

FORECAST OF FRACTURE AND CAVERNOUS RESERVOIRS BASED ON SCATTERED SEISMIC WAVES

ANDREY N. KREMLEV, GENNADIY N. EROKHIN, LEONID E. STARIKOV, MAKSIM A. ZVEREV

Ugra Research Institute of Information Technologies, Mira Str.151, Khanty-Mansiysk, 628012, Russia

Summary. Results of geological media exploration using scattered waves extracted from multi channel seismic data are presented. The researches are based on original prestack migration method – Wave CDP method, which possesses possibility to construct two independent time sections: conventional image of reflectors and new image of space distribution of acoustic inhomogeneous - diffractors. The last are join with fracture zones – strong sources of scattered waves. Method was testes in areas with carbonate, volcanic and clay rocks.

ПРОГНОЗ КОЛЛЕКТОРОВ ТРЕЩИННО-КАВЕРНОЗНОГО ТИПА ПО РАССЕЯННЫМ СЕЙСМИЧЕСКИМ ВОЛНАМ

А.Н. Кремлев, Г.Н.Ерохин, Л.Е.Стариков, М.А.Зверев
ЮНИИ ИТ, 121 ул.Мира, 628012, г.Ханты-Мансийск, Россия

Резюме. Представлены результаты исследования геологических сред по рассеянным волнам, выделенным из волнового поля МОГТ. Исследования базировались на оригинальном методе престековой миграции, названного Волновым аналогом метода ОГТ (ВОГТ). ВОГТ позволяет получать по данным 2D МОГТ два независимых временных разреза - стандартный разрез рефлекторов и новый разрез распределения по пространству акустических неоднородностей – дифракторов. Последние связаны с зонами трещиноватости, являющимися интенсивными источниками формирования рассеянных волн. Метод опробован для выделения коллекторов в магматических, карбонатных и глинистых отложениях.

Введение

По оценкам геологов в карбонатных отложениях содержится 60% мирового запаса нефти (S.Chopra et. al, 2005). В этих породах нефть локализуется не в антиклиналях, а распределяется по более сложному закону, определяемому коллекторами и каналами миграции флюидов, контролируемые зонами трещиноватости и/или кавернозности и карстования. Геометрия рефлекторов, являющаяся основным результатом традиционной обработки материалов МОГТ, для изучения этих объектов совершенно недостаточна. Причина этого в том, что зоны трещиноватости не формируют сейсмических отражений, а являются источником повышенного поля рассеянных (дифрагированных) волн. То, что эти источники не входят в структуру обычных сейсмических (временных) разрезов, связано с трудностями их выделения на фоне превосходящих их по амплитуде на 1-2 порядка (О.Л.Кузнецов и др., 2004) отраженных волн.

Коллекторы, проявляющие себя в рассеянных волнах, можно ожидать в кембрийских и венд-рифейских отложениях Лено-Тунгусской НПП Сибирской платформы и карбонатных отложениях девона Волго-Уральской НПП, в доюрском осадочном комплексе Западной Сибири, трещинных магматических и глинистых отложениях.

В настоящей работе приводятся результаты опробования нового специализированного метода обработки 2D сейсморазведочных данных – Волнового аналога метода ОГТ (ВОГТ), предназначенного для изучения

геологических сред в рассеянных волнах. Метод ВОГТ является оригинальным методом преломленной миграции, который позволяет получать как традиционные временные разрезы, так и временные разрезы дифракторов, содержащие изображение рассеивающих элементов среды. Последнее становится возможным благодаря математически корректному вычитанию из полного исходного волнового поля отраженных волн.

Необходимо отметить, что реализованное в методе ВОГТ выделение отраженного и рассеянного волновых полей из полного волнового поля МОГТ в корне отличается от существующих на сегодняшний день подходов к решению этой задачи - метода направленных фокусирующих преобразований (Шленкин и др., 1991;), метода селективных изображений (Гольдин С.В. и др., 2001; Поздняков В.А., и др., 2000) и метода МИРО (миграционного изображения рассеивающих объектов, Козлов Е.А., и др., 2004), а также других эмпирических подходов (R. Bansal et al, 2005).

