

Некоторые особенности прогноза трещинно-кавернозных резервуаров верхней части палеозойских образований по данным комплексного анализа результатов сейсморазведки и промыслово-геофизических данных

Бембель С.Р.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

Поиск, разведка и разработка залежей и месторождений УВС в доюрском фундаменте Приуральской части Западной Сибири являются одними из актуальных задач современной геологоразведки. На территории Краснотеннинского свода выявлено несколько десятков залежей в доюрском комплексе. Большинство месторождений связано с погребенными эрозионно-тектоническими выступами фундамента. Основой успешного решения задач по поиску новых и доразведке уже открытых залежей УВС при вводе их в разработку и дальнейшем мониторинге геолого-гидродинамических моделей служат материалы детального анализа данных 3D сейсморазведки в комплексе с материалами петрофизических исследований. Методы исследований включают детальную интерпретацию полученных кубов и разрезов данных 3D сейсморазведки на основе привязки к материалам ГИС, опробования и динамики работы всех пробуренных скважин, создание петрофизических зависимостей на основе данных ГИС и исследований керна.

В качестве примера разведки и ввода в эксплуатацию залежи в палеозойских образованиях представлены данные по участку территории отдельных месторождений в западной части ХМАО-Югры, в восточной части Краснотеннинского свода. Доюрские образования на участке работ представлены породами кристаллического фундамента и коры выветривания. Фундамент представлен метаморфическими породами, интродуцированными магматическими образованиями. На породах фундамента залегают остаточные и перемещенные коры выветривания. На основании анализа керновых материалов и сопоставления с данными испытаний поисково-разведочных скважин сделан вывод, что в породах палеозойского фундамента присутствуют три типа коллекторов: порового, порово-трещинного типа и трещиноватые породы [1]. Практически везде на керне присутствуют трещиноватость и зеркала скольжения. Нефтенасыщение отмечается в кварцитовых песчаниках, брекчиях, в двуслюдяных сланцах и карбонатизированных серпентинитах. Тип коллектора – порово-кавернозно-трещинный. Покрышкой для залежей являются отложения тюменской свиты.

К выявленным особенностям геологического строения доюрского комплекса на участке следует его гетерогенный состав. Кроме того, практически в пределах интервалов всех скважин отмечено изобилие макротрещинного и кавернозного пустотного пространства.

Ведущую роль в получении представлений об особенностях строения залежи палеозойского фундамента и создании геологической модели сыграли результаты интерпретации материалов 3D сейсморазведки, опирающиеся на результаты бурения поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, керн и данные ГИС, их петрофизическая интерпретация [2]. Морфология структурной поверхности объекта PZ контролируется поведением отражающего горизонта (ОГ) А. Рельеф кровли палеозойского фундамента на площади работ весьма расчлененный с наличием множества разрывных нарушений. По результатам проведенных работ по опробованию скважин и исследованиям керна сделан вывод, что основным фактором для образования коллекторов служит здесь трещиноватость горных пород.

Для прогноза зон повышенной трещиноватости были использованы сейсмические атрибуты, рассчитанные во временных интервалах (ОГ А +30, +50, +100 мс). В качестве основных были выбраны атрибуты, отражающие когерентность сейсмической записи (Variance), и динамические характеристики (средних квадратических амплитуд - RMS) во временном окне ниже ОГ А. Для достоверного прослеживания разломов, участков вероятной трещиноватости выполнен расчет атрибута Ant Tracking (Ant Tracking – запатентованная Шлюмберже технология, которая подчеркивает изменения волновой картины для обнаружения разломов, трещин и других линейных аномалий внутри сейсмического куба). Правомерность использования для картирования и определения основных направлений трещиноватости интервалов верхней части горных пород верхней части палеозойских образований подтверждена проведенными в нескольких скважинах геофизическими исследованиями методом FMI, позволившими зарегистрировать высокую степень трещиноватости и кавернозности выделяемых коллекторов, изучить основные параметры индивидуальных трещин и системы трещиноватости [2, 3].

По материалам 3D сейсморазведки выделено несколько локальных выступов доюрского основания (фундамента), поперечные размеры которых в плане составляют 250-500 м, амплитудой до 75 метров. Участки повышенной трещиноватости доюрского комплекса связаны со сводовыми частями

структур, что подтверждается данными атрибутного анализа материалов 3D сейсморазведки, а также результатами опробования и динамики работы эксплуатационных скважин. Кроме того, выполненный анализ показал взаимосвязь выявленных залежей нефти и локальных выраженных выступов фундамента с глубинными разломами, которые контролируют локализованные перетоки УВ (рис. 1).

