

Геодинамический шум залежей углеводородов и пассивно-активная сейсморазведка МОГТ

Л.А. Максимов

к. г.-м.н., ст. преподаватель¹
leoid-maks0@rambler.ru

Г.В. Ведерников

д. г.-м.н., зам. директора по науке²
gvv1900@yandex.ru

Г.Н. Яшков

гл. геофизик²
yashkov38@mail.ru

¹Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия
²ООО «НМТ-Сейс», Новосибирск, Россия

Приводятся сведения о технологии пассивно-активной сейсморазведки методом общей глубинной точки (ПАС МОГТ), решающей задачу прямого поиска залежей углеводородов по динамическим параметрам, излучаемым этими залежами наведенного геодинамического шума. Показано, что использование этой технологии позволяет предотвратить бурение непродуктивных скважин.

Материалы и методы

В предлагаемой технологии ПАС МОГТ комплексированы регистрация и интерпретация излучаемых залежами УВ наведенных геодинамических шумов и отраженных от сейсмических границ волн. Этим обеспечивается высокая эффективность изучения геометрии отражающих границ и регистрации излучаемых залежами УВ наведенных геодинамических шумов.

Ключевые слова

сейсморазведка МОГТ, прямой поиск залежей углеводородов, наведенный геодинамический шум, коэффициент успешности поисково-разведочного бурения

Главной задачей применяющихся в настоящее время сейсмических методов является изучение пространственного распределения физических параметров и показателей спонтанной сейсмической активности [1].

Сейсморазведка сегодня — основной метод подготовки объектов под поисково-разведочное бурение. Она с достаточной степенью достоверности выявляет структуры, которые при определенных благоприятных условиях могут содержать залежи нефти, а могут их и не содержать. Подтвердит эту неопределенность только скважина, но какой ценой?

Успешность поисков залежей нефти и газа как была в пределах 10...30% в прошлом (в СССР и США), так и держится в этих пределах сегодня (рис. 1) [2]. И будет держаться завтра и послезавтра, и до тех пор, пока нефтяники от поисков структур не перейдут к поискам нефтесодержащих ловушек. Смысл повышения эффективности поисково-разведочных работ сводится к очевидной задаче — к разделению структур, выявленных сейсморазведкой, на продуктивные и непродуктивные ловушки нефти и газа. Если решается эта задача, то происходит экономия огромных средств, которые тратятся на поисково-разведочное бурение на заведомо непродуктивных структурах.

Известно, что нефтегазовые залежи, будучи неустойчивыми термодинамическими системами, излучают повышенный уровень спонтанных и наведенных геодинамических шумов [3]. Для анализа таких шумов с целью прямого поиска залежей углеводородов (УВ) может использоваться инновационная технология пассивно-активной сейсморазведки методом общей глубинной точки (ПАС МОГТ), разработанная в ООО «НМТ-Сейс» [4–6] (аналог активного варианта технологии АНЧАР [3]).

Современная стандартная сейсморазведка МОГТ по своей сути является пассивно-активной. Действительно, на сейсмической трассе на участке до первых вступлений регулярных волн регистрируются микросейсмические и геодинамические шумы — пассивная составляющая записи. На остальной части записи совместно с микросейсмическими и геодинамическими шумами регистрируются колебания регулярных волн — активная составляющая записи, содержащая информацию о геометрии сейсмических границ в земной толще. Пассивная составляющая содержит информацию о наличии (отсутствии) залежей УВ, излучающих геодинамические шумы.

