

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СБАЛАНСИРОВАННЫХ РАЗРЕЗОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ШАРЬЯЖНО-НАДВИГОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ПРЕДУРАЛЬСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА И ЗАПАДНО-УРАЛЬСКОЙ ВНЕШНЕЙ ЗОНЫ СКЛАДЧАТОСТИ

© 2016 г. И. А. Зинченко

АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

В настоящее время складчатые пояса рассматриваются как перспективное направление геологоразведочных работ [6]. В связи с нетривиальностью строения подобных территорий традиционные методы исследований, применяемые в прошлые десятилетия, позволяли изучать формирование самых простых структурных осложнений – ловушек антиклинального типа. Однако развитие технологий геологического моделирования позволяет по-новому подойти к изучению формирования потенциальных ловушек углеводородов (УВ) различного типа.

Надвиговые и взбросовые структуры Предуральского краевого прогиба рассматриваются многими исследователями как перспективные в нефтегазоносном отношении [3]. В 2006–2007 гг. в пределах Предуральского краевого прогиба Оренбургской геофизической экспедицией проводились региональные сейсморазведочные работы МОГТ-2D в комплексе с гравиметрическими исследованиями, в результате которых было изучено геологическое строение Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости.

По результатам проведенных исследований установлено региональное ступенчато-блоковое погружение фундамента в юго-восточном и восточном направлениях, уточнено строение и местоположение со-

ляных диапиров и разделяющих их мульд (Кондрашова Н. В., 2008).

Особенности тектонического развития территории могут быть наглядно проиллюстрированы на примере профиля 310506–07, фрагмент которого и выбран в качестве объекта моделирования. В тектоническом отношении район работ расположен в южной части Предуральского прогиба (рис. 1). Согласно схеме нефтегазогеологического районирования, территория исследования относится к Южно-Предуральской НГО [5].

В рассматриваемом фрагменте профиля можно условно выделить две части – западную (автохтонный блок) и восточную (аллохтонный блок). Для данного фрагмента характерно региональное ступенчато-блоковое погружение горизонтов осадочного чехла в центральную часть Предуральского краевого прогиба с последующим воздыманием их на восток, в районе восточного (внутреннего) борта.

Западная часть профиля в тектоническом отношении пересекает Мраковскую депрессию Предуральского краевого прогиба, осадочный чехол осложнен соляными диапирами. Восточная часть в тектоническом отношении пересекает Западно-Уральскую внешнюю зону складчатости, представленную полосой складок, развитых в толще девонских, каменноугольных и нижнепермских отложений.



Рис. 1. Обзорная схема расположения фрагмента регионального профиля 310506–07
(Постнова Е. В. и др., 2011)

Сочленение Предуральского краевого прогиба с передовыми складками Урала проводится по Сюреньскому взбросо-надви́гу – крупному дизъюнктивному нарушению надвигового типа. Все горизонты в Сюреньской аллохтонной пластине воздымаются в восточном направлении. В крайней восточной части профиля среднекаменноугольные отложения в ядре Богдановской антиклинальной складки выходят на дневную поверхность (Н. В. Кондрашова, 2008).

В настоящее время оценка перспектив нефтегазоносности малоизученных территорий, характеризующихся развитием складчато-надвиговых дислокаций, может быть осуществлена на основе и бассейнового моделирования. Палеоструктурные реконструкции являются первым шагом

реализации технологии бассейнового моделирования [1].

Структурные реконструкции по фрагменту регионального профиля 310506–07 выполнены в программном комплексе Dynel 2D, позволяющем строить и анализировать геологические разрезы как с настройками сжатия, так и растяжения. Технология построений основана на методе конечных элементов и включает в себя основные принципы физики, управляющие деформацией горных пород. Структурное моделирование проводилось на основе метода сбалансированных разрезов, который применяется для построения геометрически непротиворечивых структурных разрезов [2]. Основным допущением метода является сохранение длины слоев в процессе деформации.

На рисунке 2 приведена модель структурно-тектонического развития, иллюстрирующая особенности формирования современной морфоструктуры основных горизонтов осадочного чехла по фрагменту профиля 310506–07 в программном комплексе Dynel 2D. Длина рассматриваемого фрагмента регионального профиля 310506–07 составляет 46 км. Согласно результатам моделирования в связи с позднегерцинско-раннекиммерийскими надвиговыми дислокациями сублатеральное перемещение отдельных блоков по линии профиля могло составить более 4 км – около 10% современной длины рассматриваемого фрагмента профиля.

