

Использование дипольной технологии акустического каротажа для уточнения структуры месторождения

Ю.В. Уточкин
инженер геофизик¹
utochkinyv@mail.ru

А.И. Губина
д.г.м.н., главный геолог¹
gubinaai@pitc.pnsh.ru

¹ООО «ПИТЦ «Геофизика», Пермь, Россия

В работе рассмотрено использование данных аппаратуры АВАК-11 для уточнения структуры месторождения на основе анализа данных дипольных зондов. Данное направление наиболее актуально в разведочных и обсаженных эксплуатационных скважинах на стадии разведки и начальной разработки месторождения.

Материалы и методы

Проведение исследований аппаратурой АВАК-11 в скважине, обработка данных дипольных зондов по методике Алфорда, получение азимутальной анизотропии, анализ данных совместно с профилометрией и данными о ФМС.

Ключевые слова

широкополосный акустический каротаж, дипольная технология, азимутальная анизотропия, вращение Альфорда, направление напряжений

Широкополосный акустический каротаж является одним из методов, увеличивающих полноту геологических данных, получаемых геофизическими методами и повышающих рациональность разработки месторождения. Он основан на измерении в скважине параметров поля упругих волн звукового и ультразвукового диапазона частот.

По кинематическим и динамическим параметрам регистрируемых волн решаются задачи литологического разделения пород, оценки петрофизических характеристик коллекторов, их проницаемости и нефтенасыщенности, получения упруго-механических модулей пород, уточнения данных о структуре месторождения и распределении трещиноватости, оценки эффективности методов интенсификации притока.

Определение физико-механических свойств (ФМС), степени трещиноватости пород вблизи стенки скважины — одна

из наиболее важных задач современного акустического каротажа, имеющая большое значение при решении геолого-технологических задач, возникающих при эксплуатации нефтегазовых скважин: оценке параметров проходки, расчете дисперсии, параметров гидроразрыва пласта и т.п. В совокупности параметры распространения продольной и поперечной волн при определенных условиях могут использоваться при оценке текущего характера насыщения.

Повышение информативности АК связано с использованием многоэлементных зондов и зондов с улучшенными характеристиками. В аппаратуре АВАК-11 реализована технология возбуждения упругих колебаний в скважине на различных частотах и длинах зондов, что позволяет уверенно разделять различные типы волн. При интерпретации АВАК-11 можно оперировать продольными (P), поперечными (S) и волнами Стоунли (St),

