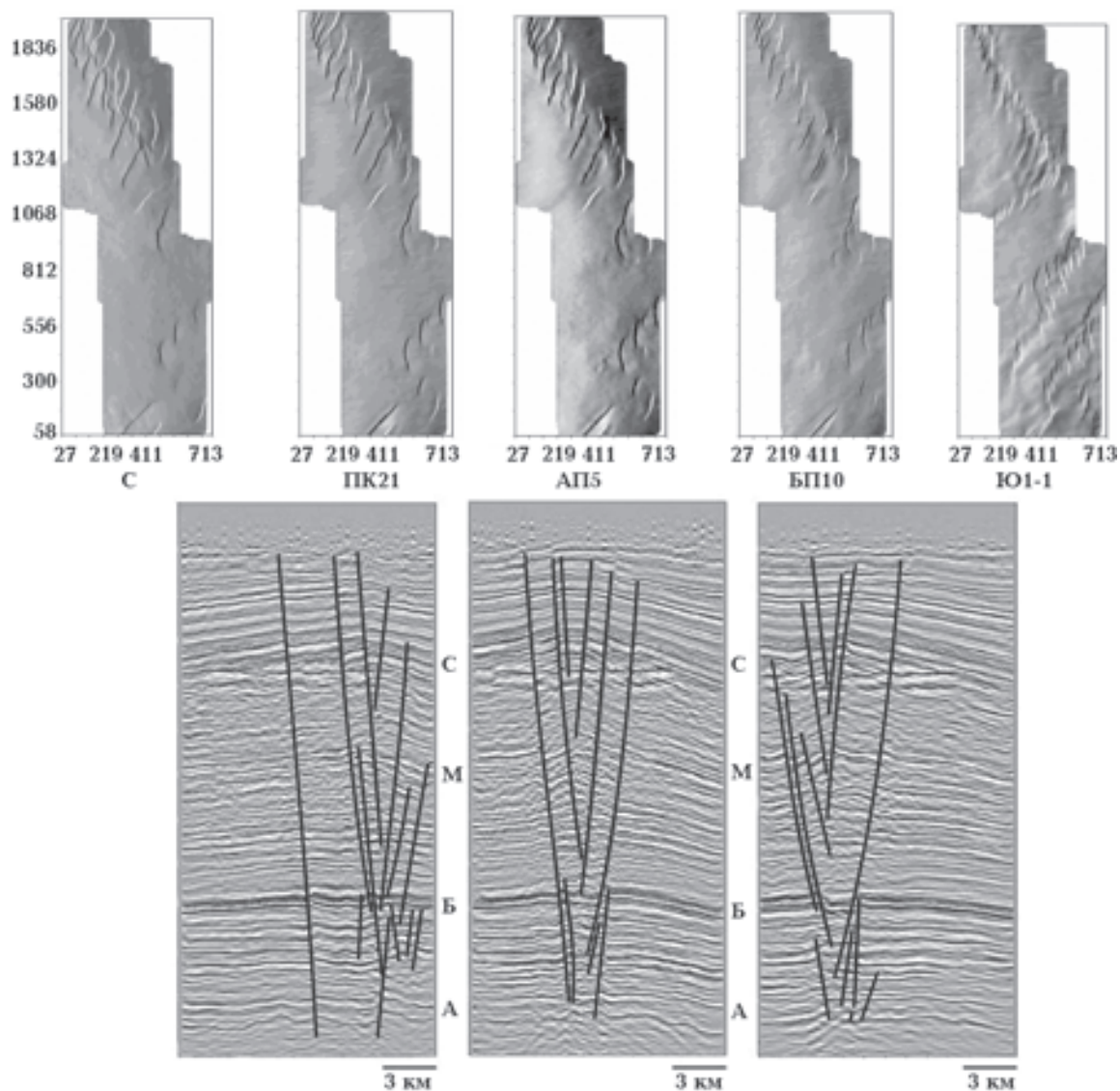


Рис. 2. Западно-Сибирская мегасинеклиза, Надым-Пурская впадина, Еты-Пуровский вал. Кулисное в плане и цветковое в сечении строение вторичных структур разрушения для диагональных систем сдвигов фундамента на различных глубинных срезах осадочного чехла (сейсмические горизонты: С — в кровле верхнего мела; ПК21 — в сеномане верхнего мела, АП5 — в апте нижнего мела, БП10 — в валанжине нижнего мела, Ю1-1 — в оксфорде верхней юры, М — в кровле нижнего мела, Б — в кровле верхней юры, А — в кровле фундамента) на картах углов наклона.

Парагенезы СГС. СГС идентифицированы на основе сейсмических данных 3D по сопутствующим им вторичным парагенезам. Набор их включает следующие признаки.

1. Вторичные макроструктуры разрушения:

а) в плане (рис. 1—3) — кулисный рисунок эшелонированных сбросов и взбросов; блоковое грабен-горстовое строение; кулисное положение присдвиговых складок; горизонтальное смещение разорванных частей структур; наличие линейных грабен-структур обрушения сводов поднятий, маркирующих проекцию шовной зоны сдвига в чехле; веерное строение

опережающих кулис с раскрытием «веера» вверх по разрезу (у кровли фундамента «веер» складывается в плоскость сдвига); различная «полярность» кулис, связанная с противоположным падением разломов по разные стороны от плоскости сдвига и придающая им винтовую (пропеллеровидную) форму;

б) в разрезе (рис. 2—4) — морфологические аналоги «цветковых структур» известных кинематических типов транспрессии и транстензии; сочетание структур сжатия, растяжения и сдвига в различных сечениях, формирующих полный набор геодинамических обстановок

