

P244

Efficiency of Microseismic Infrasonic Prediction of Oil-and-Gas

A. Suntsov* (R&D Company NTK ANCHAR), S.L. Aroutunov (R&D Company NTK ANCHAR), S.M. Karnaukhov (OrenburgGazprom), M.S. Kunaev (Caspian Services) & V.V. Dvornikov (R&D Company NTK ANCHAR)

SUMMARY

Microseismic and infrasonic technology of oil and gas prospecting ANCHAR had been devised in Russia and patented in 1992, then in 1998. First industrial application of the technology start in 1994 in Russia, then was kept on in Russia and took place in Kazakhstan, and beyond the bounds of FSU in Morocco and Bulgaria (ADD-HR).

Basically, the technology of stimulation of a geologic area by seismic source in use, rarely – its ‘light’ modification. In the use of microseismic prospecting methods like ‘passive’ ANCHAR, its imitation HyMAS, and etc. which don’t apply any artificial seismic sources a number of principle problems has been found by the authors of the technology. On basis of the discovered quality of Microseismic Background Noise Order in the areas of HC beds a new Entropy Criterion of HC identification has been formulated that solved a part of the problems in using of ‘passive’ ANCHAR and its analogues. For the period of more than 10 years of using the technology there were tested 75 exploring and prospecting wells. Success factor was more than 80%.

Эффективность микросейсмического инфразвукового прогноза нефтегазоносности

Efficiency of Microseismic Infrasonic Prediction of Oil-and-Gas

С.Л.Арутюнов¹, С.М. Карнаухов², М.С. Кунаев³, *А.Е.Сунцов¹, В.В. Дворников¹

¹НТК АНЧАР, Москва, Россия

²ОренбургГазпром, Оренбург, Россия

³Caspian Services, Алматы, Казахстан

Summary. Microseismic and infrasonic technology of oil and gas prospecting ANCHAR had been devised in Russia and patented in 1992, then in 1998. First industrial application of the technology start in 1994 in Russia, then was kept on in Russia and took place in Kazakhstan, and beyond the bounds of FSU in Morocco and Bulgaria (ADD-HR).

Basically, the technology of stimulation of a geologic area by seismic source in use, rarely – its ‘light’ or ‘passive’ modification. In the use of microseismic prospecting methods like ‘passive’ ANCHAR, its imitation HyMAS, and etc. which don’t apply any artificial seismic sources a number of principle problems has been found by the authors of the technology. On basis of the discovered quality of Microseismic Background Noise Order in the areas of HC beds a new Entropy Criterion of HC identification has been formulated that solved a part of the problems in using of ‘passive’ ANCHAR and its analogues.

For the period of more than 10 years of using the technology there were tested 75 exploring and prospecting wells, which were drilled after ANCHAR prospecting. Success factor was more than 80%.

Введение

Последние несколько лет резко возрос интерес к **микросейсморазведке** как к новому классу технологий поиска нефти и газа. Инфразвуковая технология микросейсморазведки нефти и газа АНЧАР была разработана в России, запатентована в начале 1992г, а затем в 1998г. [1].

Технология основана на эффекте АНЧАР со следующим определением:

- “...при возбуждении нефтегазовой залежи внешним **искусственным** или **естественным** полем упругих колебаний в полосе частот эффективного взаимодействия поля с углеводородным веществом, находящимся в напряженном метастабильном состоянии, нефтегазовая залежь переходит в режим генерации собственных инфразвуковых волн... ” [2].

Известно несколько вариантов теоретического объяснения эффекта АНЧАР, наиболее адекватными из которых нам представляются различные модели фазовых переходов, в том числе неравновесных, в системе УВ-коллектор. В рамках этих представлений и в количественном согласии с наблюдениями, находится так называемая капельно-пузырьковая модель [3]. Она связывает эффект АНЧАР с внутривещными фазовыми переходами газ-жидкость в присутствии естественного геоэлектрического поля.