В предлагаемой технологии ПАС МОГТ комплексированы регистрация и



Рис. 1 — Динамика изменения коэффициента успешности (в %) при бурении поисковых и разведочных скважин в США [2]

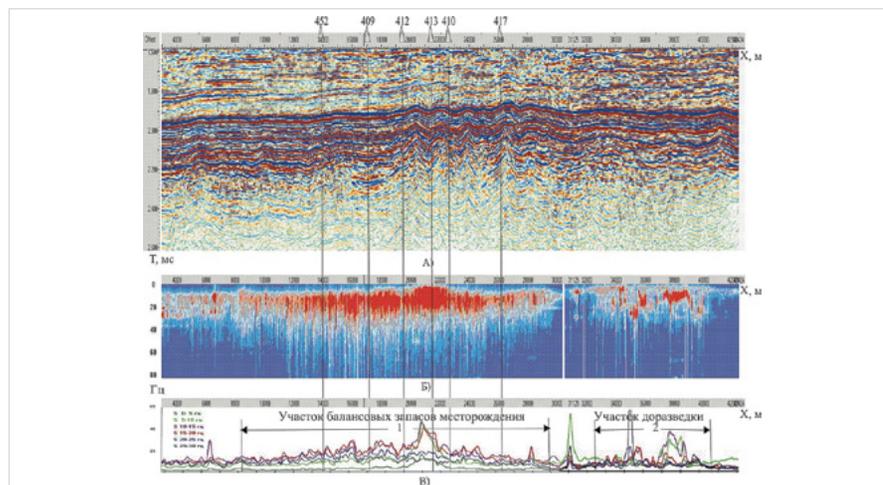


Рис. 2 — Временной сейсмический разрез (А), амплитудно-частотный спектр микросейсм (Б) и графики интенсивности спектра в полосах частот (В)

интерпретация излучаемых залежами УВ искусственно наведенных геодинамических шумов и отраженных от сейсмических границ волн. Этим обеспечивается как высокая эффективность изучения геометрии отражающих границ и скоростей между ними за счет многократного прослеживания отраженных от этих границ волн, так и высокая эффективность поиска залежей УВ за счет многократного воздействия на них сейсмическими волнами и регистрации излучаемых ими наведенных геодинамических шумов. Важное достоинство метода заключается в возможности независимого параллельного извлечения информации из волновых полей, имеющих принципиально различную природу и зарегистрированных практически одновременно в одном месте. В принципе, технология ПАС МОГТ является одной из модификаций многоволновой сейсморазведки, в более широком понимании термина «многоволновая сейсморазведка» — то есть, не только волны различной поляризации. Таким образом, проводя совместную интерпретацию отраженных волн и шумов, будем иметь информацию о геометрии границ в среде и наличии в среде УВ, т. е. имеем возможность решать задачу прямых поисков ловушек УВ, а не структур, как делается сегодня. И этот момент весьма принципиальный, поскольку появляется возможность решать основную задачу в поисково-разведочном бурении. При этом резко (в разы) повышается успешность бурения.

Технология ПАС МОГТ опробована на десятках месторождений УВ Западной и Восточной Сибири и показала свою эффективность: все месторождения отмечаются аномалиями

интенсивности геодинамических шумов (рис. 2) и отсутствием таких аномалий вне месторождений (рис. 3).

В течение последних 7 лет были выполнены по Государственным контрактам совместно с ФГУП СНИИГГИМС работы по прогнозу зон нефтегазоаккумуляции в Западной и Восточной Сибири в объеме свыше 13 тыс. пог. км профилей и показана эффективность использования технологии ПАС МОГТ на всех этапах геолого-разведочных работ:

- при региональных работах — выявление перспективных участков для поисковых и разведочных работ;
- на предразведочном этапе — подготовка пакетов информации для лицензирования участков недр;
- при поисково-разведочных работах — выявление и ранжирование перспективных объектов, особенно неантиклинального типа;
- при планировании буровых работ — экспертная оценка надежности рекомендаций на заложение скважин, что особенно эффективно, так как позволяет предотвратить бурение непродуктивных скважин.

Принципиальной особенностью технологии ПАС МОГТ является возбуждение колебаний и регистрация микросейсм и регулярных волн по методике многократных перекрытий. Следствием этого являются следующие уникальные достоинства этих технологий по сравнению с технологией АНЧАР:

1. Производится многократное (а не однократное) импульсно-волновое (а не моногармоническое) длительное внешнее

воздействие на залежи УВ волнами, создаваемыми техногенным источником. Кратность такого воздействия равна кратности системы наблюдения МОГТ. Длительность воздействия при среднем интервале времени возбуждения колебаний от ПВ к ПВ, равном 2–3 мин, составляет 60–180 мин (1–3 часа). В итоге на залежи УВ в течение 1–3 ч воздействует непрерывный цуг сейсмических волн с периодически повторяющимся через каждые 2–3 мин повышением их интенсивности. Это обеспечивает более высокую, в полосе частот до 40 Гц, интенсивность наведенного геодинамического шума от залежей УВ, регистрация которого возможна стандартной сейсмической аппаратурой.