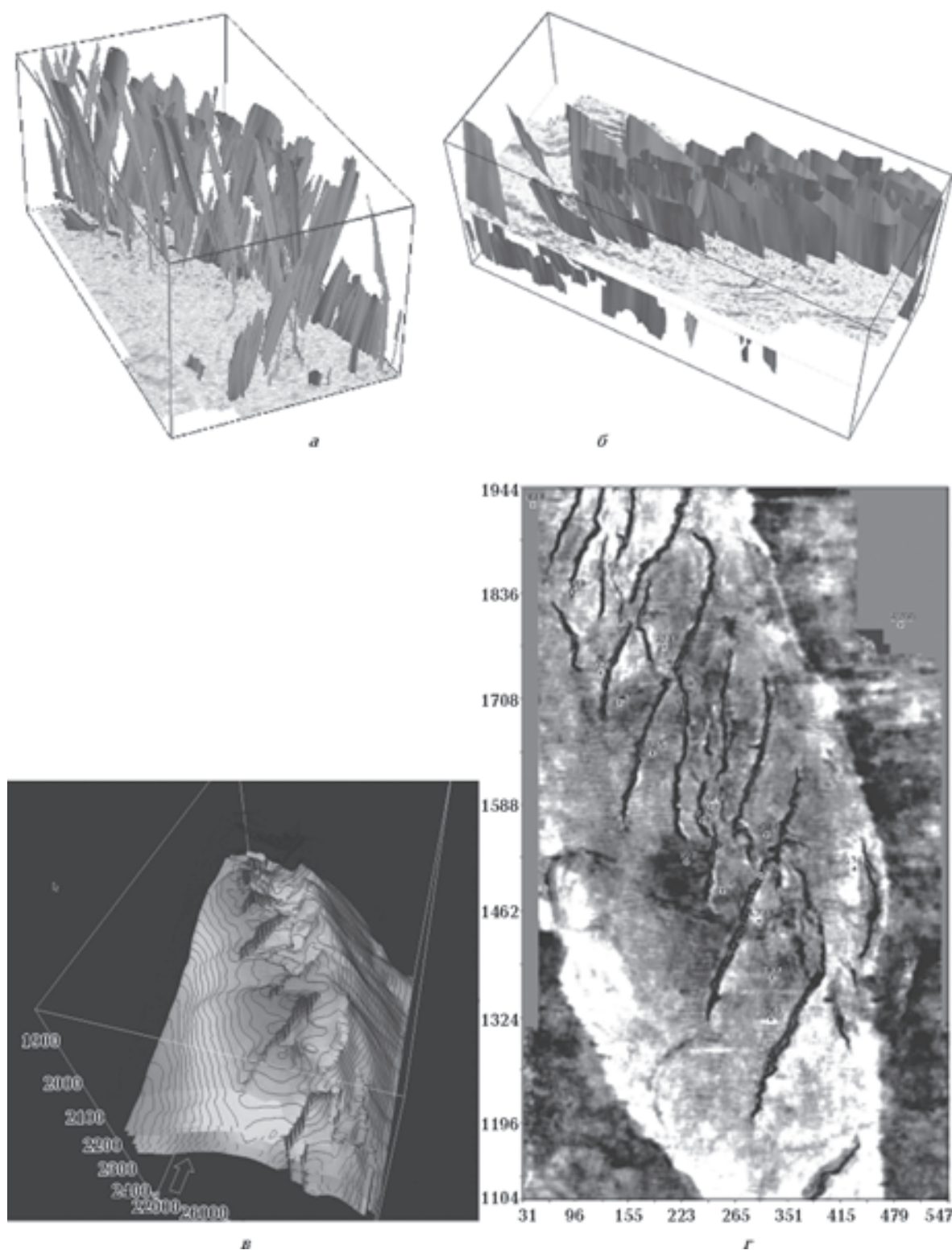


Рис. 3. Еты-Пуровский вал. Трехмерная визуализация вторичных структур разрушения зоны сдвига северного купола (а, б); аксонометрия структурной поверхности кровли баженовской свиты верхней юры (в) и седиментационный слайс по кровле горизонта ПК1 сеноманского яруса верхнего мела (г). Светлая динамическая аномалия — контур сеноманской газовой залежи.

структурообразования; реверсное строение опирающихся разломов; изменение углов паде-

ния разломов от субвертикальных в подошве до пологонаклонных в кровле чехла (структур-

