



УДК 550.3

**А. В. Киричек, Л. Е. Стариков, М. Н. Назарова
К. Д. Сисембаев, М. Д. Досмухамбетов, К. Исмаилов**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ CSP
В КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ
(НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНЫЙ АККАР)**

138

Впервые на месторождениях Каспийского региона была применена технология CSP, позволяющая выделять рассеянные волны из полного волнового поля. На основе комплексной интерпретации отраженных и рассеянных волн выявлены зоны развития коллекторов трещинно-кавернозного типа в карбонатных триасовых продуктивных отложениях на месторождении Северный Аккар. Подтверждение выполненного прогноза позволяет рекомендовать данную технологию для картирования нетрадиционных сложнопостроенных коллекторов трещинного типа на других месторождениях Каспийского региона.

For the first time in the fields of the Caspian region was used the CSP technology, which makes it possible to extract the scattered waves from the full wave field. On the basis of scattered waves sections and map analysis has made the forecast of fracture cavernous reservoirs in carbonate Triassic sediments of the North Akkar oilfield. Confirmation of the executed forecast allows to recommend this technology for mapping non conventional fracture-cavernous reservoirs on other fields of the Caspian region.

Ключевые слова: трещинно-кавернозный коллектор, порово-трещинный коллектор, зона трещиноватости, рассеянная волна, отраженная волна, акустическая неоднородность.

Key words: fracture cavernous reservoir, porous fractured reservoir, fractured zone, scattered wave, reflected wave, acoustic heterogeneity.

Введение

Нефтяное месторождение Северный Аккар расположено в Мангистауской области Республики Казахстан. Основной нефтеносный объект месторождения — среднетриасовые отложения, в которых выделяют две пачки: вулканогенно-доломитовая и вулканогенно-известняковая, к ним приурочены продуктивные горизонты T2б и T2а соответственно. Вулканогенно-доломитовая пачка сложена преимущественно доломитами с прослоями туфопесчаников, вулканогенно-известняковая — в основном известняками. Коллекторы в обеих пачках сложнопостроенные трещинно-кавернозные и порово-кавернозные, распространены по площади мозаично и не подчиняются структурному фактору. Для детального изучения и эффективной разработки залежей в таких коллекторах недостаточно применения стандартных методик сейсморазведки и ГИС. Наиболее эффективное средство для исследования трещинных коллекторов — сейсморазведка на рассеянных волнах, формирующихся в местах интенсивной трещиноватости и кавернозно-



сти. Для выделения рассеянных волн из полного волнового поля в НИИ ПИИМГ используется технология Common Scattering Point (CSP, авторы А. Н. Кремлев, Г. Н. Ерохин), эффективность которой доказана во многих геологических условиях [1–4]. В работе приведены результаты применения технологии CSP для прогноза трещинно-кавернозных коллекторов в Каспийском регионе на месторождении Северный Аккар.

1. Создание разломно-блоковой модели месторождения

Для решения поставленных задач было проведено детальное изучение геологического строения месторождения на основе имеющихся геолого-геофизических данных и результатов ранее выполненных исследований. После обработки сейсмических данных по технологии CSP получены два куба данных: куб отраженных волн и куб данных рассеянных волн. Куб рассеянных волн (дифракторов) использовался для изучения трещинно-кавернозных коллекторов. Куб отраженных волн — для корреляции целевых горизонтов и построения разломно-блоковой структуры.

Разломы — основные источники трещиноватости, поэтому принципиально важно составить максимально полную картину разломной тектоники изучаемого месторождения. Создание разломно-блоковой модели площади с выявлением взаимосвязей и взаимозависимостей модели с формированием трещинных коллекторов проходило в два этапа.

Первый этап включал в себя визуальный анализ вертикальных срезов куба отраженных волн, который позволил установить по всей площади наличие большого числа малоамплитудных субвертикальных тектонических нарушений, приуроченных к триасовой части разреза, проникающих в нижеюрские отложения (рис. 1). На втором этапе для уточнения положения и трассирования тектонических нарушений по площади привлекались кубы мгновенных динамических и геометрических атрибутов сейсмической записи отраженных волн.