2. Регистрация микросейсм производится многоканальной системой наблюдения МОГТ, что обеспечивает высокую плотность ПП на профиле при длительности регистрации микросейсм на каждом ПП около 2–6 часов. Это на порядок и более увеличивает объем получаемой информации о геодинамических шумах и, повышает надежность и точность их выделения без дополнительных затрат на такие работы.
3. Данную технологию можно осуществлять и по результатам ранее проведенных работ МОГТ, используя фондовые материалы. Это позволило с 2006 по 2014 гг. без затрат на специальные полевые работы обработать по этой технологии данные МОГТ в объеме около 13 000 пог. км, полученных на многих площадях

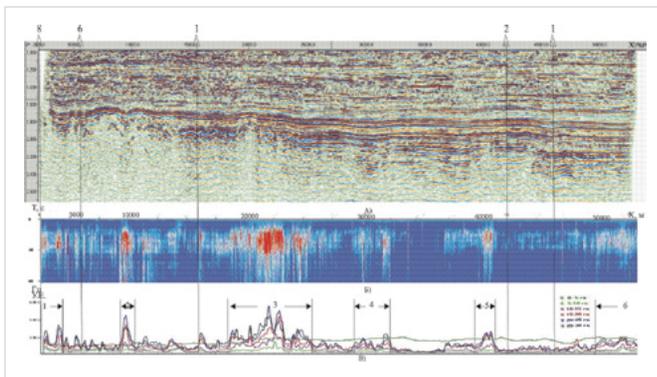


Рис. 3 — Временной сейсмический разрез (А) и характеристики микросейсм (Б, В) на участке непродуктивных скважин

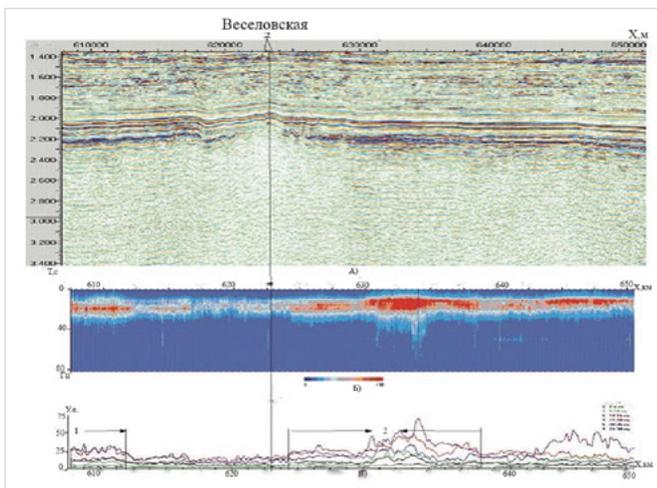


Рис. 4 — Типичный пример расположения залежи УВ на крыльях складки. Юг Западно-Сибирской низменности

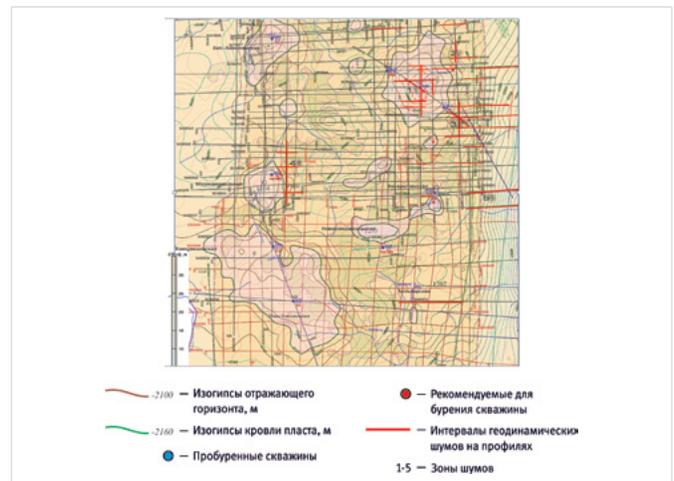


Рис. 5 — Расположение зон 1-5 геодинамических шумов и структурный план пласта Б10 на Аленкинском ЛУ