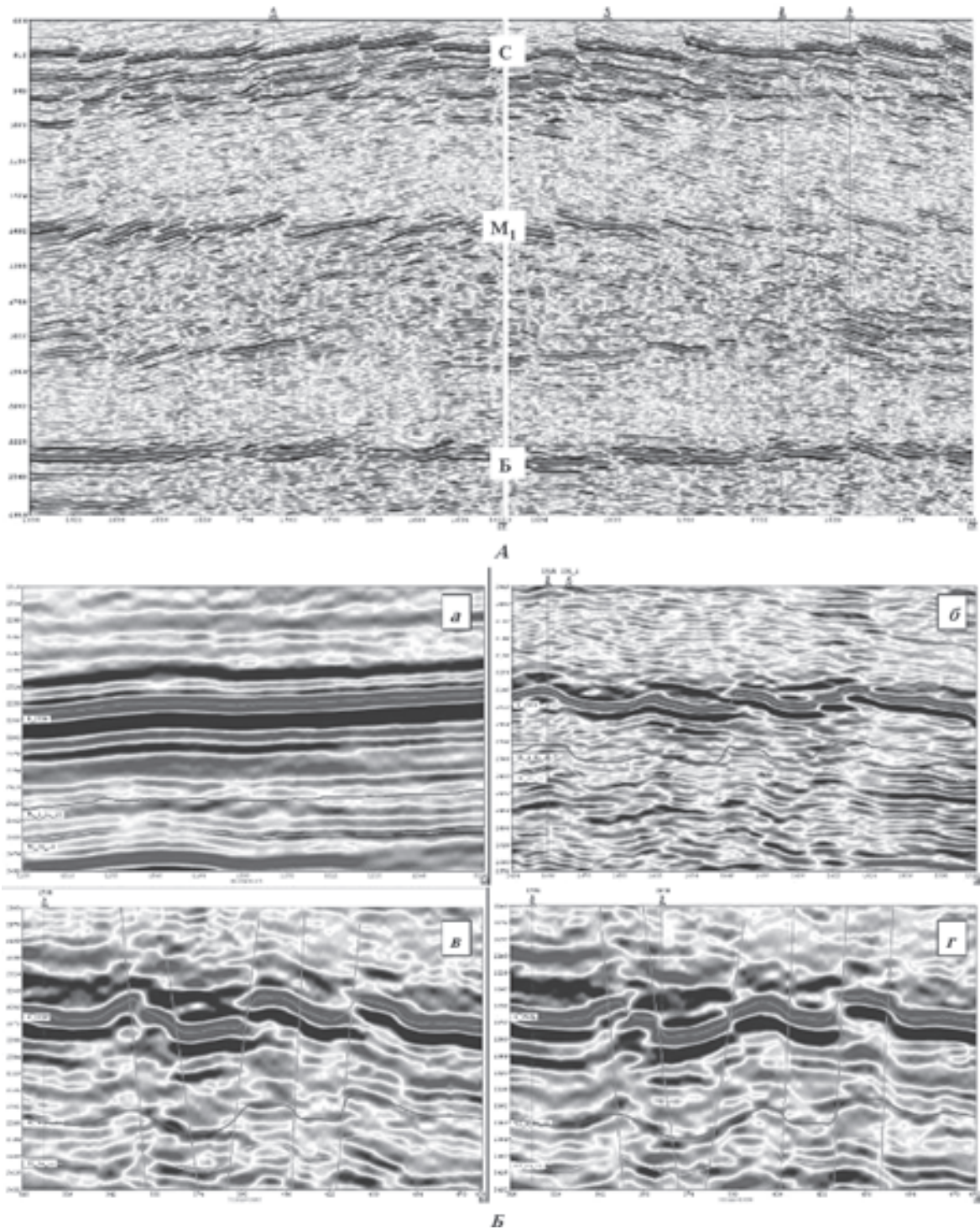


Рис. 4. Западно-Сибирская мегасинеклиза. Еты-Пуровский вал. Примеры проявления «зеркала складчатости», чешуйчатых сопряженных надвигов, послойного шарьирования и пластического течения юрско-меловых пород в зоне динамического влияния горизонтальных сдвигов фундамента (А) и тектонических деформаций разреза внутри зоны динамического влияния сдвигов фундамента на уровне баженовской свиты (Б); а — ненарушенное залегание; б — дисгармоничная складчатость и расланцевание пород; в — черепичное наложение разорванных фрагментов баженовской свиты; г — структуры шарьирования и будинирования в ачимовке и верхней юре.

ные антиподы листрических разломов); признаки телескопирования и вложенности опе-

ряющих кулис на телах СГС; снижение вертикальной амплитуды разломов вниз по разрезу

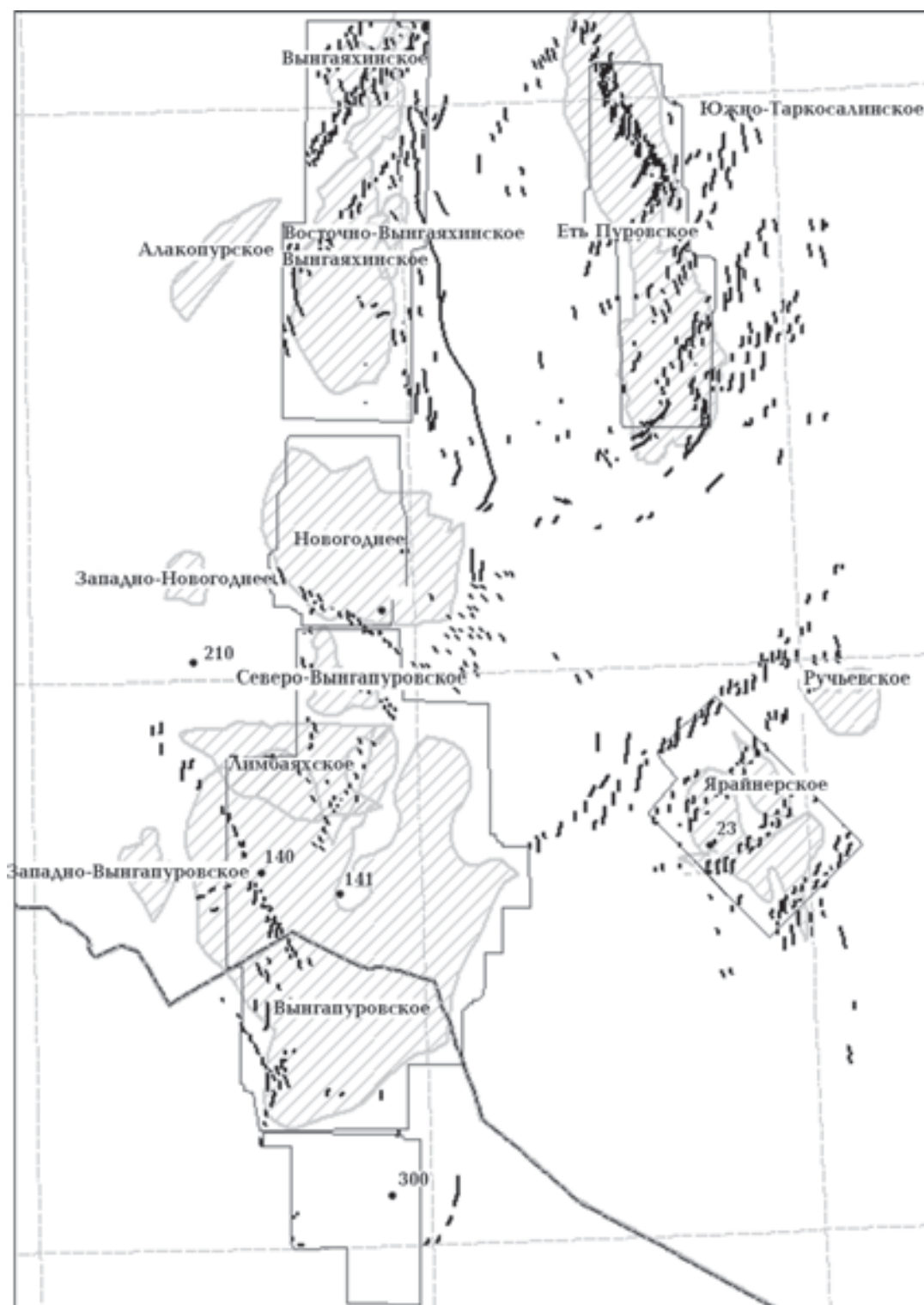


Рис. 5. Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Надым-Пурская нефтегазоносная область, Вынгапуровский нефтегазоносный район. Кулисный рисунок строения сдвигов фундамента по данным интерпретации сейсморазведки МОГТ-3D. Штриховкой показаны контуры месторождений, замкнутые полигоны – площади сейсмической съемки МОГТ-3D.

до исчезающих величин у кровли фундамента, наличие «зеркала складчатости» и структур

«домино» в сечении сдвига; асимметричное и симметричное кулисные оперения, связанные

с односторонним и двусторонним движением берегов сдвига.

2. Деформационные микроструктуры разрушения: зоны повышенной трещиноватости и дилатансии, пластического нагнетания и брекчирования, шарьирования, черепичного налегания и сдваивания разреза (см. рис. 4).

3. Стадиальные аутигенные (эпигенетические) и гидротермальные (метасоматические) изменения — цементация, растворение под давлением и переотложение минералов, текстуры приспособления и внедрения зерен, выщелачивание и метасоматическое замещение.

4. Гидрохимические (снижение минерализации, изменения микрокомпонентного состава и типов пластовых вод) и гидродинамические (АВГД, АВГТ) аномалии пластовых вод нижних горизонтов осадочного чехла.