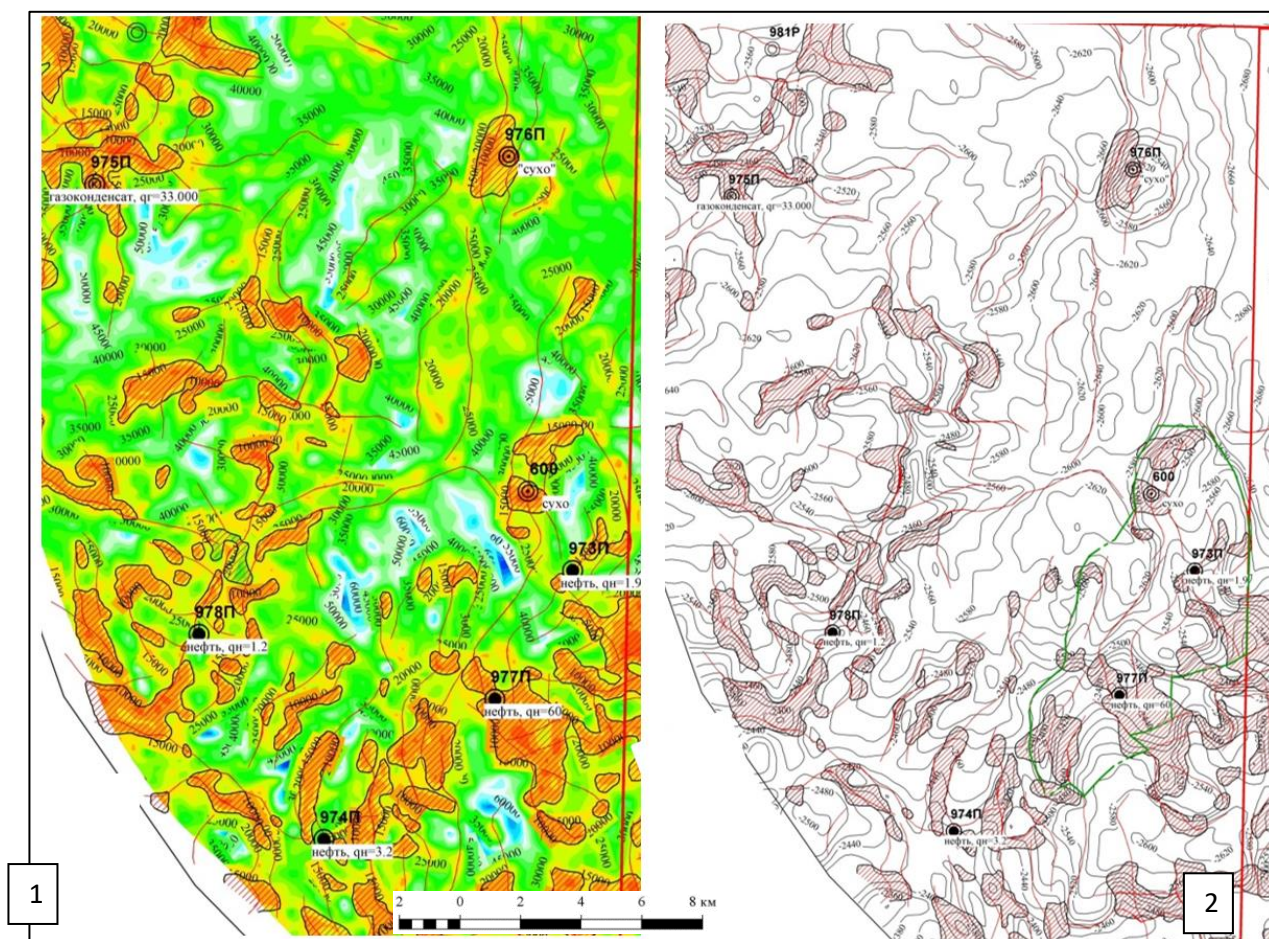


Рисунок 1. Сопоставление карты среднеквадратичных амплитуд (RMS) в окне ОГ А+50 мс (1) и границ выделенных аномалий ослабления амплитуды сигнала, связанных с участками повышенной трещиноватости горных пород верхней части доюрского комплекса и структурного плана по кровле объекта PZ (2)

Выполненный анализ изменчивости сигнала в интервале ДЮК дал основание для прогноза наиболее вероятных участков и интервалов повышенной трещиноватости образований в верхней части доюрского комплекса, в частности, на участках наиболее выраженных локальных поднятий. Решающим фактором, определяющим локализацию УВ в низкопроницаемых толщах, является вторичность образования их коллекторов, относящихся обычно к трещинному, каверновому и смешанному типам [4]. Подобные участки в образованиях фундамента распространены крайне неравномерно как по площади, так и по разрезу [2].

