

Современное состояние технологии поиска и мониторинга залежей углеводородов АНЧАР. Результаты последних лет

■ Арутюнов С.Л., к.г.-м.н. (НТК АНЧАР), г. Москва

Сиротинский Ю.В., к.т.н., Сунцов А.Е., к.ф.-м.н., (ИФХЭ РАН), г. Москва

Технология АНЧАР относится к новому классу технологий микросейсморазведки, которые основаны на анализе микросейсмического шумового поля с целью поиска нефти и газа. В настоящее время разработаны и внедряются модификации технологии применительно к условиям шельфа, транзитных зон, микросейсмического мониторинга геологической среды.

Явление парагенезиса аномалий геофизических, геохимических, биологических полей над зоной залежи УВ широко известно (научное открытие СССР, № 234). Вторичное минералообразование, изменение физических параметров слоистой толщи пород над мигрирующими вверх по разрезу углеводородами залежей – все это находит в той или иной степени отражение в геофизических полях различной природы. Известны аномальные зоны электропроводности, силы тяжести, магнитных свойств, а эффекты аномального поглощения сейсмических волн высокочастотного спектра использованы в промышленной сейсморазведке («аномалии типа залежь»).

Впервые прикладная микросейсмическая инфразвуковая технология разведки нефти и газа АНЧАР (Акустическая НизкоЧастотная Разведка) возникла у нас в России в начале 90-х годов [1, с.33]. Её авторами были специалисты Минприроды, ГАЗПРОМ и РАН. Технология возникла на основе феноменологического прецедента наличия в волновом сейсмическом поле спектральных аномалий в инфразвуковом диапазоне частот над месторождениями УВ. До 80-х годов прошлого столетия этот прецедент на ряде объектов был зарегистрирован исследователями ИФЗ АН СССР [2, с.1084], а после 90-го года отмечен многочисленными примерами при применении уже оформившейся промышленной техноло-

гии АНЧАР. В этот период были выполнены опытные работы на ряде полигонов – Калужское ПХГ, Братское, Ковыктинское, Староключёвское, Оренбургское, Кара-чаганакское и др. месторождения УВ, и защищены первые патенты [3,4]. Дальнейшие полтора десятилетия успешного применения с коэффициентом успеха прогноза более 0.8 по-прежнему позволяют надеяться на достойное внимание к технологии АНЧАР отечественного ТЭК.

Теоретическое обоснование феномена после наших публикаций было предпринято также целым рядом авторов, в том числе и зарубежными [5-9]. Отметим, что феномен АНЧАР был промоделирован в работе [10], где было показано хорошее согласие физической модели с наблюдениями. Представления, которых придерживаются сами авторы технологии, содержатся в работах [11, с.10; 12, с.9] и сформулированы в научном открытии [13, с.15]. Однако, необходимо подчеркнуть, что ведущиеся дискуссии на пространстве научных допущений и частных выводов не снимают с арены самого факта феномена аномальности инфразвукового микросейсмического поля над залежами нефти и газа.

Как мы полагаем, объективно оценивая свои способности и возможности, технология АНЧАР служит для того, чтобы определить нефтегазовое насыщение коллекторов в ловушках структурного и неструктурного типов, которые так или

иначе закартированы сейсморазведкой. Критические, то есть рискованные геологические условия решения этой задачи заключаются в следующем: а) глубины залегания УВ менее 300-400 м; б) нефтегазонасыщенные толщины менее 2-3 м; в) густые дегазированные вязкие нефти.

За прошедшие годы работы по технологии АНЧАР выполнялись в различных геологических условиях: для ловушек структурного и неструктурного типов, в условиях активного проявления соляной тектоники, для карбонатных и терригенных коллекторов. Работы проводились в разных географических условиях: в степях Предуралья и Прикаспия, прериях Колорадо, пустынях Каракума и Сахары, горных хребтов Копет-дага и Атласа, тайги Восточной Сибири и сельвы Амазонии, условиях болот Западной Сибири, а также на каспийском и тихоокеанском шельфах.