5. Аномальная нефтегазонасыщенность разреза (количество залежей по разрезу превышает 50) и аномальный этаж нефтегазонасыщенности (2—3 км), высокая плотность запасов, высокая газонасыщенность нефти и другие признаки проницаемости разреза для вертикальной фильтрации флюидов.

Принципиальным в модели строения СГС является особенность, обусловленная участием в их формировании флюидодинамического фактора в качестве активного деформационного процесса, так как механическими деформациями объяснить внутренние трехмерные взаимоотношения породно-слоевых и структурно-деформационных парагенезов затруднительно [Тимурзиев, 2009б].

Морфология СГС. В объемном представлении СГС — это трехмерные асимметричные тела трубчатого и конического типов, внутри которых породы подвержены деформационному и гидрохимическому эпигенезу на ширину кулисного оперения и высоту стратиграфического проникновения оперяющих разломов чехла. Соотношение горизонтальных осей X (min) и Y (max) для структурных элементов различного порядка меняется от 1:1 до 1:10, а линейные размеры СГС кратны осям контролируемых их структур. Чаще всего СГС наложены (пространственно и генетически связаны) на локальные антиклинальные поднятия, хотя прослеживание СГС за их пределами — явление не редкое. В последнем случае СГС приобретают выраженную морфологию шовной складчатости узлолокализованной приразломной зоной деформационных изменений вмещающих пород (рис. 5). В таком представлении локальные поднятия и осложняющие их СГС

рассматриваются элементарными составными кулисами шовных зон региональных сдвигов, формирующими блоковую делимость фундамента более высокого иерархического ранга [Разломообразование..., 1991].

Морфокинематика СГС. Изучение трехмерных моделей структур, осложненных сдвигами, показало, что в их пределах реализованы все известные кинематические и геодинамические условия деформаций пород: сжатие, растяжение и сдвиг [Тимурзиев, 2009в]. В пределах поднятий, валов и мегавалов ОБ северного полушария, сформированных горизонтальными сдвигами, в ортогональных сечениях (субмеридиональное и субширотное) диагностируются геодинамические условия сжатия и растяжения, в диагональных сечениях (северо-западное и северо-восточное) — сдвига [Тимурзиев, 2009а]. Структурными формами проявления условий сжатия на телах СГС являются горсты, взбросы, надвиги; растяжения — грабен-прогибы, сбросы, различного масштаба трещины отрыва; сдвига — эшелоны сбросов различной «полярности», «зеркало складчатости» и структуры «домино». В строении структур, осложненных СГС, обнаруживается сложная комбинация геомеханических деформаций пород и флюидодинамического воздействия, вызывающие «вспарывание» чехла и вздутие пластов над сводами поднятий с последующим их обрушением и проседанием в интервале проникновения разломов в чехол. Для СГС характерным является то, что весь нарушенный разрез деформирован единообразно по морфологии и одновременно по времени (позднекайнозойское время). По разные стороны от оси сдвига направление «вспарывания» пластов встречное, против направления сдвига (см. рис. 4, а). Дисгармоничная складчатость, черепичное перекрытие фрагментов разорванных пластов и сдваивание разреза, структуры шарьирования, брекчирования, течения и пластического нагнетания масс горных пород, встречное падение разорванных пластов в диагональных (сдвиговых) сечениях в результате внутрислойного сдвига — это неполный набор структурно-деформационных парагенезов, наглядно демонстрирующий стиль и масштабы деформаций горных пород в пределах СГС (рис. 4, б).

Внутри СГС сдвиг реализован в двух плоскостях: горизонтальный сдвиг вдоль вертикальной плоскости, горизонтальный сдвиг (срыв) вдоль горизонтальной плоскости внутри чехла и на поверхности фундамента. Физическая причина горизонтального срыва в зонах сдвигаания в раз-