Кроме анализа и прогноза планового положения залежей существует возможность использования материалов 3D сейсморазведки для прогноза продуктивных интервалов. На временных и глубинных сейсмических разрезах закартированы субвертикальные аномалии, пересекающие стволы фактически пробуренных скважин.

В качестве примера на рисунке 2 приведены фрагменты разрезов куба атрибута Ant Tracking в глубинном масштабе. На разрезах нанесены линии стволов фактически пробуренных скважин, указаны интервалы, из которых получен приток нефти и газа. Обращает на себя внимание наличие на приведенных разрезах аномалий (субвертикальные темные области), предположительно связанных с вероятными разрывными нарушениями. Именно в таких интервалах пересечения выявленных аномалий со стволом скважин были получены высокие дебиты нефти и газа. Например, в скважинах №1 и 2 притоки нефти, газоконденсата были получены в интервалах от кровельной части доюрского

комплекса (скважина №2 – дебит нефти выше 50 т/сут) до интервалов ниже кровлю доюрских образований на 200-250 метров (скважина 1 – дебит газа и газоконденсата). Следует отметить практическое отсутствие аномалий на участке скважины №3, при опробовании которой получен незначительный дебит нефти (практически «сухо»).

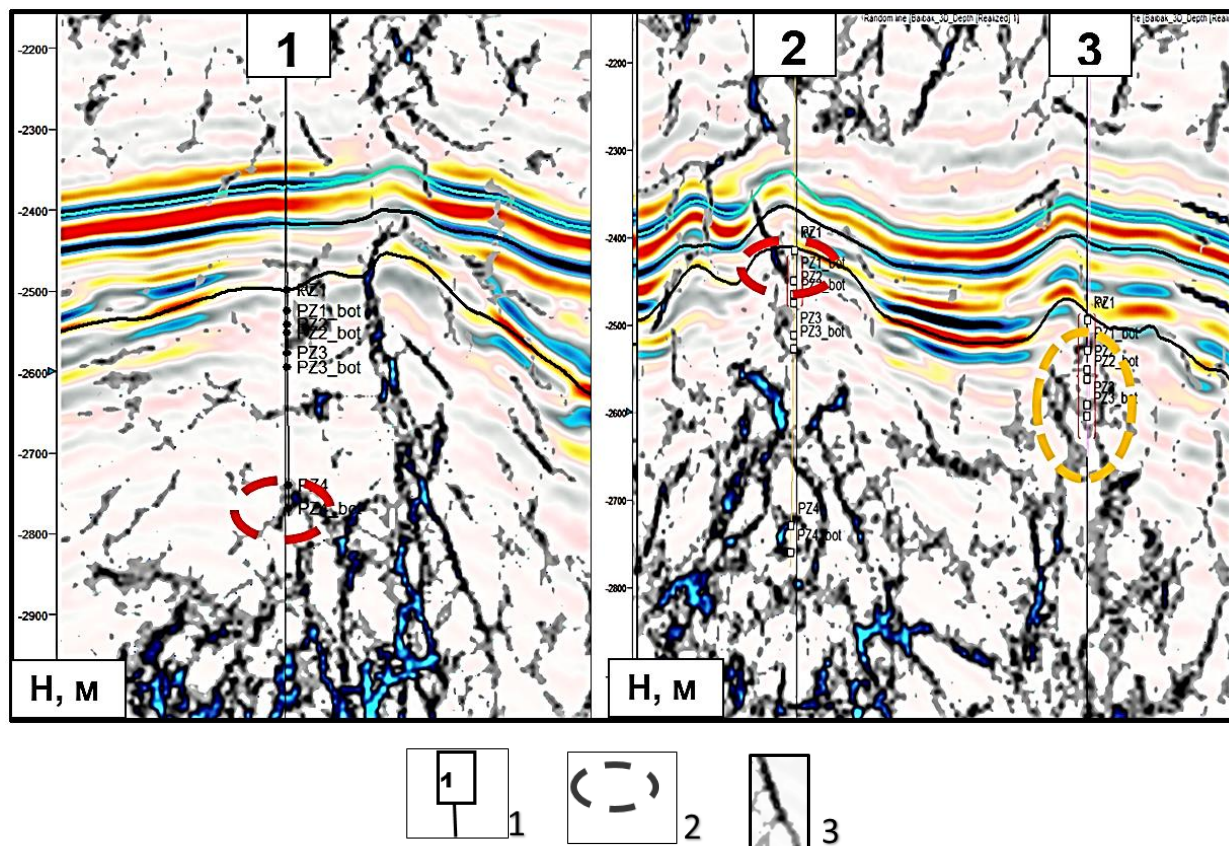


Рисунок 2. Фрагменты глубинных разрезов куба атрибута Ant Tracking через скважины 1, 2 и 3 с участками развития субвертикальных каналов миграции УВ: 1 — местоположение и номер скважины; 2 — интервал притока УВ; 3 — вероятные флюидоподводящие разломы (каналы)

Подобные аномалии на материалах глубинных разрезов куба атрибута Ant Tracking выделены в нижних горизонтах геологического разреза, не вскрытых бурением. Это дает основание предположить возможность потенциальной продуктивности интервалов нижней части геологического разреза палеозойских образований. Сведения, подтверждающие возможность продуктивности нижних интервалов доюрского комплекса, частично можно обосновать результатами опробования отдельных разведочных скважин на глубине 200-250 метров ниже кровли доюрского комплекса.

Заключение

В результате комплексного анализа материалов 3Д сейсморазведки, данных опробования и динамики показателей работы скважин выделены участки улучшенных коллекторов, предположительно связанные с областями максимальной трещиноватости в районе действия молодых или обновленных разломов, приуроченных к наиболее выраженным выступам фундамента. Количество малоразмерных локальных выступов фундамента по материалам 3Д сейсморазведки на площади данного месторождения составляет несколько десятков, их размеры – 250-500 метров. Кроме того, на временных разрезах выделяется значительное число еще более мелких локальных поднятий – до 150 метров.