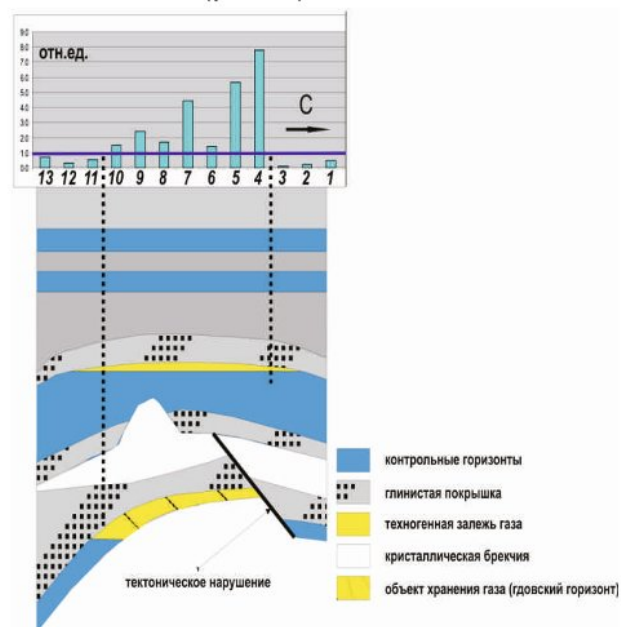
Современная геологоразведка всё чаще проводится в сложных географических и геологических условиях. Это накладывает всё большие требования на применяемые технологии разведки. В этой связи, и современные варианты микросейсмических методов прогноза нефти и газа в технологии АНЧАР приобрели необходимые уникальные свойства. В отличие от ранних модификаций технологии, современный АНЧАР существенно отличается:

- отказом от источников возбуждения среды (сейсмодвигателей) с целью облегчения технологии для применения в самых разнообразных, в том числе экстремальных, географических условиях;
- минитиатюризацией и физической защищённостью регистрирующих модулей авторского (в малой серии) производства;
- новыми принципами и приёмами

регистрации и обработки сейсмограмм, авторским сертифицированным программным обеспечением, улучшающим соотношение сигнал/шуми реализацию 3D-моделирования поля инфразвукового излучения объектов;

- адаптацией и промышленным освоением аппаратуры для работы в условиях транзитных зон и морского шельфа.

Начиная с 2008г. новые методы в технологии стали внедряться, на объектах ГАЗПРОМ (рис.1.).

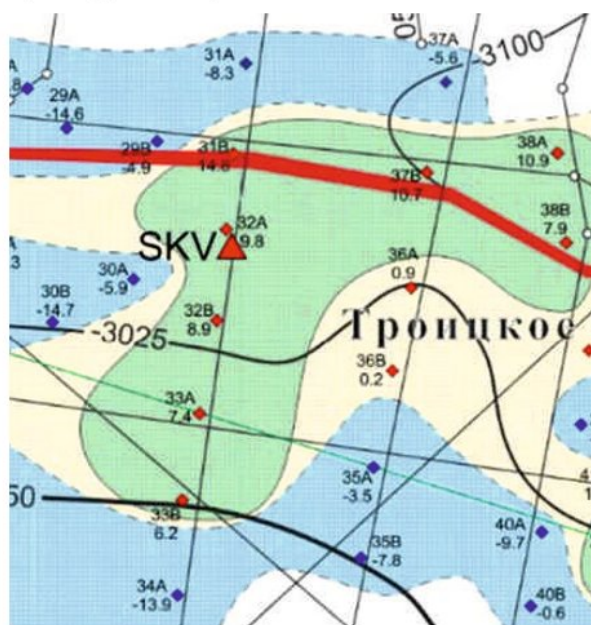


▲ Рис. 1. Схематический геологический профиль Калужского ПХГ и результаты обработки измерений по технологии АНЧАР.

В частности, были продолжены многолетние (с1993г.) исследования по мониторингу контура ГВК в процессе закачки-отбора на Калужском ПХГ, однако метод относительного индуцирования был заменён методом профильного группирования [14, с.26, 15, с.58]. На рис.1. приведена иллюстрация картирования положения контуров на линии скв.70-15 при максимальном заполнении ловушки в гдовских песчаниках на глубине 700м: северная граница объекта, контролируемая тектоническим нарушением, отмечена между точками 3 и 4, южная, связанная

с положением ГВК в исследуемую фазу эксплуатации ГВК, – между точками 10 и 11. Это положение контуров подтверждается контрольными скважинами.