Метод ВОГТ реализован в Югорском НИИ информационных технологий на суперкомпьютере Sun Fire 15000 в виде законченной технологии, которая позволяет рассчитывать временные разрезы дифракторов, строить карты индекса акустической неоднородности как по временным срезам, так и по горизонтам, а также строить 3D модели дифракторов.

Примеры выделения коллекторов по рассеянным волнам

На рисунке 1 представлен стандартный временной разрез по одной из площадей

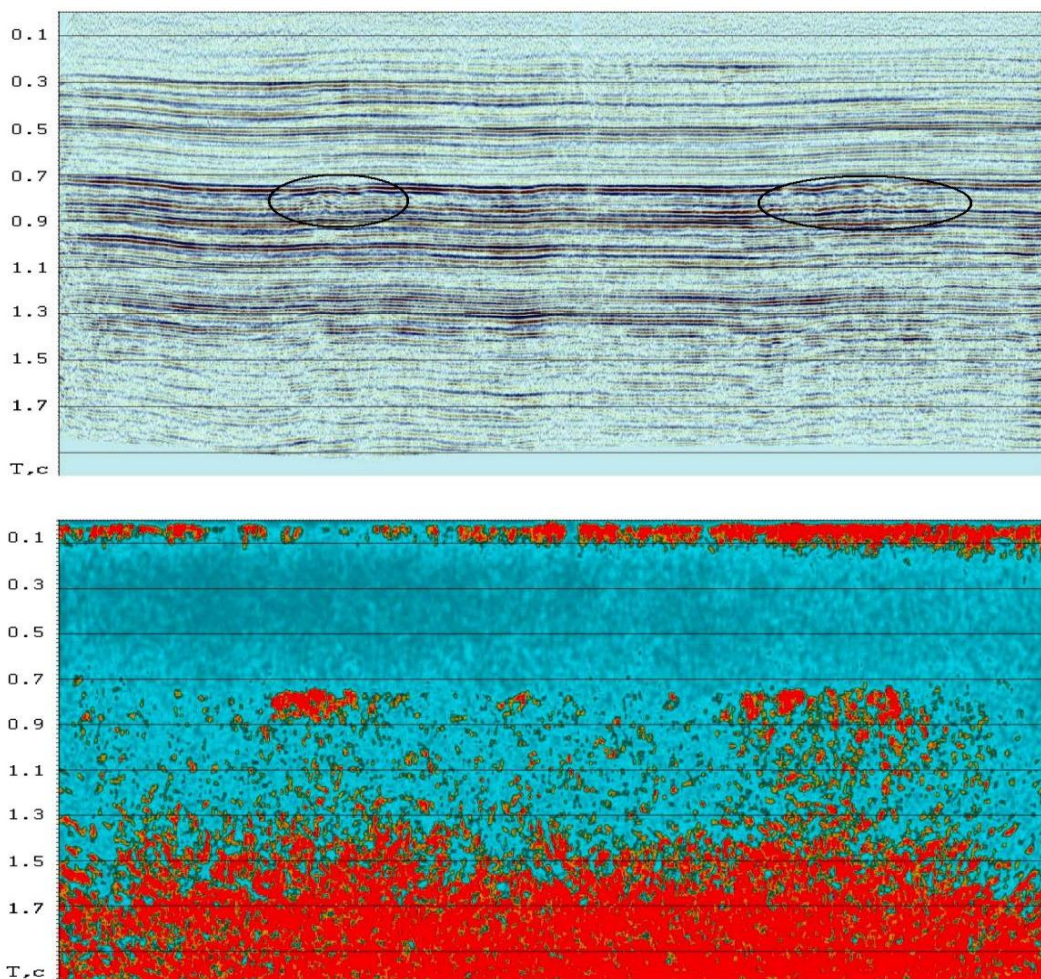


Рисунок 1. Временной разрез рефлекторов (вверху) и дифракторов (внизу)

Волго-Уральской НПП (вверху), и тот же разрез в рассеянных (дифрагированных) волнах (внизу).