Таким образом, основой геометризации перспективных участков и залежей палеозойских объектов является комплексный анализ сейсмических данных, использование крупномасштабных геологических трендов, каротажных данных, результатов применения современных методов их петрофизической интерпретации и материалов бурения. Особенности разработки палеозойских объектов и динамика добычи отдельных скважин подтверждают идеи и гипотезы возобновляемости запасов нефти разрабатываемых месторождений, нашедшей отражение в работах Р.Х. Муслимова, Н.П. Запивалова, И.Е. Баланюка, В.П. Гаврилова, А.Н. Дмитриевского и др. Представленные

материалы с субвертикальными аномалиями, связанными с разрывными нарушениями, участками и зонами деструкции горных пород, повышенной трещиноватости, могут свидетельствовать о правомерности отнесения залежей пласта к «жильному типу» [5].

Список используемой литературы

1. Шадрина С.В., Кондаков А.П. Новые данные о фундаменте северо-восточного обрамления Красноленинского свода // Нефтяное хозяйство, 2014. – № 11. – С. 94-99.
2. Бембель С.Р., Ефимов В.А. Петрофизическая интерпретация геофизических исследований скважин и геологическая модель объекта, сложенного метаморфическими породами // Петрофизика сложных коллекторов: проблемы и перспективы 2015. Сборник статей / Сост. Б.Н. Еникеев. – М.: ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2015. – С.96-116.
3. Бембель С.Р. Сейсмогеологические критерии геометризации продуктивных участков доюрского комплекса на примере северо-восточной части Красноленинского свода Западной Сибири // Нефтяное хозяйство, 2019. – № 7. – С. 68–72.
4. Бембель С.Р., Цепляева А.И. Комплексный подход к вопросу геометризации залежей в доюрских образованиях, связанных с участками повышенной трещиноватости // Геосочи-2017. Нефтегазовая геология и геофизика: материалы международной научно-практической конференции. 24.04-28.04.2017. – Тверь: ООО «Изд. Полипресс», 2017. – С. 211–216.
5. Попков В.И. Жильные залежи углеводородов: условия формирования и методика поисков и разведки / В кн.: Генезис углеводородных флюидов и месторождений / Отв. ред. акад. А.Н. Дмитриевский, Б.М. Валяев. – М.: ГЕОС, 2006. – С. 277–285.

Сведения об авторе

Бембель Сергей Робертович,
доктор геолого-минералогических наук
профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа
Института геологии и нефтегазодобычи
ФГБОУ «Тюменский индустриальный университет»
E-mail: bembel_gsr@mail.ru