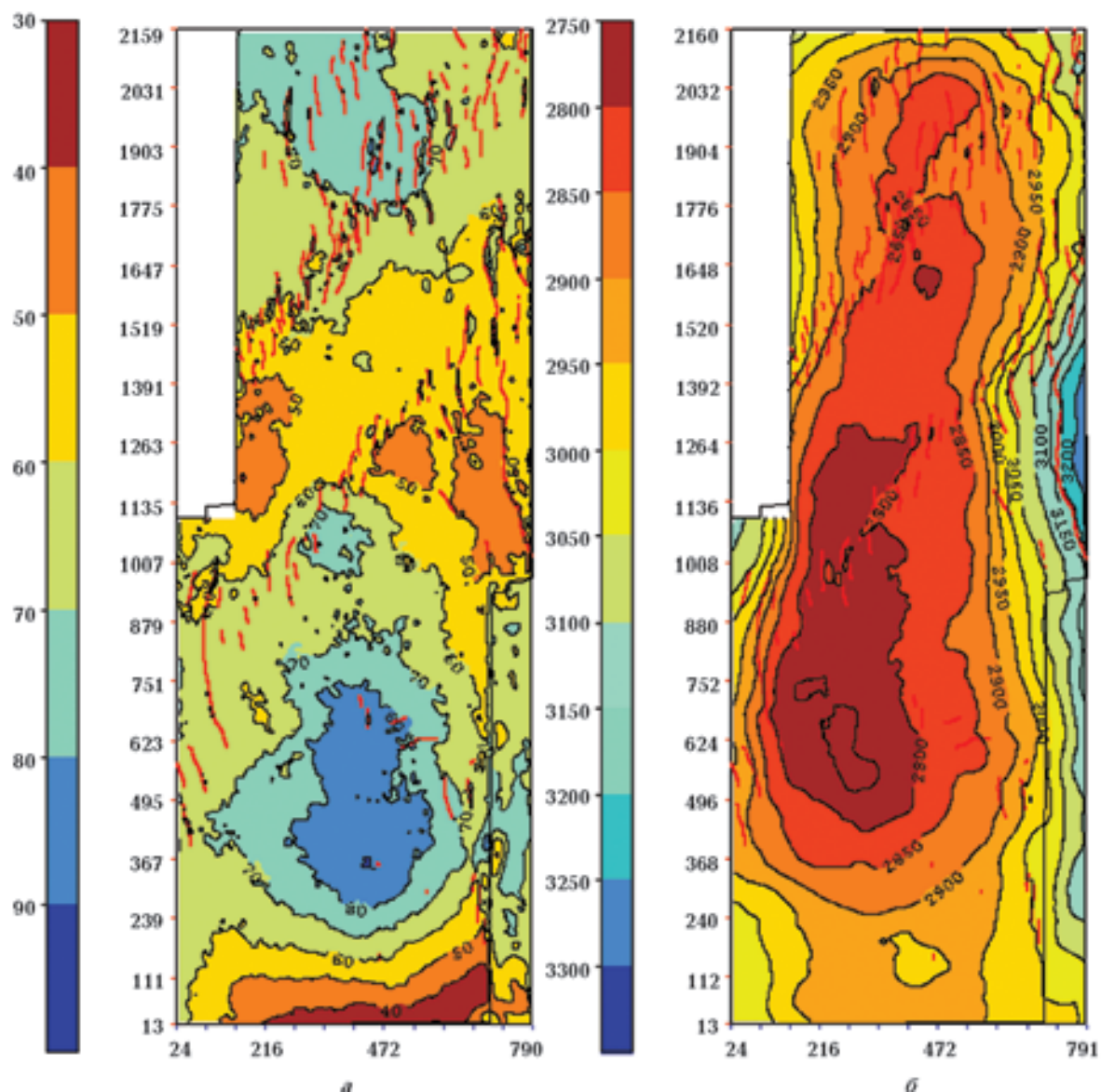


Рис. 6. Западная Сибирь, Вынгайхинский вал. Карта толщин (а) региональной верхнеюрской покрывки (суммарная мощность баженовской и георгиевской свиты изменяется от 30 до 100 м в сопоставлении со структурной картой) (б) по кровле верхней юры (горизонт Б). Мощность баженовской изменяется в пределах площади в 3 раза, при этом максимальные мощности совпадают с центральным сводом поднятия. Сечение изопакит через 10 м, сечение изогипс через 50 м.

личии механических свойств пород на границе пластичного чехла и жесткого фундамента и различная реакция на сдвиговые деформации этих комплексов. Повсеместно в пределах СГС реализуется геомеханическая обстановка гравитационного обрушения сводов поднятий с формированием вторично-наложенных линейных грабен-прогибов вдоль швов зон сдвига. Внутрипластовые срывы и вторичные гравитационные структуры обрушения приводят к формированию на сводах поднятий постседиментационных структур пластического нагнетания пород. Мощности отложений на сводах

поднятий, осложненных СГС, увеличены в 3—4 раза (до 10 раз в зонах сдвигов), что придает им палеотектонический облик новообразованных инверсионных структур (рис. 6 на с. 179, 7).

Реверсные разломы. На телах СГС выявлен новый тип реверсных разломов (см. рис. 7), связанный со сменой кинематики движений по простирацию нарушений в процессе геологического развития (во времени) и по падению сместителя (в пространстве). В первом случае (**временные реверсные разломы — Time Reverse Faults**) смена кинематики движений связана с трансформацией левых сдвигов в правые (и

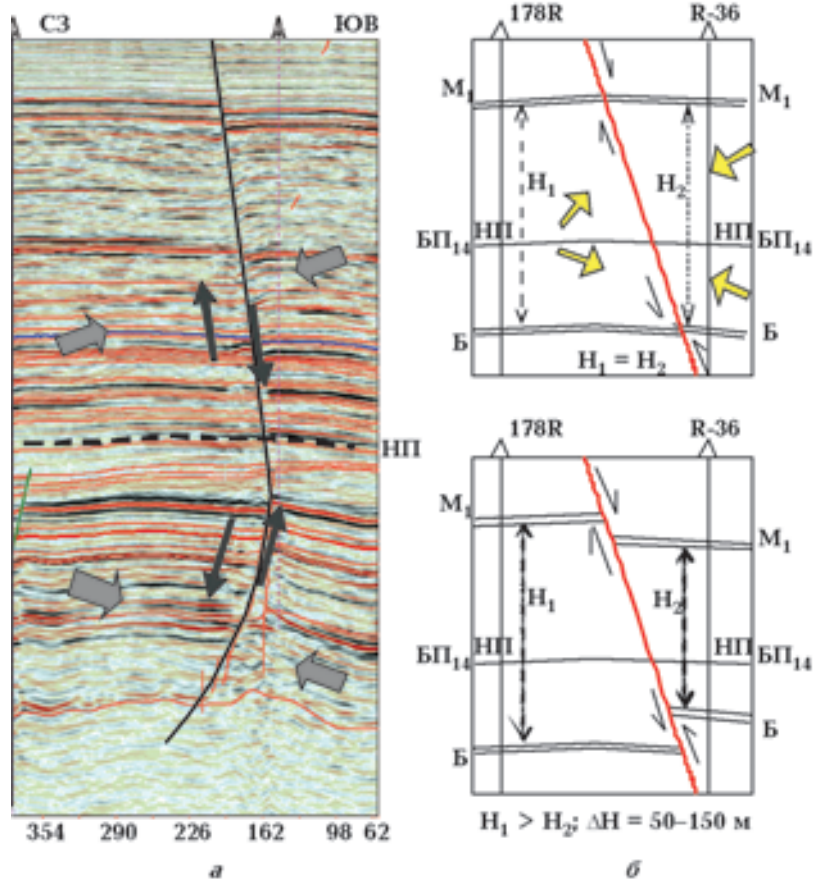


Рис. 7. Еты-Пуровский вал. Пример строения реверсного разлома: *а* — интерпретация сейсмического разреза; *б* — модель формирования и кинематика. Реверсный разлом интерпретируется как сброс выше и как взброс ниже нейтральной поверхности. Изменение мощностей на плоскости разлома достигает 50—150 м в интервале залегания нижнемеловых отложений при выдержанности стратиграфической последовательности залегания пластов и полноты разреза в смежных блоках.

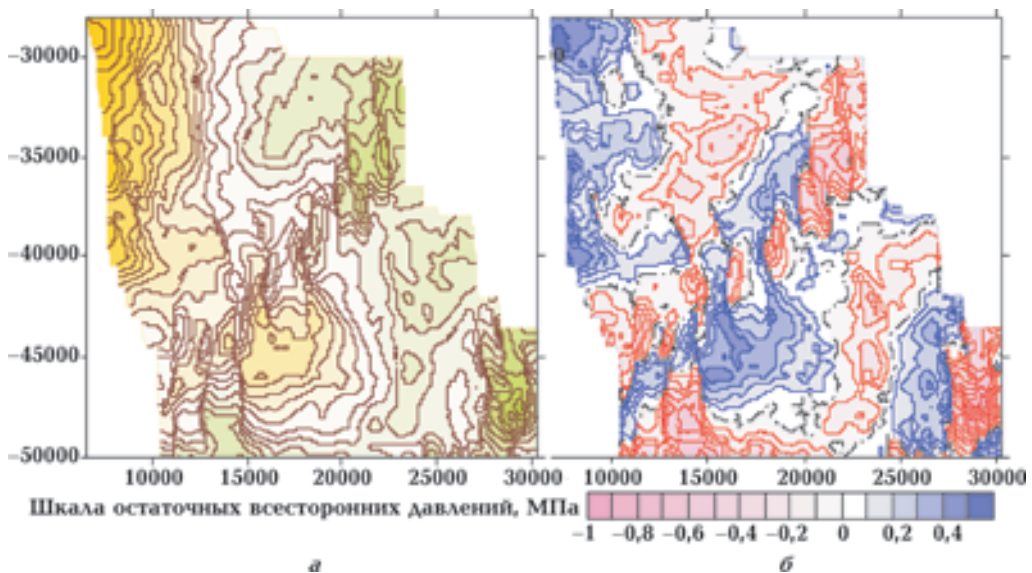


Рис. 8. Усть-Хармпурское месторождение. Структурная карта по кровле горизонта Ю₁ (*а*) и карта остаточных напряжений (*б*) на кровле горизонта Ю₁.