Однако, успехи при прогнозировании залежей УВ были достигнуты применением и более ранних по времени разработки методов в технологии АНЧАР. С 1995 по 2010 гг. прогноз подтверждался глубоким бурением в среднем в 8 случаях из 10. Одни из последних примеров [16, с.194,17, с.56] относятся к Корниловской и Акобинской площадям в южном Предуралье (ГАЗПРОМ), к Чиканской площади в южном Прибайкалье (ГАЗПРОМ), к Кашаевской площади в Бузулукской впадине (“ДиректНефть”). Результаты работ по последнему участку приведены на рис.2.

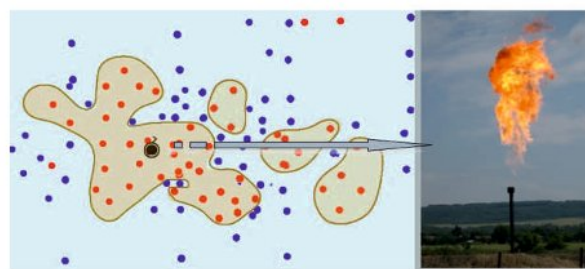


▲ Рис. 2. Первая нефтяная скважина в пределах аномалии АНЧАР на Троицкой структуре (Урало-Поволжье)

В 2009 г. в пределах северного борта Бузулукской впадины исследовано инфразвуковое поле Троицкой структуры в связи с поэтапной реализацией частной американской компанией «Директ Нефть» программы «сланцевой» нефти. По результатам переобработки данных

сейсморазведки и рекомендаций АНЧАР, в пределах установленной аномалии пробурена скважина и получены притоки нефти. Разведка и освоение открытого нефтяного месторождения продолжается.

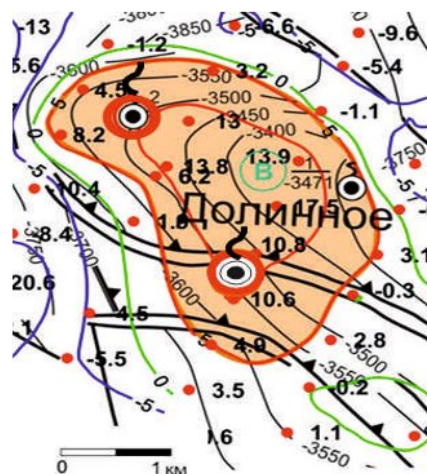
Работы по технологии АНЧАР выполнялись в период 2006-2008гг. в северо-западной части Болгарии на территории более 4 тыс.кв.км в рамках договора с американской компанией Direct Petroleum Exploration. По результатам прогноза АНЧАР [17, с.56] пробурена скважина глубиной порядка 6 км. В результате получен промышленный приток газа из нетрадиционных карбонатных коллекторов и открыто первое в истории новой Болгарии газовое месторождение (рис.3).



▲ Рис. 3. Открытие газового месторождения в Болгарии, обоснованного аномалией АНЧАР.

На площади Долинная в Казахстане (рис.4.) также выполнены работы по технологии АНЧАР для компании ВМВ-Мунду, показавшие продуктивность северо-западной периклинали и юго-западного погружения структурной ловушки и отсутствие таковой в своде структуры. После присводовой малопродуктивной скв.1 были пробурены скв.2 и скв.3 в соответствии с рекомендациями АНЧАР, которые дали промышленные притоки нефти [18, с.72].

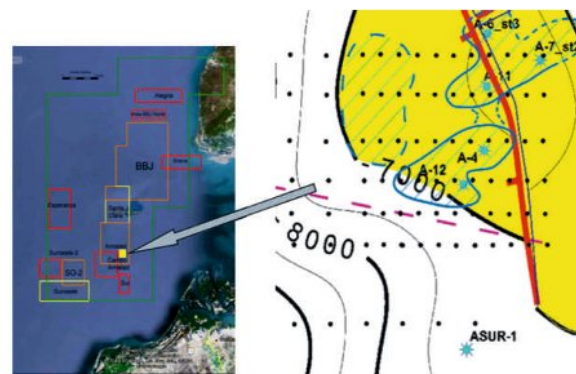
Уже с конца 90-х годов в акватории Азовского моря выполнены экспериментальные работы по технологии АНЧАР совместно с “Южморгеологией”. Опытно-промышленные исследования по



▲ Рис. 4 Пример использования технологии АНЧАР в юго-западном Казахстане

прогнозу продуктивности недр проводились нами в 2005 г. в содружестве с “Казморгеофизикой” на шельфе северо-востока Каспия на площади Тюб-Караган. Пробуренная позже скважина подтвердила отрицательный прогноз сводового участка структуры [18, с.72].