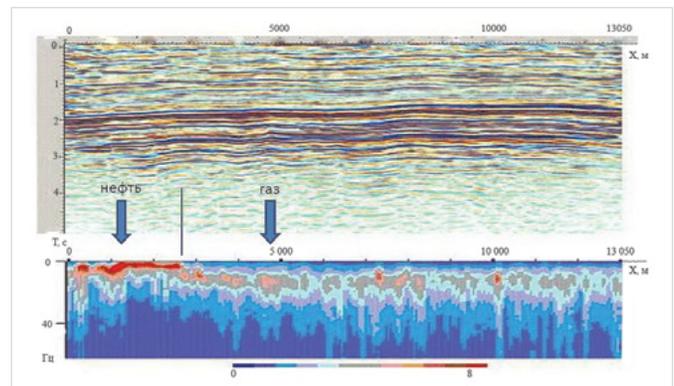


Рис. 6 — Временной разрез (А) и спектр шумов (Б) в зоне перехода от нефтяной к газовой залежи

Западной и Восточной Сибири, в том числе, на площадях более 30 известных месторождений с наличием более 200 продуктивных и «пустых» скважин. Было установлено, что по местоположению участков (на профиле) и зон (на площади) геодинамических шумов можно определить контуры залежей УВ (рис. 2) и тип ловушек (антиклинальный, неантиклинальный) (рис. 4, 5). По таким особенностям спектра шумов, как общая их интенсивность, преобладающая частота и модальность можно осуществить прогноз относительного объема запасов УВ в объекте и прогноз о наличии типа флюидов (нефть, газ, конденсат) в объекте (рис. 6).

Указанные выше возможности технологии ПАС МОГТ весьма актуальны в настоящее время, когда кризис в экономике продолжает усиливаться. Использование этой технологии позволит нефтяникам бурить ловушки УВ, а не структуры, что повысит эффективность геолого-разведочных работ (в разы) при поисках нефти и газа.

Справка

В России пробурено в 2013 г. 6500 поисково-разведочных скважин, в 2014 г. — 5850 скважин. Стоимость бурения одной поисково-разведочной скважины в РФ составляет от

100 до 500 млн руб. в зависимости от географического положения скважины, конструкции, существующей инфраструктуры и т.д.; средняя стоимость около 300 млн руб. При успешности бурения 10...30% в 2013 году из пробуренных 6500 скважин 3900 скважин оказались непродуктивными, на их бурение было затрачено около 1,2 трлн руб.

Итоги

Технология ПАС МОГТ опробована на десятках месторождений УВ Западной и Восточной Сибири и показала свою эффективность: все месторождения отмечаются аномалиями интенсивности геодинамических шумов и отсутствием таких аномалий вне месторождений.

Выводы

Указанные выше возможности технологии ПАС МОГТ весьма актуальны в настоящее время, когда кризис в экономике продолжает усиливаться. Данная технология позволит нефтяникам бурить ловушки УВ, а не структуры, что повысит эффективность геолого-разведочных работ (в разы) при поисках нефти и газа.

Список используемой литературы

1. Пузырев Н.Н. Методы и объекты сейсмических исследований. Введение в общую сейсмологию. Новосибирск: СО

РАН; НИЦ ОИГГМ, 1997. 301 с.