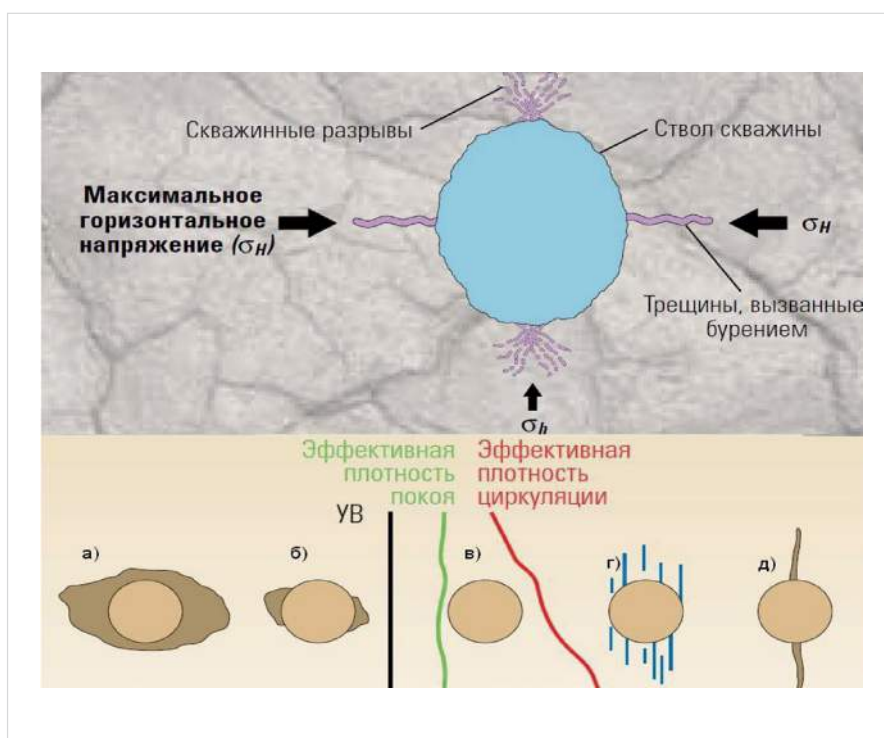


Рис. 1 — Влияние напряжений на состояние ствола скважины (сверху). Влияние плотности бурового раствора, используемого при вскрытии пласта а) — плотность очень низкая, возможно образование обширных каверн и создание аварийных ситуаций, б) — эквивалентная плотность покоящегося бурового раствора больше его удельного веса (УВ), незначительное увеличение диаметров скважины по направлению максимальных напряжений, в) — безопасный диапазон при буровом растворе с плотностью выше эффективной плотности покоя и меньше эффективной плотности циркуляции, г) — плотный раствор, проникновение ПЖ в пласт по направлению минимальных напряжений, д) — микро ГРП при увеличении плотности ПЖ

определяя их амплитуды, интервальные времена и затухания на длине базы, при этом применена дипольная акустическая технология, позволяющая оценивать поперечную волну в низкоскоростном разрезе. Важной особенностью дипольной акустической технологии, обеспечивающие определение азимутальной анизотропии, является поляризация поперечной волны. Амплитуда сигнала будет максимальной при совпадении направления дипольного источника и приемника, и минимальной при угле 90 градусов между приемником и источником. Это свойство направленно, если используется должным образом, дает ценную информацию, чтобы очертить азимутальные изменения или анизотропию свойств пласта.

При проектировании процесса выработки коллекторов, необходимы сведения о структуре продуктивной части месторождения, с целью рационального выбора системы размещения и плотности сеток добывающих и нагнетательных скважин.

При этом недропользователи опираются на структурные карты, построенные по данным сейсморазведки и разведочного бурения. Густота сети разведочных скважин крайне мала и недостаточна для точного определения структуры месторождения. При определении структуры месторождения разведочные скважины служат для уточнения привязки данных сейсморазведки. Сейсморазведка обладает недостаточной детализацией из-за низкой вертикальной и горизонтальной разрешающей способности. Например, в МОВ вертикальную разрешающую способность сейсморазведки принято рассчитывать на основе условия Вайдса, как $1/4 - 1/8$ длины волны. Т.е. если скорость волны меняется от 2000 до 5000 м/с, а используемая частота от 10 до 100 Гц, то из уравнения можно вычислить, что вертикальная разрешающая способность сейсморазведки меняется от 5 до 250 м и в среднем составляет 50 м.

В Пермском крае мощность продуктивных отложений на некоторых месторождениях сравнима с вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки. Кроме того, по данным сейсморазведки выделяются только границы крупных структур, но не отражаются их внутреннее строение и свойства. Для рациональной разработки месторождения прежде всего нужно учитывать структуру и физико-механические свойства (ФМС) нефтяного пласта. На начальных этапах разработки нефтегазового месторождения точные данные о структуре и ФМС пластов можно получить с использованием данных широкой полосы акустики.

Данные по азимутальной анизотропии (ANI) и направлению распространения быстрой поляризованной S-волны (ANA) получают по известной методике Алфорда путем вращения волновых картин с построением волновых картин быстрой и медленной компонент поляризованной S-, исходя из условия минимизации энергии кросс-компонент либо по максимальным расхождениям кинематических параметров (времени прихода и интервального времени) [3]

Направление минимальных напряжений в большинстве случаев соответствует направлению простирания пласта, это связано с тем, что быстрая поляризованная S-волна распространяется в одном случае вдоль микродефектов, в другом перпендикулярно вывалам пород по менее разрушенной стенке скважины. Состояние и направления деформации стенок скважины после бурения в основном обусловлено выбором плотности бурового раствора и направлением действующих напряжений [1] (рис. 1).