В связи с развитием новых методов прогноза технологии АНЧАР последних лет, нельзя особо не упомянуть о промышленном внедрении морского варианта технологии на тихоокеанском шельфе Эквадора – в заливе Гуаякиль и на лицензионном Блоке 6 (рис.5.). Здесь исследовано более 1000 кв.км акватории, выявлены многочисленные поисковые объекты для проведения детальных работ и последующего бурения [17, с.56]. Наиболее подробно исследованы прогностические поля месторождения Amistad (Petroequador). Оконтуренные аномалии ориентируют дальнейшее бурение. Скважина 7-st-2 до периода работ АНЧАР была выведена из эксплуатации как непродуктивная. После положительного прогноза АНЧАР скважина 7-st-2 была восстановлена и дала промышленный приток газа. Кроме того, установлен новый разведочный объект – аномалия АНЧАР на западе структуры. Бурение самого последнего времени подтверди-



различных компаний и изготовлением сотен континентальных и морских датчиков, исчезли всяческие известия и публикации по предмету. Причина закрытия темы с большой вероятностью связана с успешным внедрением итогов разработок в эксклюзивную практику.

3. В северо-восточной части сахалинского шельфа Охотского моря функционируют нефтегазовые российские и зарубежные компании, в том числе объединенные в консорциумы, которые занимаются разведкой УВ на многочисленных лицензионных участках. Во второй половине нулевых годов здесь было пробурено с десятков скважин, из которых лишь одна-две оказались продуктивными. Это привело к уменьшению на порядок ресурсного потенциала ряда участков, к распаду консорциума, к разориентации направлений дальнейшего развития разведки [20, с.30].

Убеждены, что использование технологии АНЧАР для определения местоположения разведочных скважин и отборки поисковых объектов по степени их перспективности, существенно изменило бы создавшуюся ситуацию.

4. Наконец, благодаря публикациям В.М.Орлова и Н.В. Милетенко стало широко известно, что на одну тонну УУВ, добытой в России, разведывается одна тонна запасов. В среднем в мире этот показатель более чем в 2 раза превосходит российский.

Пришло время (и не сегодня) спешно и активно внедрять новые разведочные технологии. Только комплексирование сейсморазведки и бурения с оперативными и относительно лёгкими методами прогноза УВ позволит повысить коэффициент восполняемости ресурсов стратегического для России сырья.

Компания АНЧАР, пионер отечественной технологии инфразвуковой микро-

сейсмической разведки нефти и газа, имеет все возможности для эффективного решения комплекса задач, связанных, в конечном счете, с определением местоположения разведочных скважин и оконтуриванием и мониторингом залежей УВ. Технология АНЧАР является необходимым элементом сейсморазведочных работ, повышающим успешность прогноза залежей УВ в пределах 2Д и 3Д структурных и неструктурных объектов, а следовательно – снижающим финансовые и временные затраты и исключающим бурение многих непродуктивных скважин.

Литература

1. Арутюнов С.Л., Кузнецов О.Л. и др., Опыт низкочастотной разведки в газоносных районах Оренбургской области // Геология нефти и газа, № 11, 1994г., - С.33.
2. Нерсесов И.Л., Каазик П.Б., Рахматуллин М.Х., Трегуб Ф.С., О возможности поиска газовых месторождений по спектральным отношениям амплитуд микросейсмического фона // ДАН СССР, №5, т.312, 1990г., - С.1084.
3. Патент № 2045079. Способ вибросейсморазведки при поиске нефтегазовых месторождений (приоритет 01.04.92).
4. Патент № 2054697. Способ сейсморазведки при поисках нефтегазовых месторождений (приоритет 29.12.92)
5. Корчагин А.С., Механизм низкочастотных резонансов в пористой породе // Геофизика, 2000г., №6, - С.30.
6. Свалов А.М., О возможном физическом механизме эффекта АНЧАР. // Технологии сейсморазведки, №1, 2010г., - С.27.
7. Биряльцев Е.В., Вильданов А.А., Моделирование эффекта АНЧАР в методе низкочастотного сейсмического зондирования. // Технологии сейсморазведки, №1, 2010г., - С.31.
8. Brian S., Stefan M., Time reverse modeling of microtremors: A potential method for hydrocarbon reservoir Localization, SEG Annual Meeting, San Antonio, 2007.

