

**О.А. Мелкишев, В.И. Дурникин**

Пермский государственный технический университет

## **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ СОЛИКАМСКОЙ ДЕПРЕССИИ И ПЕРЕДОВЫХ СКЛАДОВ УРАЛА**

Рассмотрены особенности фильтрационно-емкостных свойств карбонатных коллекторов и выделены перспективные зоны развития трещиноватости и кавернозности на территории Язывинско-Кизеловского района.

Территория Пермского края относится к старым нефтегазоносным провинциям с хорошо изученными территориями, поэтому вопрос о дальнейших направлениях геолого-разведочных работ стоит достаточно остро. Наибольший интерес в отношении нефтегазоносности вызывают районы, слабо охваченные поисковыми работами, – зона передовых складов Урала (ПСУ) или те, где разведка и разработка месторождений осложнены совместным использованием природных ресурсов, – Соликамская депрессия (СолД). Прогнозирование сложных коллекторов, широко развитых в этих районах, может привести к приросту ресурсов нефти и газа.

Совпадение палеогеографических обстановок и общность условий осадконакопления на данных территориях ведут к формированию сходных комплексов пород (в том числе и нефтегазогенерационных), которые за тем были нарушены пликативными и дизъюнктивными нарушениями на территории ПСУ, где образовались надвиги (с падением сместителей в восточном направлении), сдвиги, шарьяжи, а также принадвиговые асимметричные антиклинали меридионального простирания, часто осложненные дизъюнктивами.

Территория СолД, в отличие от ПСУ, характеризуется значительно более спокойным тектоническим режимом и наличием мощной эвапоритовой толщи (Верхнекамское месторождение калийных солей, кунгурская гипс-ангидритовая толща), которая препятствует выходу нефтеносных горизонтов к поверхности.

Основными нефтеносными породами являются карбонаты, со сложным фильтрационно-емкостным пространством, обусловленным трещиноватостью и кавернозностью. Нефтеносными комплексами являются: фаменско-турнейский карбонатный (86 % от количества промышленных скоплений или

96 % запасов, для всего Предуральского прогиба [5]), бобриковско-тульский терригенный и башкирский глинисто-карбонатный.

На территории СолД месторождения УВ приурочены, в основном, к погребенным, франско-фаменским рифовым постройкам, а также к структурам их облекания (Гежское, Озерное, Маговское, Юрчукское, Уньвинское, Сибирское и др.). Коллекторами являются органогенные известняки, вертикально неоднородные, часто доломитизированные, окремненные, трещиноватые, кавернозные.

Органогенные постройки обладают как первичным емкостным пространством, так и вторичным, связанным с процессами перекристаллизации, трещинообразования, доломитизации и кавернообразования.

Кавернозность карбонатных пород зависит от динамики флюидов, их физико-химических свойств и сообщаемости полостей (сообщающиеся поры, открытая трещиноватость). Воды, насыщенные  $\text{CO}_2$ , обладают большей растворяющей способностью. Гидрокарбонатные воды способствуют более интенсивному растворению карбонатов кальция (причем арагонит растворяется легче, чем кальцит), а сульфатные воды активнее растворяют доломит. Поэтому для ископаемых построек характерны, широкие изменения коллекторских свойств. Так, для Сибирского месторождения (СолД) в органогенных известняках ( $D_3f - C_{1t}$ ) пористость изменяется от 1,3 до 19 %, а проницаемость от  $0,03 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> (для плотных разностей) до 0,148 мкм<sup>2</sup> (для кавернозных) [2], в башкирских водорослевых известняках (пласт Бш) пористость достигает 20 %, а проницаемость – 0,600 мкм<sup>2</sup> [3]. В сводовой части для верхнедевонских рифов и в башкирских отложениях наблюдается увеличение трещиноватости и кавернозности.

На территории передовых складок Урала (ПСУ), в ее западной части открыты Ветосское, Сурсайское, Исаневское и другие месторождения, где притоки нефти и газа получены из низкопористых трещиноватых коллекторов. На Ветосском месторождении основные притоки получены из карбонатов серпуховского и башкирского ярусов, на Сурсайском – из глинисто-терригенных пород франского и карбонатов башкирского ярусов, а на Исаневском – в верхнедевонско-турнейских карбонатных отложениях.

Трещиноватые породы, в соответствии с классификацией ВНИГРИ [1], могут быть образованы генетически различными напряжениями.