На этом и последующих рисунках синий цвет соответствует низким значениям индекса акустической неоднородности среды, рассчитанной по выделенному из полного поля МОГТ рассеянными волнами, а красный – высоким. Если на стандартном временном разрезе два рифовых образования, с кровлей на времени 750 мс в интервалах ПК 375-500 и ПК 1025-1250 едва просматриваются, то на разрезе дифракторов они видны совершенно отчетливо.

На рисунке 2 приведена карта индекса акустических неоднородностей, построенная по сетке профилей, покрывающих эту площадь. На карте выделяется три рифовых тела. Повышенные значения индекса акустической неоднородности в юго-западной части площади связаны с положительной соляно-купольной структурой. Породы, ее слагающие, сильно разрушены и имеют большие углы наклона

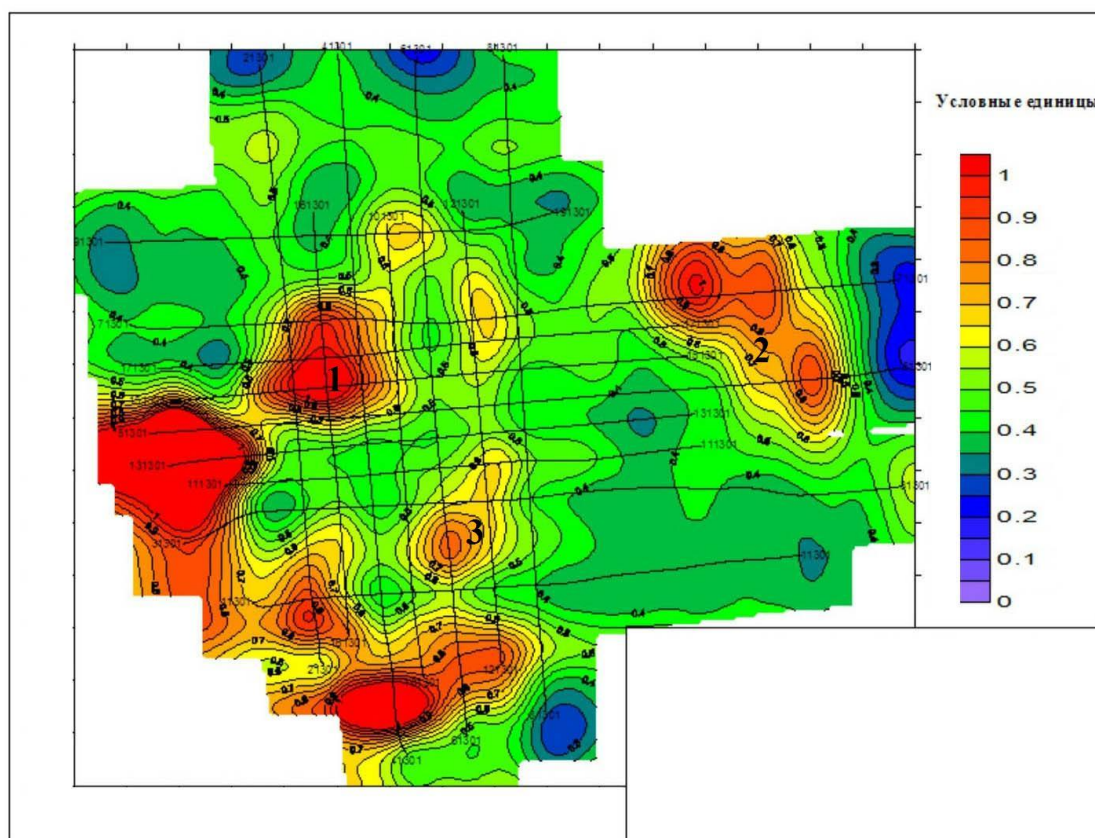


Рисунок 2. Карта индекса акустической неоднородности по временному срезу 800 мс

отражающих площадок. Повышенные значения индекса акустической неоднородности среды на этом участке могут быть связаны как с неоднородностью среды, так и с недостаточным вычитанием отраженных волн.