9. Алексеев А.С., Дедов В.П., Тригубович Г.М., Геофизики должны хорошо знать механику. – Геофизика №3, 2007г., - С.55-57.

10. Сейсмоакустика пористых и трещиноватых геологических сред. Том I-III. Коллектив авторов. Под редакцией О.Л.Кузнецова, 2004г.

11. Графов Б.М., Арутюнов С.Л., Казаринов В.Е., Кузнецов О.Л., Сиротинский Ю.В., Сунцов А.Е. – Анализ геоакустического излучения нефтегазовой залежи при использовании технологии АНЧАР. // Геофизика, 1998г., №5, - С.10.

12. Сунцов А.Е., Графов Б.М., Капельно-пузырьковая модель излучающей залежи УВ в технологиях микросейсморазведки. // Технологии сейсморазведки, №1, 2010г., - С.9.

13. Арутюнов С.Л., Давыдов В.Ф., Кузнецов О.Л., Графов Б.М., Сиротинский Ю.В., Научное открытие А-129. Явление генерации инфразвуковых волн нефтегазовой залежью (приоритет 22.03.97; поступление 25.12.98; заявитель ЗАО АНЧАР). Диплом 109.

14. Арутюнов С.Л., Востров Н.Н., Дворецкий П.И., Дуболазов В.И. и др., Метод АНЧАР для геомониторинга ПХГ. // Газовая промышленность, №9, 1999г., - С.26.

15. Арутюнов С.Л., Карнаухов С.М., Позднухов С.В., Булавин В.Д., Востров Н.Н.,

Технология АНЧАР при поисках и мониторинге залежей углеводородов. // Технологии сейсморазведки, №1, 2010г., - С.58.

16. Карнаухов С.М., Горячев С.А., Токин В.В., Худорожков В.Г., Дека А.А., Микросейсмическая инфразвуковая технология разведки нефти и газа АНЧАР. Результаты и возможности. - Газпром, Материалы XV координационного совещания, 2010г., - С.194.

17. Арутюнов С.Л., Сунцов А.Е., Микросейсмическая инфразвуковая технология разведки нефти и газа АНЧАР. Современное состояние. // Oil&Gas Journal, Russia, №1-2, 2013г., - С.56.

18. Кунаев М.С., Яскевич С.И., Арутюнов С.Л., Опыт применения технологии АНЧАР в континентальной и морской части западного Казахстана. // Технологии сейсморазведки, №1, 2010г., - С.72.

19. Арутюнов С.Л., Коэффициент успешности прогноза нефти и газа по технологии АНЧАР. - Технологии сейсморазведки, №1, 2010, с.52.

20. Пешкова И.А., Слишком малые приросты... // Oil&Gas Journal, Russia, №8, 2008г., - С.30.

ИНФОРМАЦИЯ

В статье «Современные бескабельные телеметрические сейсморегистрирующие системы (обзор)», размещенной в выпуске журнала 02/2014, в качестве поставщика систем FireFly и Hawk указана компания INOVA (совместное предприятие, созданное компаниями BGP (51%) и ION Geophysical (49%)).

В поступившем в редакцию журнала «Приборы и системы разведочной геофизики» письме коммерческого директора ООО «Инпут/Аутпут Сервис СНГ г-на Д.Р.Бабeka указывается, что сейсморегистрирующие системы FireFly и Hawk разработаны и производятся исключительно в США. Следует отметить, что авторы статьи данный факт сомнению не подвергали (см. стр.7 журнала). Тем не менее, редакция благодарит г-на Д.Р.Барбека за данное уточнение приведенной в статье информации.