наоборот), во втором (**пространственные реверсные разломы** — *Space Reverse Faults*) происходит смена сбросов во взбросы (и наоборот) по падению сместителя [Тимурзиев, 2009б,в].

При геологической интерпретации сейсмических материалов 3D на примерах структур бассейна Кыу-Лонг (Зондский шельф) и Иллизи (Алжирская Сахара) было установлено [Тимурзиев, 2009б], что наблюдаемые различия в деформациях пород вдоль и поперек сдвигов на различных этапах развития структур связаны со сменой ориентировки осей напряжений и различным характером воздействия тангенциальных напряжений на геометрию и кинематику вторичных структур разрушения зон сдвигания.

Так, на месторождении Белый Тигр (Зондский шельф) ориентировка ССВ сдвигов в позднекайнозойское время имела то же простирание, что и в мезозое, но обратную кинематику, сами же сдвиги являются реверсивными по природе. Сдвиги ССВ простирания характеризуются по результатам кинематического анализа разнонаправленными во времени движениями: правыми в мезозое — раннем кайнозое (широтное сжатие) и левыми в позднем кайнозое (меридиональное сжатие). В этой связи кинематику разломов необходимо изучать во временном аспекте, в динамике изменения напряженного состояния земной коры, а не как статическое явление, что неоднократно подчеркивалось в работах [Гинтов, 2005; Гинтов и др., 2013].

На рис. 7 показан пример реверсного разлома с разнонаправленными движениями блоков по разные стороны от сместителя ниже и выше нейтральной поверхности (НП¹). Если выше НП разлом классифицируется как прямой сброс, то ниже этой поверхности он трансформируется в прямой взброс, при этом по одну сторону плоскости сместителя пласты смещаются навстречу друг другу, а по другую — расходятся. На уровне нейтральной поверхности смещение пластов нулевое, вверх по разрезу смещение растёт со сбросовой кинематикой, вниз по разрезу смещение также растёт, но уже со взбросовой кинематикой. Следствием таких деформаций является разница между мощностью осадочной толщи по разные стороны от сместителя, достигающая на месторождениях Западной Сибири 150 м.

¹ Нейтральная поверхность (НП) расположена между удлиняющимися (растяжение) и укорачивающимися (сжатие) областями внутри изгибающейся складки и связана со слоями, не изменяющими своей длины.

Таким образом, по одну сторону плоскости реверсного разлома без нарушения стратиграфической последовательности залегания пластов происходит сокращение мощности за счет встречного движения блоков и выдавливания пород, а по другую — увеличение мощности за счет их пластического нагнетания. Этот пример служит свидетельством ограниченности метода анализа мощностей для палеотектонических реконструкций на участках, осложненных СГС.

Формирование СГС. Установлено глобальное проявление СГС в пределах осадочных нефтегазоносных бассейнов Земли Северного полушария [Тимурзиев, 2009б]. При этом в пределах изученных ОБ² горизонтальные сдвиги фундамента независимо от возраста основания являются деформациями новейшего этапа развития ОБ и идентифицированы по вторичным структурам разрушения осадочного чехла на основе интерпретации сейсморазведки 3D.

Важной особенностью и генетическим признаком формирования сдвигов фундамента является практически повсеместное отсутствие следов вертикальных смещений на уровне кровли фундамента. Это обстоятельство исключает поперечный изгиб как механизм структурообразования, и для его объяснения привлекаются представления о тангенциальной природе деформаций в зонах сдвигания. По генетической классификации поднятия осложненные СГС следует относить к приразломной (шовной) складчатости.

Молодые по возрасту и новообразованные по типу структуры осадочного чехла, сформированные горизонтальными сдвигами фундамента, имеют в большинстве случаев инверсионную природу и сформированы по механизму продольного изгиба (тангенциального сжатия). Формирование СГС и осложняющих их структурно-деформационных парагенезов связано в геодинамической обстановке чистого сдвига [Тимурзиев, 2009в].

Опыт применения тектонофизических методов для повышения эффективности поисков, разведки и освоения месторождений нефти и газа. Для месторождений Западной Сибири, осложненных сдвиговыми деформациями, на основе тектонофизического моделирования

² Восточно-Европейская (Прикаспийская впадина) и Северо-Африканская (бассейн Иллизи) докембрийские платформы; Туранская (Южно-Мангышлакский прогиб и Бузачинский свод) и Западно-Сибирская (Надым-Пурская, Пур-Тазовская и Васюганская синеклизы) эпигерцинские плиты; Тихоокеанский тектонический пояс (Зондский шельф Вьетнама и Восточный шельф Сахалина).

на большом статистическом материале установлены прямые связи продуктивности скважин с деформационными условиями сжатия — растяжения в пределах зон динамического влияния сдвигов фундамента. Разработанная и внедренная в 2006 г. для проектирования поисково-разведочных скважин модель «клина сжатия» и совершенствование ее в модель «клин в клине» [Тимурзиев, 2011] позволили обосновать структурные признаки растяжения и проницаемости горных пород для проектирования высокодебитных скважин на месторождениях, осложненных структурами горизонтального сдвига.

Совершенствование технологии разведки залежей УВ основано на развиваемой в ОАО «ЦГЭ» в последнее десятилетие концепции новейшей сдвиговой тектоники осадочных бассейнов [Денисов, 2001; Гогоненков и др., 2002, 2007; Гогоненков, Тимурзиев, 2004; Тимурзиев, Гогоненков, 2007; Тимурзиев, 2009б,в]. Утилизация этих знаний при построении геологических моделей разрабатываемых месторождений нефти и газа по результатам обработки и интерпретации сейсморазведки 3D позволила выработать новые критерии проектирования скважин на основе прогноза структурно-деформационных неоднородностей строения объектов, осложненных сдвиговыми деформациями. Новизна технологии заключается в наборе используемых методов и в нетрадиционном подходе к их интерпретации.