*Диагенетические трещины* образуются в осадке за счет уплотнения, дегидратации и различных постседиментационных процессов и почти всегда заполнены сингенетическим минеральным веществом.

*Общие трещины* (фоновые) имеют катагенетическо-тектоническое происхождение. Они образуются уже в литифицированной породе, при изме-

нении объема пласта, под влиянием нагрузки вышележащих толщ. Трещины перпендикулярны слоистости в жестких породах, а в пластичных – наклонны к ней. Их протяженность ограничена пределами слоя, а плотность зависит от мощности слоя и его литологии. Общие трещины предопределяют ориентировку тектонических трещин и крупных разрывных нарушений, при совпадающих или близких к ним направлениях напряжений.

*Трещины разгрузки* образуются в результате изменения геостатического давления, вызванного воздыманием пород. Порода, находящаяся на глубине в состоянии всестороннего сжатия, при частичной разгрузке может растрескаться по направлениям, обусловленным анизотропией физических свойств геологического тела.

*Соскладчатые трещины* сопровождают пластические деформации. Они возникают на участках структуры, находящихся в напряженном состоянии (перегиб слоев, своды, периклинали, крылья). Их интенсивность определяется величиной и характером деформации, механическими свойствами пород. Ориентировка обусловлена направлением действующих на породу сил.

*Оперяющие или опережающие разломы-трещины* имеют локальное развитие и линейно вытянутый ареал распространения. Их ориентировка связана с направлением тектонических напряжений, а интенсивность – с физическими свойствами горных пород и механизмом разрыва.

Трещины, возникшие под воздействием тектонических напряжений (катагенетическо-тектонические, трещины разгрузки и тектонические), обладают большей протяженностью по сравнению с литогенетическими.

По массовым замерам трещиноватости пород зоны ПСУ (Губахинско-Кизеловского района) и построенным роз-диаграммам в стереографических проекциях Вульфа [4] были установлены преобладающие направления трещиноватости: Ю-ЮЗ 180–210 °, В-ЮВ 90–120 °, ЮВ-Ю 150–180 °, СВ 10–50 ° со значениями углов падения 60–90 °. Поверхностная плотность превышает 10–25 м<sup>-1</sup>. Наиболее трещиноватыми являются мелкозернистые разновидности карбонатных пород с пористостью менее 1–3 %.

Отсутствие единой ориентировки трещин свидетельствует о нескольких сменах фаз трещинообразования. В ходе исследования [4] установлено совпадение ориентировки главных векторов трещиноватости ПСУ с движением восточной окраины Евро-Азиатской плиты.

Дополнительным фактором, оказывающим влияние на формирование трещиноватости в ПСУ, является наличие линеамент-тектоники, проявляющейся при дешифровке аэро- и космоснимков в закономерном ориентировании разломных зон, преимущественно меридиональной и СВ ориентировки, а широтные и СЗ системы представлены значительно хуже. Густота данной

сети на территории ПСУ значительно выше, чем на сопредельной территории СолД и всего Предуральяского прогиба.

Основная нефтегазоносность территорий СолД и ПСУ контролируется Камско-Кинельской системой прогибов (ККСП) фамен-турнейского времени.

По данным бурения и геологических съемок прослеживаются одни и те же комплексы пород и типы разреза ККСП (депресссионный, бортовой и сводовый).

Наибольшим нефтегазогенерационным потенциалом обладают депрессионные отложения, представленные переслаиванием битуминозных известняков, аргиллитов и алевролитов, развитых в наиболее погруженных (осевых) частях ККСП.

По палеогеографическим и палинспастическим реконструкциям известно, что решающее влияние на формирование потенциальных ловушек УВ оказали структурные планы фамен-турнейского времени. В это время в тектонически активных зонах сопряжения поднятий и впадин ККСП происходил рост рифов (сводовый и бортовой тип разрезов), с которыми связаны большинство месторождений СолД (как в самих рифовых телах, так и в структурах облекания). На территории ПСУ наблюдается унаследованность в развитии верхнекаменноугольно-ассельских рифов с фамен-турнейскими постройками в зоне их сочленения с СолД.

Проявление тектонических движений, как современных, так и древних, на территории ПСУ способствует развитию трещиноватости, а в некоторых случаях – кавернозности, и ведет к появлению коллекторов с сложными ФЕС и ухудшает экранирующие свойства покрышек. А зоны разломов и повышенной трещиноватости приводят к вертикальной миграции УВ в вышележащие толщи.