Из определения видно, что существуют т.н. *спонтанный (естественный) и индуцированный (искусственный) эффекты АНЧАР* (рис.1). Спонтанный эффект АНЧАР используется в “легкой” (или “пассивной”) модификации технологии АНЧАР, без использования искусственного источника возбуждения. “Тяжелая” (или “активная”) модификация технологии, основанная на индуцированном эффекте АНЧАР и применяющая сейсмический источник возбуждения, обладает рядом преимуществ. Они связаны с возможностью воспроизводимости результатов, с большей определенностью интерпретации, с отсутствием необходимости эталонных измерений вблизи продуктивных и непродуктивных скважин. По этим причинам спектр услуг технологии АНЧАР строится в основном на втором виде эффекта.

Опытно-промышленное внедрение как первого, так и второго варианта технологии, началось с 1994 года. За прошедшие более чем десять лет авторами был накоплен огромный опыт работ. В

качестве наиболее простого критерия идентификации УВ в месте исследования, как видно из рис. 1, в обоих вариантах технологии может использоваться спектральная амплитудная аномалия. Семейство таких критериев получило название “амплитудные критерии АНЧАР” (АКА).

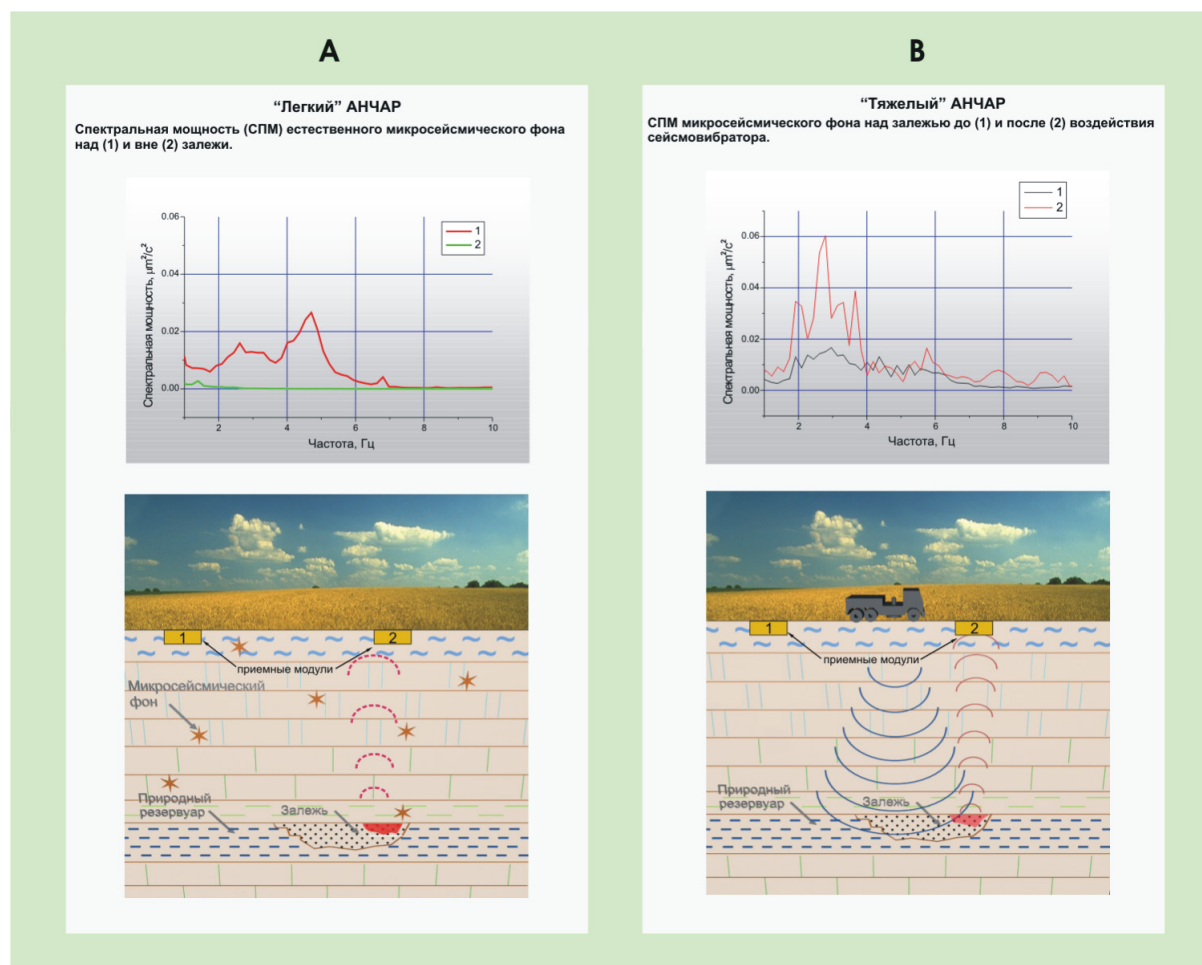


Рис. 1. Схема измерений по технологии АНЧАР с использованием спонтанного (А) и индуцированного (В) эффекта АНЧАР

Спонтанный эффект АНЧАР и его критический анализ

Все более возрастает внимание к разведке полезных ископаемых с использованием естественного шумового поля упругих колебаний. Очевидно, что спонтанный эффект АНЧАР и основанный на нем пассивный вариант технологии АНЧАР принадлежит этой области исследования. Авторам известна опытная технология-копия пассивного варианта АНЧАР (1992г.) – НуMAS [4] (2005г.). Возникновение этой технологии является следствием ухода ряда российских бывших сотрудников в западные конкурирующие фирмы. Сравнение открытых публикаций, в частности [4], доказывает это обстоятельство. Эта технология так или иначе использует амплитудные характеристики спектра естественного микросейсмического фона для идентификации залежи углеводородов. Более чем десятилетний опыт применения спонтанного эффекта АНЧАР в режиме **пассивного мониторинга** показал, что использование таких характеристик в технологиях без искусственных источников возбуждения сопряжено с целым рядом принципиальных трудностей, которые игнорируются. Вот часть из них:

- необходимость учета суточных естественных ритмов уровня микросейсмического поля при протяженных во времени исследованиях перспективных на нефть и газ площадей;

- необходимость наличия на исследуемых площадях скважин с известной продуктивностью, т.к. уровень микросейсмических колебаний вблизи этих скважин используется в качестве порогового;
- необходимость длительных наблюдений в одной точке, низкая, в связи с этим, производительность и более высокая зависимость от техногенных помех.

Тем не менее, отсутствие тяжелых искусственных источников возбуждения делает “легкие” микросейсмические методы очень ценными в сложных в климатическом и физико-географическом отношении районах. Однако, очевидно, что любой критерий наличия-отсутствия залежи УВ, основанный на амплитудных характеристиках фонового микросейсмического волнового поля, будет иметь вышеуказанные проблемы. Пытаясь разрешить их, авторы в течение последнего времени проводили экспериментальные наблюдения микросейсмического фонового поля на ряде месторождений. В результате этих исследований было установлено новое свойство естественных микросейсмиков над месторождением УВ (**нефтегазовые микросейсмы**). Оно получило название **Упорядоченность** в следующей формулировке:

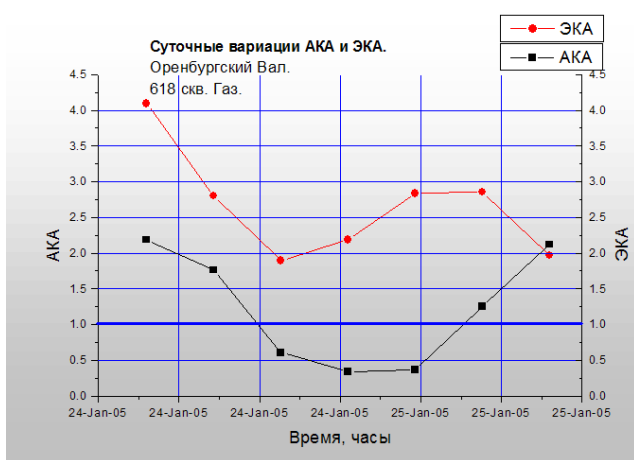


Рис. 2. Сравнение суточной воспроизводимости АКА и ЭКА.
(За единицу приняты суточные максимумы значений АКА и ЭКА вне контура залежи).