Современный структурный план региона является результатом проявления сложных тектонических и седиментационных процессов. Учитывая имеющиеся представления о регионе исследования и на основе анализа толщин по рассматриваемому фрагменту профиля 310506–07, на протяжении позднего палеозоя территория характеризовалась спокойным тектоническим режимом вплоть до начала отложения соленосных пород кунгурского возраста.

ГЕОЛОГИЯ

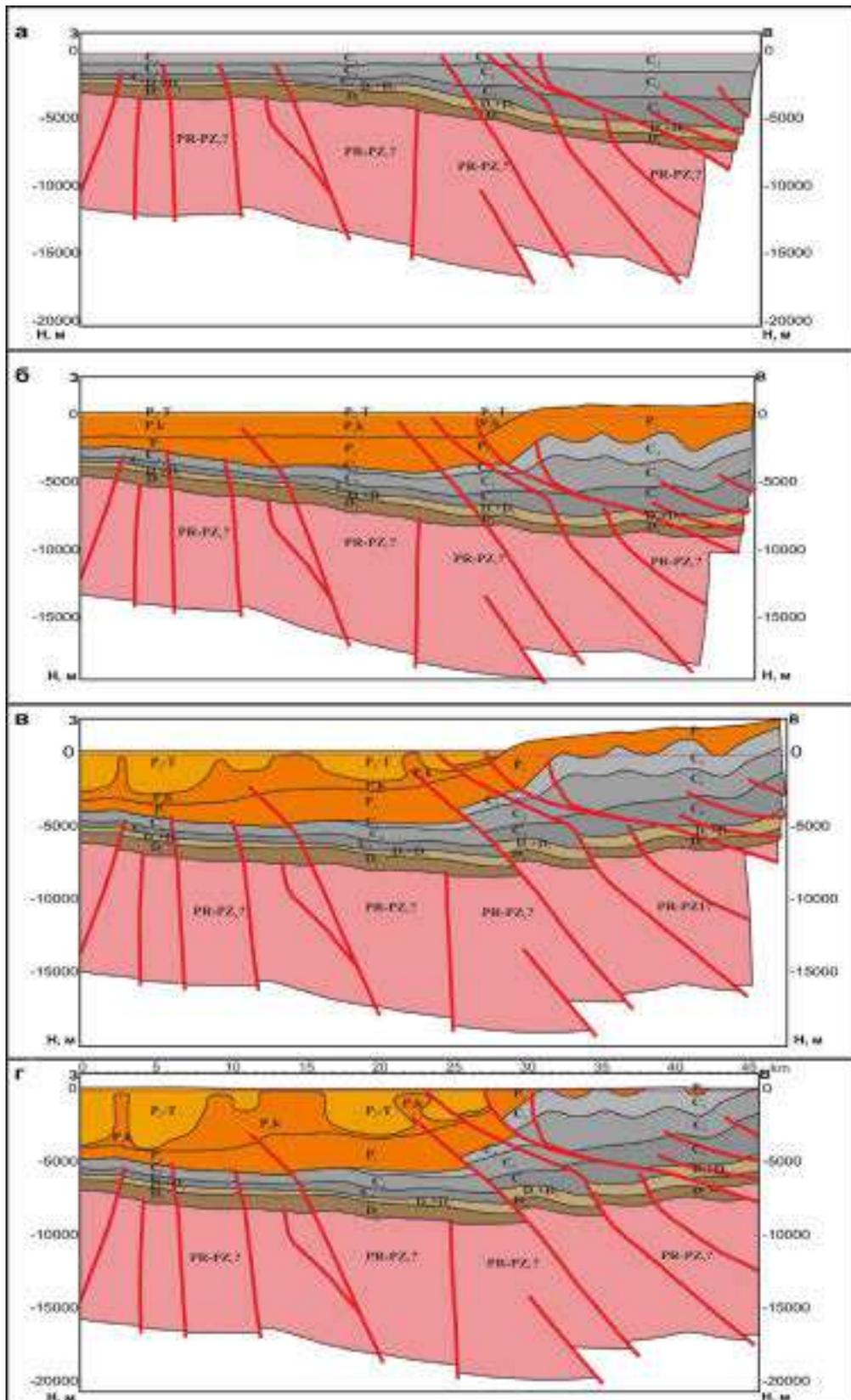


Рис. 2. Модель структурно-тектонического развития по профилю 310506–07

а – на конец каменноугольного времени, б, в – на время накопления позднепермско-триасовых отложений, г – на современное время

В кунгурский век обширную территорию юго-восточной части Восточно-Европейской платформы занимал эвапоритовый бассейн, в котором происходили процессы интенсивного соленакопления. В позднепермское время они сменились формированием мощных толщ континентальных красноцветных образований [4].