Для образования залежи нефти и газа необходимо сохранение экранирующих свойств покрышки и наличие пустотного пространства в породе, которое в основном обеспечивается трещиноватостью и кавернозностью и в значительно меньшей степени – пористостью (из-за перекристаллизации известняков в условиях тангенциальных сжатий). При быстром (непосредственно после образования трещин) заполнении пустот УВ вторичное кальцитобразование будет уже не возможно.

Тектоническая активность зоны Урала в мезозое и кайнозое (в том числе и в неогене) оказывает неоднозначное влияние на фильтрационно-емкостные свойства осадочного комплекса. С одной стороны, она расширяет количество пород коллекторов, за счет трещиноватости низкопоровых разностей, а с другой – снижает экранирующие свойства покрышек, способствуя миграции УВ вверх по подошве аллохтона.

Наибольший интерес представляют структуры, находящиеся в слабо-дислоцированной (без разрывных нарушений), автохтонной части, под сместителями Всеволодо-Вильвенского надвига на юге и Пултовско-Чусовского надвига на севере, где возможно нахождение рифовых построек с преимущественно порово-трещинно-кавернозным пустотным пространством ( $D_3f - C_1t$ ), а также структур их облекания. Ширина этой зоны, по материалам сейсмических работ, составляет от 6 км на юге, в районе г. Кизел, и до 13 км на севере Язьвинско-Кизеловского района, где контакт по кровле фамен-турнейских отложений проходит по Пултовско-Чусовскому надвику.

Далее следуют аллохтонные части, с структурами принадлежностей антиклиналей, рифовыми постройками ( $D_3f - C_1t$ ), участками преимущественно моноклиналильным залеганием пластов, ограниченные Всеволодо-Вильвенским, Пултовско-Чусовским (на юге), Власьевским и Молмыским (на севере) надвигами, где условия сохранности залежей хуже, чем в автохтонной части. Проявление более интенсивной тектоники способствует образованию складчатых структур, повышенной трещиноватости (коллектора с преимущественно трещиноватым и кавернозно-трещиноватым пустотным пространством), миграции УВ в вышележащие толщи, а развитие пермских отложений предохраняет возможные залежей УВ от разрушения.

Территории к востоку от Пултовско-Чусовского (на юге), Власьевского и Молмыского (на севере) надвигов не представляют интереса ввиду крутого наклона пластов, с обнажением верхнедевонских и нижнекаменноугольных пород, вплоть до отложений венда, интенсивной тектоники и метаморфизма.

Общим для данных территорий является развитие литологически одинаковых нефтегазогенерационных толщ и сложнопостроенных коллекторов, фильтрационно-емкостные свойства которых определяются трещиноватостью и кавернозностью.

Выявление коллекторов со сложным фильтрационно-емкостным пространством все чаще становится предметом исследований, в связи с сокращением фонда структур (с простым поровым пространством) и совершенствованием геофизических методов поисков и разведки.

## **Список литературы**

1. Белоновская Л.Г. Трещиноватость горных пород и разработанные во ВНИГРИ основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2006. – № 1. – С. 44–48.

2. Денк С.О. Перспективы нефтегазодобычи. «Нетипичные» продуктивные объекты, нетрадиционные источники углеводородного сырья, интенсивные геотехнологии. – Пермь, 2006. – 405 с.

3. Митрофанов В.П. Особенности фильтрационно-емкостных свойств карбонатных коллекторов Соликамской депрессии / ОАО «ВНИИОЭНГ». – М., 2002. – 116 с.

4. Сиротенко Л.В, Дурников В.И. Трещиноватость пород палеозоя передовых складок Урала // Состояние и перспективы нефтегазового потенциала Пермского края и прилегающих территорий: материалы науч.-практ. конф. / КамНИИКИГС. – Пермь, 2007. – С. 175–181.

5. Сиротенко О.И., Дурников В.И., Сиротенко Л.В. Возможности прироста ресурсов нефти и газа в Предуральском прогибе и на западном склоне Урала // Состояние и перспективы нефтегазового потенциала Пермского края и прилегающих территорий: материалы науч.-практ. конф. / КамНИИКИГС. – Пермь, 2007. – С. 95–101.

Получено 27.04.2010