2. Тимурзиев А.И. Современное состояние практики и методологии поисков нефти — от заблуждений застоя к новому мировоззрению прогресса // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2010. №11. С. 20–31.
3. Графов Б.М., Арутюнов С. А., Казаринов В.Е., Кузнецов О.Л., Сиротинский Ю.В., Сунцов А.Е. Анализ геоакустического излучения нефтегазовой залежи при использовании технологии АНЧАР // Геофизика. 1998. №5. С. 24–28.
4. Патент № 2 263 932 Cl G 01 V/00 Российская Федерация. Способ сейсмической разведки. Заявл. 30.07.2004.
5. Ведерников Г.В. Методы пассивной сейсморазведки // Приборы и системы разведочной геофизики. 2013. №2. С. 30–36.
6. Ведерников Г.В., Максимов Л. А., Чернышова Т.И., Чусов М.В. Инновационные технологии. О чем говорит опыт сейсморазведочных работ на Шушукской площади // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2015. №2 (22). С. 48–56.

ENGLISH

GEOPHYSICS

Geodynamical noise of hydrocarbon pools and passive and active seismic CDPM

UDC 550.3

Authors:

Leonid A. Maksimov — Ph. D., lecturer¹; leonid-maks0@rambler.ru
Gennadiy V. Vedernikov — Sc. D., deputy of science work²; gvv1900@yandex.ru
Georgiy N. Yashkov — chief geoscientist²; yashkov38@mail.ru

¹Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

²«NMT-Seis» LLC, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract

The information on the technology of passive and active seismic using the common-depth-point method (hereinafter “the PAS CDPM”), solving the problem of direct exploration of hydrocarbon accumulations using the amplitude information of induced geodynamic noise emitted by these accumulations is containing.

It is shown that the use of this technology can prevent drilling of nonproductive wells.

Materials and methods

The proposed PAS CDPM technology complexes registration and interpretation of induced

geodynamic noises emitted by hydrocarbon accumulations, and waves reflected from the seismic horizons. This provides high efficiency of studying of reflectors geometry and registration of induced geodynamic noises emitted by hydrocarbon accumulations.

Results

The PAS CDPM technology tested in dozens of hydrocarbon accumulations of Western and Eastern Siberia has proven its efficiency, namely all accumulations have displayed intensity anomalies of geodynamic noises, and no such anomalies have been observed outside accumulations.

Conclusions

The above mentioned PAS CDPM technology capability is relevant nowadays, when the economic crisis is gathering pace. The defined technology will make it possible for petroleum experts to drill traps instead of drilling structures that will increase severalfold efficiency of oil and gas geologic exploration.

Keywords

CDPM seismic, direct hydrocarbon exploration, induced geodynamic noise, prospecting and exploratory drilling success ratio

References

1. Пузырев Н.Н. *Методы и объекты сейсмических исследований. Введение в обшчую сейсмологию* [Methods of seismic survey objects. Introduction to the general seismology]. Novosibirsk: SO RAN; NITs OIGGM, 1997, 301 p.
2. Тимурзиев А.И. *Современное состояние практики и методологии поисков нефти — от заблуждений застоя к новому мировоззрению прогресса* [Contemporary state of practical activity and methodology of oil prospecting - from mistakes of stagnation to new outlook of progress]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2010, issue 11, pp. 20–31.
3. Графов Б.М., Арутюнов С.А., Казаринов В.Е., Кузнецов О.Л., Сиротинский Ю.В., Сунцов А.Е. *Анализ геоакустического излучения нефтегазовой залежи при использовании технологии АНЧАР* [Analysis of geo-acoustic emission oil and gas deposits using ANCHAR technology]. *Geofizika*, 1998, issue 5, pp. 24–28.
4. Patent Russian Federation №2 263 932 Cl G 01 V/00 *Sposob seismicheskoy razvedki* [Method of seismic prospecting]. Declared 30.07.2004.
5. Vedernikov G.V. *Metody pассивnoy seismorazvedki* [Methods of passive seismic prospecting]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki*, 2013, issue 2, pp. 30–36.
6. Vedernikov G.V., Maksimov L.A., Chernyshova T.I., Chusov M.V. *Innovatsionnye tekhnologii. O chem govorit opyt seismorazvedochnykh работ na Shushukской ploshchadi* [Innovation technologies. On seismic survey experience in the Shushukska ya Area]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2015, issue 2 (22), pp. 48–56.