При анализе ANA в скважине стоит учитывать методические и приборные ограничения.

В качестве примера возможности применения данных о направлении распространения быстрой волны для уточнения структуры месторождения приведены данные по пяти скважинам Озерного месторождения. Перед началом разработки Озерного месторождения имелась структурная карта по кровле продуктивного горизонта Фм, построенная по данным сейсморазведки и разведочного бурения на которой отмечалась относительно пологая структура с одним куполом. Если мы нанесем на эту карту данные по направлению минимальных напряжений по пяти скважинам, где были выполнены исследования прибором АВАК-11, получится, что только в двух скважинах направление минимальных

напряжений совпадает с направлением изолиний, то есть с направлением простирания пласта.

Если же нанести данные по ANA на уточненные карты, построенные по результатам межскважинной корреляции (рис. 2), получим, что по четырем скважинам направление ANA соответствует простиранию пласта, а на одной, находящейся на границе Озерного месторождения, отличается на 700, это легко объясняется отсутствием скважин выше. Нужно подчеркнуть, что для уточнения структуры месторождения необходимы данные по азимуту скважины и магнитному склонению.

Задача уточнения структуры месторождения методом ВАК-Д может быть решена однозначно, наличия наклонных (>200) относительно оси прибора частых слоев малой мощности (<0.25 м). Для повышения точности определения простирания пластов учитывать изменение профиля скважины, её угол и азимут.

Особую ценность применение метода ВАК-Д будет иметь в разведочных и эксплуатационных скважинах на стадии разведки и начальной разработки месторождения.

Итоги

Показана эффективность применения данных дипольных зондов для оценки направления простирания пластов и напряжений в скважине.