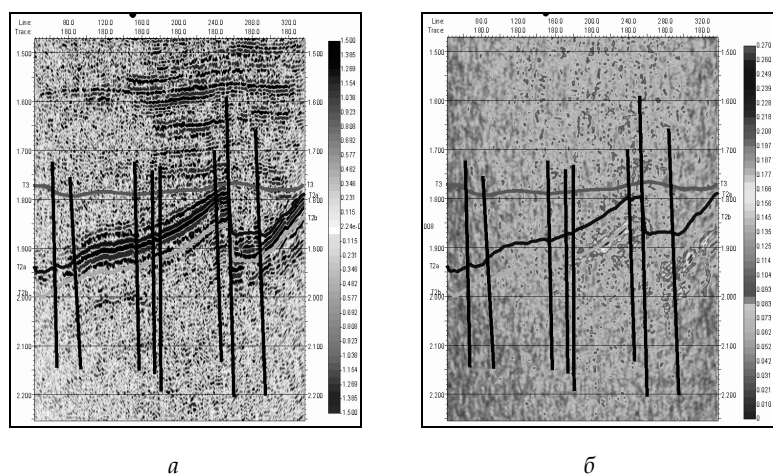


Рис. 1. Вертикальные срезы кубов рефлекторов (а) и дифракторов (б)



Вследствие субвертикальности тектонических нарушений закартированная система практически совпадает по трем отражающим горизонтам разреза (ТЗ, Т2а и Т2б).

Проведенный анализ позволил установить, что на формирование залежей в отложениях триаса значительное влияние оказала тектоническая активность исследуемой территории. Формирование преимущественно трещинных коллекторов следует ожидать в интервалах разреза, включающих плотные, хрупкие породы (карбонаты, плотные песчаники, плотные аргиллиты, магматические и метаморфические образования), на исследуемой площади это вулканогенно-известняковая и вулканогенно-доломитовая продуктивные пачки среднетриасовых отложений. Дизъюнктивные нарушения, в зависимости от времени их формирования и гидротермальной обстановки, могут служить как путями миграции углеводородов, так и экранами, играющими значительную роль в процессе формирования залежей.

2. Прогноз зон трещиноватости в среднетриасовых отложениях

Рассеяние энергии отраженной волны в геологической среде обусловлено наличием в ней неоднородностей, размеры которых соизмеримы или значительно меньше длины волны. Чем больше неоднородностей в единице объема, тем интенсивнее рассеяние, то есть больше энергия рассеянной волны. Наиболее жесткая (в акустическом отношении) неоднородность — «открытая» трещина, поэтому энергия рассеянной волны есть индикатор открытой трещиноватости в среде.

Исходя из вышесказанного наибольший интерес представляют энергетические характеристики поля рассеянных волн (дифракторов). Наиболее информативный атрибут — индекс акустических неоднородностей (ИАН), то есть интегральные значения мгновенных амплитуд дифрагированных волн в каждой точке куба. Повышение ИАН отображает повышение энергии рассеянной волны и отождествляется с возможным развитием трещинного коллектора. Основой для получения площадного распределения дифракторов в исследуемых интервалах разреза послужил куб индекса акустических неоднородностей.

Для прогноза зон развития трещинно-кавернозных коллекторов в триасовых отложениях были построены и проанализированы карты индекса акустической неоднородности (суммарные значения амплитуд рассеянных волн) во временных интервалах, соответствующих продуктивным горизонтам.

Карта индекса акустической неоднородности интервала Т2а — Т2б (рис. 2) охватывает интервал продуктивного горизонта Т2а, соответствующего вулканогенно-известняковой пачке. На карте выделяются три обособленных зоны повышенных значений ИАН, которые контролируют зоны возможного развития трещинных коллекторов. Наиболее высокими значениями характеризуются северная и южная зоны и, соответственно, эти зоны могут быть перспективными резервуарами с трещинно-кавернозным коллектором хорошего качества.

Карта индекса акустической неоднородности интервала Т2б — Т2б +60 мс (рис. 3) соответствует интервалу залегания продуктивного гори-



зонта Т2б, приуроченному к вулканогенно-доломитовой пачке. На карте выделяются восемь зон повышенных значений ИАН. Наиболее перспективными являются 1, 2, 4, 5 и 7-я зоны. Коллектора трещинно-кавернозного типа в этих зонах могут быть хорошего качества.