Анализ продуктивности добывающих скважин относительно деформационных и структурных условий, выполненный нами на основе теории «клина сжатия» [Тимурзиев, 2011] для более чем десяти разрабатываемых месторождений Западной Сибири, осложненных сдвиговыми деформациями, показал, что средний дебит добывающих скважин, расположенных в условиях растяжения, может на порядок превышать средний дебит добывающих скважин, расположенных в условиях сжатия [Тимурзиев, 2010а—в]. Эти различия в дебитах имеют место при одинаковых структурных условиях, величинах эффективных насыщенных толщин и близком расстоянии скважин разных групп до ближайших разломов. При этом часто отсутствует корреляция между дебитами скважин и эффективными насыщенными толщинами по данным бурения.

Анализ результатов поисково-разведочного бурения показал, что вне благоприятных структурно-деформационных условиях при прочих равных условиях скважины, как правило,

непродуктивны, и вопреки господствующему среди геологов Западной Сибири литологическому мышлению, необходимо кардинально менять стратегию поисково-разведочных работ и переходить на прогнозные модели, определяющие продуктивность поисковых объектов в зависимости от структурно-деформационных неоднородностей строения объектов прогноза. Таким образом, структурно-деформационные условия следует рассматривать как эффективную альтернативу при проектировании скважин на месторождениях, осложненных сдвигами.

Практическая важность полученных результатов вызвала необходимость внедрения методов математического моделирования НДС горных пород (программные средства ANSYS и его отечественные аналоги) для прогноза структурно-деформационных неоднородностей строения залежей нефти и газа [Тимурзиев, Ластовецкий, 2011]. Такие работы выполнены на ряде месторождений и лицензионных участках Западной Сибири (Еты-Пуровское, Усть-Часельское, Бахилдовское, Тарасовское, Усть-Харампурское, Северо-Айваседопуровское, Северо-Губкинское, Восточно-Медвежье, Ниливойско-Сеяхинский, Западно-Варьеганский ЛУ и др.), осложненных сдвиговыми деформациями (рис. 8). Технология доведена до программного совмещения эффективных нефтенасыщенных толщин по данным бурения и атрибутного анализа по данным сейсморазведки 3D с зонами растяжения (остаточные всесторонние давления) по результатам математического моделирования НДС.

Приведенная информация принципиально меняет устоявшиеся представления о геологическом строении месторождений, осложненных сдвиговыми деформациями, в связи с чем назрела острая необходимость постановки сейсмических работ МОГТ-3D на всех разрабатываемых месторождениях Западной Сибири. На основе сейсморазведки 3D необходимо выполнение работ по построению трехмерных цифровых геологических и гидродинамических моделей как основы для пересчета запасов и осуществления мероприятий по совершенствованию системы разработки, поддержанию пластового давления и проектированию геолого-технических мероприятий, призванных обеспечить максимально эффективное освоение этих, зачастую уникальных месторождений. Уже с полной ответственностью можно утверждать, что без трехмерных сейсмических наблюдений и построения трех-

мерной кинематической модели присдвиговых резервуаров на основе новой кинематической модели сдвигов [Тимурзиев, 2009в] и тектонофизического моделирования [Тимурзиев, Ла-

стовецкий, 2011], невозможно не только проектирование разработки и геолого-технические мероприятия, но и эффективная разведка месторождений, осложненных СГС.

Список литературы

- Денисов С. Б. Влияние сдвиговой тектоники на формирование нефтегазовых месторождений Западной Сибири. *Нефтегазовое хозяйство*. 2001. № 4. С. 14—19.
- Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
- Гинтов О. Б., Муровская А. В., Мычак С. В. Полевая тектонофизика в решении проблем геодинамического развития территории Украины. *Геодинамика и тектонофизика*. 2013. Т. 4. Вып. 3. С. 281—299. gt.crust.irk.ru/article_110.html.
- Гогоненков Г. Н., Лаврик А. С., Эльманович С. С. Зарождающиеся горизонтальные сдвиги в тектонике северной части Западной Сибири. *Журнал ЕАГО «Геофизика». Спец. выпуск «Технологии сейсморазведки-1»*. 2002. С. 54—61.
- Гогоненков Г. Н., Кашик А. С., Тимурзиев А. И. Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири. *Геология нефти и газа*. 2007. № 3. С. 3—11.
- Гогоненков Г. Н., Тимурзиев А. И. Проявление новейших сдвиговых деформаций земной коры и их связь с нефтегазоносностью севера Западной Сибири. В кн.: *ТЭК России — основа процветания страны*. Санкт-Петербург: ВНИГРИ, 2004. С. 196—208.
- 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.
- Разломообразование в литосфере. Зоны сдвига (Ред. Н. А. Логачев). Новосибирск: Наука, 1991. 262 с.
- Тимурзиев А. И. Геомеханические условия деформации в зонах сдвига: к обоснованию структурных признаков растяжения и проницаемости горных пород. *Вестник ЦКР Роснедра*. 2011. № 1. С. 7—28.
- Тимурзиев А. И. Кинематика и закономерности ориентировки разрывных нарушений и осей напряжений осадочных бассейнов Северного полушария. *Отечественная геология*. 2009а. № 6. С. 52—59.
- Тимурзиев А. И. Механизм и структуры скрытой эксплозивной разгрузки глубинных флюидов в фундаменте и верхней части земной коры: *Материалы Междунар. научн. конф. «Углеводородный потенциал фундамента молодых и древних платформ»*, Казань 6—8 сентября 2006 г. Казань: КГУ, 2006. С. 262—268.
- Тимурзиев А. И. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: тектонофизический и флюидодинамический аспекты (в связи с нефтегазоносностью): Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Москва: МГУ, 2009б. 40 с.
- Тимурзиев А. И. Новая кинематическая модель сдвигов. *Докл. РАН*. 2009в. Т. 428. № 4. С. 542—546.
- Тимурзиев А. И. Особенности контроля продуктивности скважин на месторождениях Западной Сибири, осложненных структурами горизонтального сдвига. *Нефтяное хозяйство*. 2010а. № 10. С. 76—80.
- Тимурзиев А. И. Структура проницаемости земной коры и технологическое решение проблемы картирования очагов локализованной разгрузки глубинных флюидов. В кн.: *Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности*. Москва: ГЕОС, 2007. С. 238—239.
- Тимурзиев А. И. Структурно-деформационные условия продуктивности скважин на месторождениях Западной Сибири, осложненных сдвиговыми деформациями. *Вестник ЦКР Роснедра*. 2010б. № 5. С. 47—59.
- Тимурзиев А. И. Структурно-тектонические условия, контролирующие продуктивность скважин на месторождениях Западной Сибири, осложненных сдвигами. *Геология, геофизика и разработка нефтегазовых месторождений*. 2010в. № 8. С. 20—33.
- Тимурзиев А. И., Гогоненков Г. Н. Структурно-тектоническая характеристика фундамента сдвиговых зон на примере Еты-Пуровского вала. *Геология нефти и газа*. 2007. № 3. С. 3—11.
- Тимурзиев А. И., Ластовецкий В. П. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния горных пород в пределах структур горизонтального сдвига с целью оптимального размещения поисково-разведочных и эксплуатационных скважин. *Геофизика*. 2011. № 2. С. 47—56.
- Naylor M. A., Mandl G., Sijpesteijn C. H. K., 1986. Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states. *J. Struct. Geol.* 8(7), 737—752.
- Sylvester A. G., 1988. Strike-slip faults. *Geol. Soc. Am. Bull.* 100, 1666—1703.