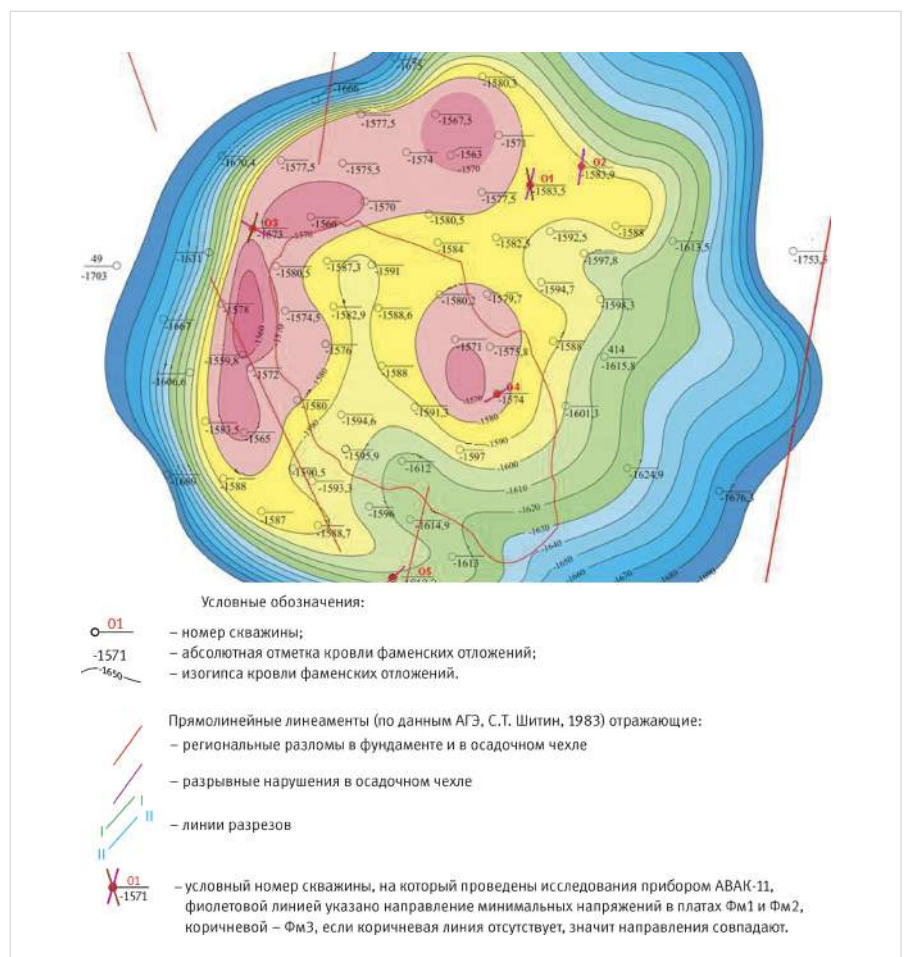


Рис. 2 — Структурная карта Озерного месторождения, уточненная по данным межскважинной корреляции, с нанесенными данными АВАК по направлению минимальных напряжений

Выводы

Использование данных широкополосного акустического каротажа, реализованного в аппаратуре АВАК-11, позволяет при проектировании процесса выработки коллекторов, получать сведения о структуре продуктивной части месторождения, помогая рационально выбирать системы

размещения и плотности сеток добывающих и нагнетательных скважин.

Список используемой литературы

1. Али А., Брауни Т., Ли Д. Моделирование механических свойств геологической среды как средство расшифровки напряжений в горных породах //

Нефтегазовое обозрение. 2005.

2. Смирнов Н.А., Пивоварова Н.Е. Методическое руководство по применению аппаратуры волнового акустического каротажа АВАК-11. Тверь. 2011.
3. Tang X-M., Cheng. A. Quantitative Borehole Acoustic Methods, 2004.

ENGLISH

GEOPHYSICS

Using dipole acoustic logging technology to refine the structure of the field

UDC 665.62

Authors:

Yuriy V. Utchkin — engineer geophysicist¹; utchkinyv@mail.ru

¹PITS Geophysics LLC, Perm, Russian Federation

Abstract

The paper considers the use of these instruments AVAK-11 to clarify the structure of the field from the data analysis of dipole probes. This direction is the most important in the exploration and production wells cased at the exploration stage and the initial development of the field.

by procedure Alford, getting azimuthal anisotropy, data analysis, together with data on profilemetry and FMS.

Results

The efficiency of these dipole probes to assess the direction of stretch recovery and stresses in the borehole.

AVAK-11, allows the design development process collectors, obtain information about the structure of the productive part of the field, helping to choose the system rationally organize and density grids production and injection wells.

Materials and methods

Conducting research of equipment AVAK-11 in the downhole, data processing dipole probes

Conclusions

Using broadband acoustic logging data, implemented in the apparatus

Keywords

broadband acoustic logging, dipole technology, azimuthal anisotropy, Alford rotation, direction stress

References

1. A. Ali, T. Browne, Lee Jh. *Modelirovanie mekhanicheskikh svoystv geologicheskoy sredy kak sredstvo rasshifrovki napryazheniy v gornykh porodakh* [Modelling the mechanical

properties of the geological environment as a means of deciphering the stress in the rocks]. *Neftegazovoe obozrenie*, 2005.

2. Smirnov N.A., Pivovarova N.E. *Metodicheskoe rukovodstvo po primeneniyu*

apparatury volnovogo akusticheskogo karotazha AVAK-11 [Methodological guidance on the use of equipment wave acoustic logging AVAK-11]. *Tver*, 2011.

3. Tang X-M., Cheng. A. *Quantitative Borehole Acoustic Methods*, 2004.



ЭКСПРЕСС МОНТАЖНО ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

ТЕХНОЛОГИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

**МЫ ПРОКЛАДЫВАЕМ ПОДЗЕМНЫЕ КОММУНИКАЦИИ ТАМ,
ГДЕ ДРУГИЕ ЛИШЬ РАЗВОДЯТ РУКАМИ**



БОЛЕЕ 10 ЛЕТ ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ ПОД КЛЮЧ
Тел.: (3412) 670-870, e-mail: emir18@mail.ru, сайт: www.emir18.ru