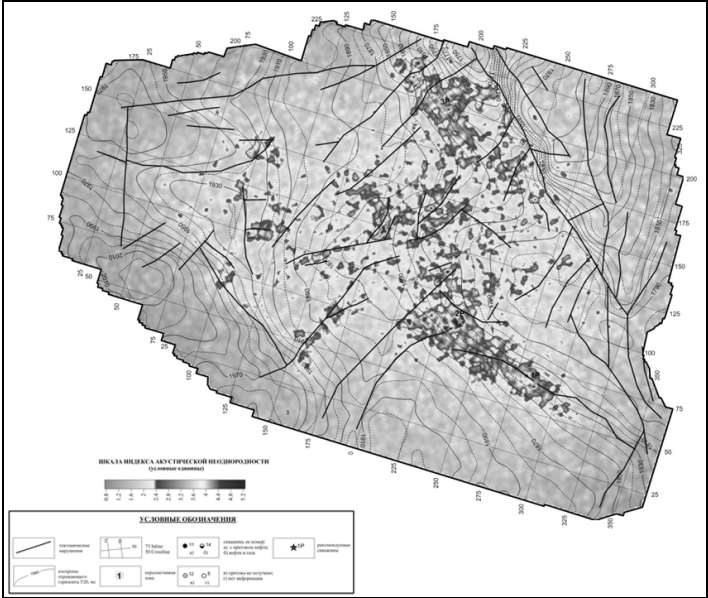


Рис. 2. Карта индекса акустической неоднородности горизонта Т2а

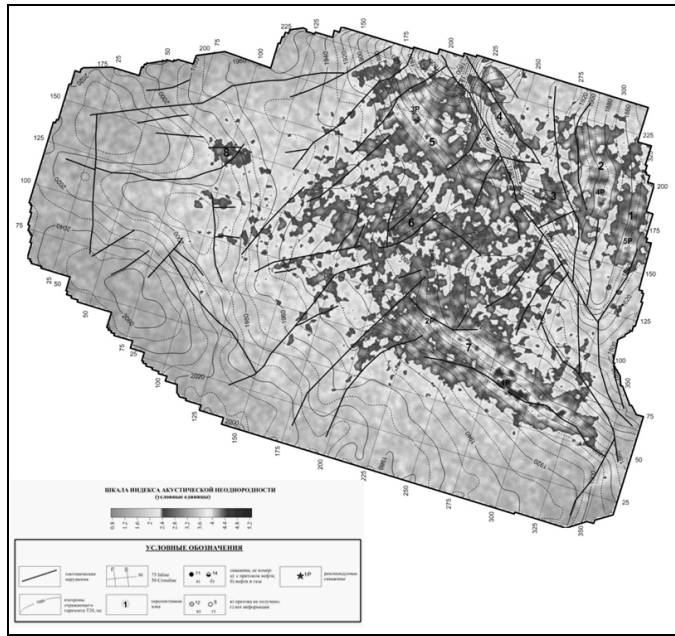


Рис. 3. Карта индекса акустической неоднородности горизонта Т2б



Исходя из результатов исследований продуктивных карбонатных горизонтов T2a и T2б наибольшую площадь распространения коллектор трещинно-кавернозного типа имеет продуктивный горизонт T2б. Из его интервала при испытаниях во многих скважинах получены притоки углеводородов, в то время как площадь распространения коллектора продуктивного горизонта T2a незначительна и во многих скважинах он отсутствует. Этот факт не противоречит и нашему прогнозу зон распространения коллекторов в продуктивных горизонтах T2a и T2б. Соответственно, продуктивный горизонт T2б обладает и наибольшими перспективами прироста запасов углеводородов в нем.

После проведения работ на месторождении была пробурена скважина 15, которая вскрыла выделенный резервуар с трещинным коллектором в продуктивных горизонтах T2a и T2б, приток нефти составил $124 \text{ м}^3/\text{сут}$ (рис. 4).