Structures of horizontal shift of sedimentary basins and experience of application of tectonophysical methods to increase prospecting and exploration efficiency and mastering near-shift oil

© A. I. Timurziev, 2014

The paper shows possibilities of 3D seismic exploration for solving structural problems, tectonic and tectonophysical modeling of East Siberian deposits, prospecting and exploration of oil and gas deposits. Possibilities of improvement of prospecting and exploration methods of HC deposits in West Siberia are based on new ideas on regional manifestation of latest shift tectonics. For deposits of West Siberia, complicated by structures of horizontal shift (SHS) new type of near-shift oil has been substantiated (model of layer-vein saturation deposits) and relations of bore-hole productivity and deformation conditions of compression-extension within the limits of dynamic effects of basement displacements are demonstrated. The model of «compression wedge» and its improvement into «wedge-in-wedge» made possible to substantiate structural features of stretching and permeability of rocks for designing wells with high output at the deposits complicated by the structures of horizontal displacements.

Key words: structures of horizontal shift, deformational conditions of compression-extension, productivity of wells.

References

- Denisov S. B., 2001. Influence of shear tectonics on formation of oil and gas fields in Western Siberia. *Neftegazovoe hozjajstvo* (4), 14—19 (in Russian).
- Gintov O. B., 2005. Tectonophysics field and its application in the study of crustal deformation of Ukraine. Kiev: Phoenix, 572 p. (in Russian).
- Gintov O. B., Murovskaja A. V., Mychak S. V., 2013. Tectonophysics field in addressing the geodynamic development in Ukraine. *Geodinamika i tektonofizika* 4(is. 3), 281—299. gt.crust.irk.ru/article_110.html (in Russian).
- Gogonenkov G. N., Lavrik A. S., Jel'manovich S. S., 2002. Emerging horizontal shifts in the tectonics of the northern West Siberia. *Zhurnal EAGO «Geofizika». Spec. vypusk «Tehnologii sejsmorazvedki-1»*, 54—61 (in Russian).
- Gogonenkov G. N., Kashik A. S., Timurziev A. I., 2007. Horizontal shifts the foundation of Western Siberia. *Geologija nefti i gaza* (3), 3—11 (in Russian).
- Gogonenkov G. N., Timurziev A. I., 2004. The latest manifestation of the shear deformation of the crust and their relationship with oil-gas north of Western Siberia. In: *FEC of Russia — basis of prosperity of the country*. St. Petersburg: VNIGRI Publ., 196—208 (in Russian).
- Koronovskij N. V., Gogonenkov G. N., Goncharov M. A., Timurziev A. I., Frolova N. S., 2009. The role of shear along the horizontal plane in the formation of structures «propeller» type. *Geotektonika* (5), 50—64 (in Russian).
- Faulting in the lithosphere. Shear zone (Ed. N. A. Logatchev). 1991. Novosibirsk: Nauka, 262 p. (in Russian).
- Timurziev A. I., 2011. Geomechanical deformation conditions in the areas of shifting: to justifying structural features stretching and rock permeability. *Vestnik CKR Rosnedra* (1), 7—28 (in Russian).
- Timurziev A. I., 2009a. Kinematics and patterns of faulting and orientation of stress axes of the sedimentary basins of the Northern Hemisphere. *Otechestvennaja geologija* (6), 52—59 (in Russian).
- Timurziev A. I., 2006. Mechanism and structure of hidden explosive discharge of deep fluids in the basement and the upper crust: *Proceeding of the Int. Sci. Conf. «Hydrocarbon potential foundation of young and old platforms»*, Kazan, September 6—8, 2006. Kazan: KSU, 262—268 (in Russian).
- Timurziev A. I., 2009b. Latest shear tectonics of sedimentary basins: tectonophysical and fluid dynamic aspects (in connection with oil-gas): Dr. geol. and min. sci. diss. Moscow: MSU Publ., 40 p. (in Russian).
- Timurziev A. I., 2009b. New kinematic model shifts. *Doklady RAN* 428(4), 542—546 (in Russian).
- Timurziev A. I., 2010a. Features control productivity

wells in Western Siberia, complicated structures horizontal shift. *Neftjanoe hozjajstvo* (10), 76—80 (in Russian).

Timurziev A. I., 2007. Permeability structure of the crust and the technological solution to the problem of mapping lesions localized discharge of deep fluids. In : *Fundamental basis of new technology in the oil and gas industry*. Moscow: GEOS, 238—239 (in Russian).

Timurziev A. I., 2010б. Structural and deformation conditions productivity wells in Western Siberia, complicated shear deformations. *Vestnik CKR Rosnedra* (5), 47—59 (in Russian).

Timurziev A. I., 2010в. Structural-tectonic conditions controlling productivity wells in Western Siberia,

complicated shifts. *Geologija, geofizika i razrabotka neftegazovyh mestorozhdenij* (8), 20—33 (in Russian).

Timurziev A. I., Gogonenkov G. N., 2007. Structural-tectonic characteristics basement shear zones on the example of Ety-Pur shaft. *Geologija nefti i gaza* (3), 3—11 (in Russian).

Timurziev A. I., Lastoveckij V. P., 2011. Mathematical modeling of the stress-strain state of the rocks within the structures of the horizontal shift for optimal placement of exploration and production wells. *Geofizika* (2), 47—56 (in Russian).

Naylor M. A., Mandl G., Sijpesteijn C. H. K., 1986. Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states. *J. Struct. Geol.* 8(7), 737—752.

Sylvester A. G., 1988. Strike-slip faults. *Geol. Soc. Am. Bull.* 100, 1666—1703.