Следующий пример иллюстрирует эффективность предлагаемого метода при выделении трещинно-кавернозных коллекторов в глинистых отложениях баженовской свиты. На рисунке 3 приведен временной разрез дифракторов для профиля, проходящего через Усть-Балыкское месторождение. Сейсмические данные были любезно предоставлены ОАО «Хантымансийскеофизика» и обрабатывались «вслепую». Последнее означает, что ни район, ни места расположения скважин не сообщались и были вынесены на разрез *a posteriori*. Черным цветом на скважинах выделены интервалы испытаний, давшие притоки нефти. Буквами В и А обозначены, соответственно, кровля баженовская свита и кровля донорских образований. Хорошо

видно, что все продуктивные скважины попали в зоны повышенной акустической неоднородности, а «сухая» скважина – нет. Акустические неоднородности, наблюдаемые на малых временах (до 200 мс), связаны со сложным строением верхней части разреза, а ниже горизонта А – с сильной дислоцированностью доюрского основания.

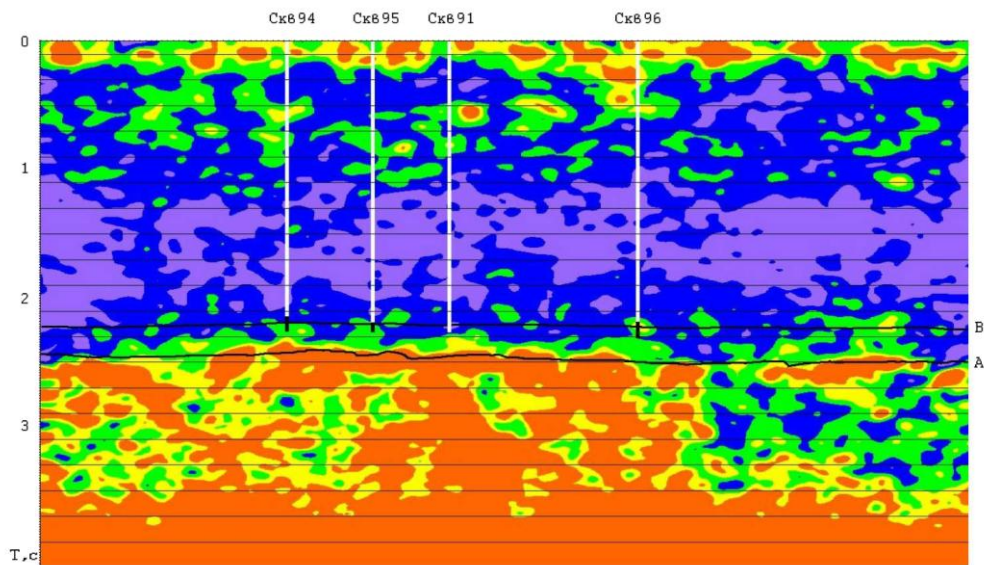


Рисунок 3. Временной разрез дифракторов. Усть-Балыкское месторождение

На рисунке 4 (верху) приведен временной разрез дифракторов по одной из площадей в Западной Сибири, где продуктивными являются триасовые отложения с