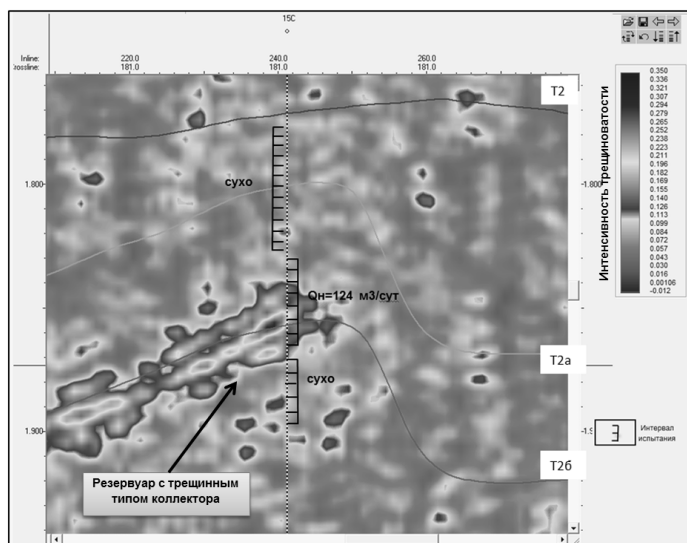


Рис. 4. Фрагмент временного разреза дифракторов вдоль inline 241 через скважину 15

Заключение

По результатам совместной интерпретации данных отраженных и рассеянных волн выделены перспективные объекты, позволяющие прирастить запасы углеводородов в отложениях среднего триаса месторождения Северный Аккар и составить эффективную схему разработки залежей.

Подтверждение выполненного прогноза, основой которого являются рассеянные волны, полученные по технологии CSP, позволяет рекомендовать данную технологию для картирования нетрадиционных сложнопостроенных коллекторов трещинного типа на месторождениях Каспийского региона.



Список литературы

1. Кремлев А. Н., Ерохин Г. Н., Стариков Л. Е. и др. Прогноз коллекторов трещинно-кавернозного типа по рассеянным сейсмическим волнам // Технологии сейсморазведки. 2008. №3. С. 36–39
2. Ерохин Г. Н., Кремлев А. Н., Стариков Л. Е. и др. Прогноз трещинно-кавернозных коллекторов в верхнеюрских отложениях Западной Сибири по рассеянным волнам // Бурение и нефть. 2010. №7–8. С. 16–19.
3. Kremlev A. N., Erokhin G. N., Starikov L. E. et al. Fracture and cavernous reservoirs prospecting by the CSP prestack migration method. Abstracts of 73 EAGE Conference & Exhibition, Vienna, 23–26 may 2011.
4. Киричек А. В., Зверев М. А. Прогноз трещинно-кавернозных коллекторов в продуктивных породах Краснотенгского свода по рассеянным волнам // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2011. №1. С. 24–33.

143

Об авторах

Антон Владимирович Киричек — канд. геол.-минерал. наук, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: Akirichek@kantiana.ru

Леонид Евгеньевич Стариков — канд. геол.-минерал. наук, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: LStarikov@kantiana.ru

Марина Николаевна Назарова — канд. геол.-минерал. наук, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: MarNazarova@kantiana.ru

Куаныш Джолжанович Сисембаев — ТОО «СиЭсПиМунайСервисес», Республика Казахстан.

E-mail: kuanysh_kmg@mail.ru

Махамбет Джолдаскалиевич Досмухамбетов — АО «Мангистаумунайгаз», Республика Казахстан.

E-mail: mmg@mmg.kz

Кожаахмет Исмаилов — НГДУ «Жетыбайнефть», Республика Казахстан.

E-mail: zhntn@mmg.kz

About the authors

Dr Anton Kirichek — I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: Akirichek@kantiana.ru

Dr Leonid Starikov — I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: LStarikov@kantiana.ru

Dr Marina Nazarova — I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: MarNazarova@kantiana.ru

Kuanish Sisembaev — TOO «CSP Munay Services», Republic of Kazakhstan.

E-mail: kuanysh_kmg@mail.ru

Mahambet Dosmuhambetov — «Mangistaumunaygas» JSC, Republic of Kazakhstan.

E-mail: mmg@mmg.kz

Kozhaahmet Ismailov — NGDU «Zhetibayneft», Republic of Kazakhstan.

E-mail: zhntn@mmg.kz