В Предуральском краевом прогибе соляные поднятия образуют систему соляных валов субмеридионального («уральского») простирания. На рассматриваемом профиле с запада на восток отчетливо выделяются Саракташская, Воздвиженская, Жёлтая и Новониколаевская структуры.

Саракташская структура представляет собой соляной диапир мощностью 3,5 км. По направлению к Западно-Уральской внешней зоне складчатости выделяется обширное соляное тело, западное поднятие которого – Воздвиженская структура – характеризуется мощностью соли порядка 3,6 км, в то время как мощность восточного (Жёлтой структуры) составляет 2,9 км.

Вследствие того, что соленосные отложения кунгурского яруса являются составной частью общего разреза, они подвергались тектоническому воздействию одновременно с окружающими породами, что отчетливо выявляется при рассмотрении надвиговых структур. Следствием этого является соляной карниз, выделяемый в западной части Новониколаевской структуры.

Следует отметить, что для Южного Предуралья характерно наличие структур выщелачивания, связанных с мезозойско-кайнозойской историей геологического развития. Кунгурские легкорастворимые породы были приближены или выведены на поверхность в сводах куполов и диапиров, прорвавших верхнепермскую красноцветную толщу. Вероятно, подобные процессы происходили на рассматриваемой территории, о чем свидетельствуют особенности морфологии вышеназванных соляных тел.

Период формирования соляной тектоники завершился в конце раннетриасовой или начале среднетриасовой эпохи. Таким образом, процессы соляной тектоники в пределах Предуральского краевого прогиба по времени совпадают с эпохой складчатонадвиговых движений на западном склоне Южного Урала [4].

В результате этих процессов в позднепермское время в восточной части профиля нижнепермские образования докунгурского возраста общей мощностью порядка 2600 м были смяты в складки и выведены на дневную поверхность, где подверглись денудации.

По результатам моделирования восточная часть профиля частично пересекала собой нагорье с абсолютными отметками рельефа порядка 1000–1100 м (рис. 2 б). Одновременно с процессами складкообразования происходило накопление мощной молассовой толщи позднепермско-триасового возраста.

Последующее образование двух высокоамплитудных взбросов (амплитуда по сместителю западного взброса составляет порядка 1250 м, восточного – 1100 м), развитых под Сюреньским надвигом, способствовало дальнейшему воздыманию восточной части территории и интенсификации эрозионных процессов (рис. 2 в). Анализ сохранившихся от размыва толщин докунгурских отложений, а также выход среднекаменноугольных отложений на дневную поверхность подтверждают это. На остальной части рассматриваемого фрагмента регионального профиля среднекаменноугольные отложения сохранились от размыва.

Затухание процессов складкообразования произошло в триасовое время, что соответствует завершению позднегерцинско-раннекиммерийского этапа тектоногенеза. Морфология структур исследуемой территории в раннеюрское время предположительно была близка к современной. На про-

тяжении последующих геологических эпох территория исследования характеризовалась развитием преимущественно денудационных процессов.

На современной модели Сюреньский надвиг характеризуется амплитудой по сместителю порядка 2200 м по кровле девонских отложений (рис. 2 г). Складчато-надвиговые процессы сыграли решающую роль в формировании современной морфоструктуры осадочного чехла и обусловили формирование антиклинальных структур на рассматриваемой территории.

Строение автохтонного блока в западной части регионального профиля 310506–07 в основном контролируется блоковой тектоникой. Амплитуды смещения по всем разломам, за исключением двух описанных выше высокоамплитудных взбросов, в этой части профиля составляют десятки, реже – первые сотни метров.

В аллохтонной части профиля с запада на восток выделяются Курмаинская, Белгушкинская, Дубиновская и Богдановская антиклинали, представленные высокоамплитудными поднятиями, осложненными тектоническими нарушениями с амплитудой по сместителю в первые сотни метров. Вверх по разрезу амплитуда антиклиналей увеличивается, их ядра по верхнекаменноугольным отложениям размыты.

Антиклинальные структуры Западно-Уральской внешней зоны складчатости являются потенциальными ловушками нефти и газа. Выделенные тектонические нарушения повышают перспективы последних, так как могут быть причиной улучшения ФЕС отложений. Тип предполагаемых ловушек – структурно-дизъюнктивный, основной прогнозируемый тип коллектора, вероятнее всего, – трещинный.