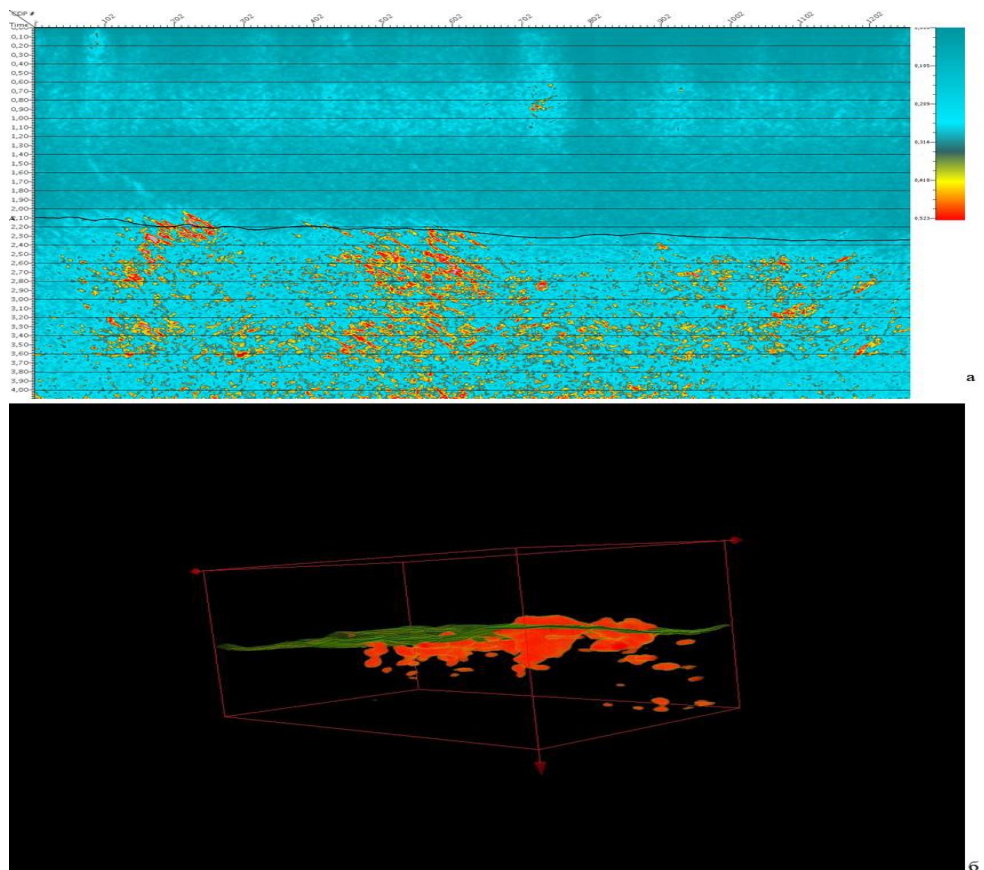


Рисунок 4. (а) Временной разрез с дифракторами в доюрских отложениях и (б) 3D модель дифракторов с отражающим горизонтом А .

трещинно-кавернозными коллекторами в магматических породах. На этом разрезе наиболее сильные дифракторы расположены, в основном, ниже отражающего горизонта А. Это хорошо видно из скриншота 3D-модели дифракторов, построенной по сетке профилей, покрывающих эту площадь. Дифракторы изображены красным цветом, а горизонт А - зеленым.

Выводы

Метод ВОГТ позволяет добавить ранее не используемые в нефтяной сейсморазведке дифрагированные волны в сумму признаков, позволяющих выявлять и картировать зоны с повышенными емкостно-фильтрационными свойствами.

Литература

1. S.Chopra, N.Chemingui, R.D.Miller, 2005. An introduction to special section – carbonates// The Leading Edge, v.44, №5, p.488-489
2. О.Л.Кузнецов, И.А.Чиркин, Ю.А.Курьянов, Г.В.Рогоцкий, В.П.Дыбленко, 2004. Сейсмоакустика пористых и тещиноватых геологических сред, т.2, Экспериментальные исследования, с.361, Москва, ВНИИГеосистем
3. С.И.Шленкин, И.Н.Бусыгин и др., 1991. Построение сейсмического изображения на основе фокусирующего преобразования исходных сейсмозаписей: Международный геофизический симпозиум. Резюме и тезисы технической программы. Киев, с.53-58
4. В.А.Поздняков, Д.В.Сафонов, В.А.Чеверда, 2000. Оптимизация параметров фокусирующих преобразований с использованием численного моделирования. Ж. Геология и геофизика, т.41, №6, с.930-938
5. С.В.Гольдин, М.Ю.Смирнов, В.А.Поздняков, В.А.Чеверда, 2004. Построение сейсмических изображений в рассеянных волнах как средство детализации сейсмического разреза. Ж. Геофизика, специальный выпуск, с.23-29
6. В.А.Чеверда, С.В.Гольдин, В.И.Костин, Д.А.Неклюдов, 2003. Отделение рассеяния и дифракции от регулярного отражения в сейсмических данных. Ж. Геология и геофизика, т.44, №8, с.819-827
7. Е.А.Козлов, Н.Л.Баранский, В.Ф.Семенов, В.А.Аксенов. Изображение рассеивающих объектов маскируемых зеркальными отражениями // Геомодель-2004
8. R.Bansal, M.G.Imhot, 2005. Diffraction enhancement in prestack seismic data. Geophysics, v.20, №3, p.v73-79