- *уровень упорядоченности микросейсмического фона в контуре месторождения УВ выше, чем за его пределами.*

Мерой неупорядоченности (а значит и упорядоченности) случайного статистического ансамбля является энтропия. Полученное свойство позволило сформулировать так называемый **энтропийный критерий АНЧАР** (ЭКА). На рис. 2 продемонстрирована его независимость от суточных ритмов естественных микросейсмиков и устойчивость его во времени на протяжении суток на одном из месторождений Оренбургской области. Подобные исследования проводились вблизи 4 продуктивных и 2 сухих скважин на 3 различных месторождениях Оренбуржья. Рис. 2 типичен для всех случаев опытных работ. Хорошо видна суточная неустойчивость прогнозного критерия, основанного на АКА естественного

микросейсмического фона и высокая степень устойчивости последнего, судя по кривой ЭКА.

Летом 2005 года на Саблунском участке в Ханты-Мансийском округе были успешно проведены первые опытно-промышленные работы с использованием ЭКА.

Индукцированный эффект АНЧАР и результаты его использования

Возбуждение геосреды сейсмическим источником колебаний, несколько “утяжеляя” технологию за счет использования одного сейсмодвижителя, дает возможность существенно увеличить производительность инфразвукового прогноза и добиться повышения его достоверности. При этом сохраняется относительная (по сравнению с сейсморазведкой) “легкость” и скорость проведения полевых работ и обработки материалов. Кроме того, исключаются упомянутые трудности “спонтанного” АНЧАР. Эффективность такого подхода в микросейсмическом картировании с целью прогноза нефти и газа доказана в России, Казахстане, а также за границей СНГ – в Марокко и Болгарии (метод ADD-HR).

За более чем 10 лет авторам стали известны результаты опробования и испытания 75 поисковых и разведочных скважин на 43 объектах (площадях, структурах) с глубинами залегания продуктивных горизонтов от 700м до 7000м. Эти объекты изучены методом АНЧАР и расположены в пределах 16 нефтегазоносных районов на территориях деятельности 16 нефтегазодобывающих и геологоразведочных предприятий. Скважины пробурены после выполненного прогноза АНЧАР. Из всех 75 участков расположения анализируемых скважин положительный или отрицательный прогноз нефтегазоносности геологического разреза подтвержден в 61 случае (более 80%).

Последним примером подтверждения прогноза АНЧАР глубоким бурением (2005г.) является участок нефтеносной скв. 2 на одном из месторождений Западного Казахстана (рис.3).



Рис. 3. Прогноз нефтегазоносности методом АНЧАР (Западный Казахстан)

Летом 2006г. были проведены первые опытно-промышленные работы с применением АНЧАР на шельфе Каспия. В пределах перспективной структуры намечены аномальные зоны, свидетельствующие с одной стороны о перспективности структуры, с другой – о неоднородности её нефтегазонаполнения.

Conclusions

- Obviously, technologies, based on effect of ANCHAR are part of category of Microseismic Methods and Technologies.
- A number of principle problems in use of ‘passive’ methods like HyMAS - an imitation of ‘passive’ ANCHAR which don’t apply any artificial sources and is based on amplitude qualities of spectrum of natural microseismic background noise has been found.
- The property of Microseismic Background Noise Order above deposits was discovered and a new criterion of HC identification ECA was tested successfully.
- Statistics of using the ANCHAR technology proved that the technology is a verified, ready-to-use, economic and highly effective geophysical microseismic technology, which in combination with other geophysical and geological technologies and methods allows directly detect the presence of HC’s in promising on-land and off-shore areas and cut down expenditures for tapping dry structures and non-reservoir zones.

Литература

- [1]. Патент РФ № 2045079, 1992; Патент РФ №2054697, 1992; Патент РФ №2161809, 1998.
- [2]. Научное открытие № 129, 1997.
- [3]. Кузнецов О.Л., Графов Б.М., Сунцов А.Е., Арутюнов С.Л., Технология АНЧАР: О теории метода. // Геофизика -2003, Специальный выпуск "Технологии сейсморазведки - II". -С. 103-107.
- [4]. Holzner R., Eschle P. and others: Applying microtremor analysis to identify hydrocarbon reservoirs. // First Break v.23, May, 2005.