Определенные перспективы могут быть связаны и с автохтонным блоком в поднадвиговой части в зоне развития взбросовых дислокаций. В этой зоне можно ожидать наличие ловушек, генетически связанных с надвигами. Однако структуры поднадвиговой части разреза находятся на больших глубинах, что уменьшает их привлекательность.

Таким образом, результаты проведенных палеоструктурных реконструкций наглядно демонстрируют механизмы формирования складчато-надвиговых дислокаций и соляных диапиров в пределах зоны сочленения Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости. Полученные структурные построения являются основой для оценки перспектив нефтегазоносности изучаемой территории на основе реализации технологии бассейнового моделирования.

Л и т е р а т у р а

1. Астахов С. М. Геореактор. Алгоритмы нефтегазообразования. – Ростов-на-Дону: Контрики, 2015. – 256 с.
2. Гайдук В. В., Прокопьев А. В. Методы изучения складчато-надвиговых поясов. – Новосибирск: Наука, 1999. – 160 с.
3. Перспективы поисков залежей нефти и газа в карбонатных отложениях башкирского яруса Оренбургской области / Г. В. Леонов, Е. И. Короткова, Н. А. Шарова, Л. И. Зайченко // Геология нефти и газа. – 1995. – № 1.
4. Маврин К. А. Тектоника, палеогеогеология и полезные ископаемые Южного Предуралья. – Саратов: изд-во Сарат. ун-та, 1988. – 220 с.
5. Перспективы развития ресурсной базы добычи углеводородного сырья Волго-Уральской и Прикаспийской нефтегазоносных провинций / Е. В. Постнова, С. Н. Жидовинов, Л. И. Сизинцева, И. В. Демидова // Геология нефти и газа. – 2011. – № 1. – С. 12–20.

6. Соборнов К. О. Возможности наращивания ресурсной базы газодобычи в складчатых поясах России // Вести газовой науки. – М., 2014. – № 3. – С. 56–61.

УДК 553.98.041

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ САРАТОВСКИХ ДИСЛОКАЦИЙ

© 2016 г. К. В. Котова

АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

Основой долгосрочной экономической политики является воспроизводство минерально-сырьевой базы. Очевидно, что по мере добычи полезных ископаемых из ранее разведанных запасов объем последних уменьшается, и для обеспечения добычи не только в данный момент, но и в будущем необходимо постоянно вести поиск новых месторождений и увеличивать объемы разведанных запасов.

Одним из «старых» и перспективных для прироста запасов нефти и газа районов Саратовской области являются Саратовские дислокации, расположенные в Нижне-Волжской НГО и занимающие центральную часть Рязано-Саратовского прогиба. С востока они граничат с Воскресенской впадиной, на западе – с Аткарской зоной поднятий, на юге с Татищевским и Елшано-Сергиевским инверсионным валами, а на севере с Сосновской депрессией и Базарно-Карабулакской дислокацией.

Саратовские дислокации имеют сложную, замысловатую конфигурацию из соединения валов, окружающих Корсаковскую и Свинцовскую впадины. Их формирование связано с ранее существовавшими Косолаповским, Тепловским, Смирновским и Ивановско-Покровскими грабенами. Последние были сформированы в досреднедевонское время, и лишь в них сохранились разрезы такатинской свиты нижнего девона толщиной до 500 м. В дальнейшем, до окончания палеозойского этапа развития

над ними унаследовано развивались прогибы, которые выволакивались вверх по разрезу, что установлено по изменению толщин девонских и каменноугольных отложений, а Корсаковской впадине соответствовали сокращенные толщины этого комплекса. В послепалеозойское время вследствие предсреднеюрской и, в большей степени, преднеогеновой тектонических фаз под влиянием возвратных движений на месте ранних грабенов и девонско-каменноугольных прогибов образовались антиклинальные валы, полностью замкнувшие Корсаковскую и частично Свинцовскую впадины. На поверхность предсреднеюрского естественного среза в сводовых частях валов выходят отложения низов московского яруса [1].

Саратовские дислокации осложнены валообразными поднятиями: на западе – Слепцовско-Огаревским выступом, на северо-западе – Оркинско-Краснореченским, на северо-востоке – Тепловско-Ириновским, на юго-востоке – Хлебновско-Малиновским выступами, которые оконтуривают Корсаковскую депрессию. Все известные в настоящее время месторождения Саратовских дислокаций приурочены к валообразным поднятиям (рис.).

Литолого-фациальные особенности основных нефтегазоносных комплексов в пределах Саратовских дислокаций изучены слабо. Это обусловлено, с одной стороны, низкой и неравномерной степенью