

Литература

1. BUSINESS GUIDE 2013. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kommersant.ru/private/pdoc?docsid=2121032#3> (дата обращения: 27.02.2016).
2. Береговой А.Н. Увеличение степени нефтеизвлечения полимерными и эмульсионными составами при заводнении пластов: Дисс. на соискание ... канд.тех.наук. – Бугульма, 2010. – 150 с.
3. Кононов Ю.М. Разработка экспертной системы для выбора методов увеличения нефтеотдачи пластов в условиях нечетких входных данных: Дисс. на соискание ... канд.тех.наук. – Томск, 2013. – 209 с.
4. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года / Распоряжение от 13 ноября 2009 г. url: http://сацминэнерго.pdf/docs/base/Расп.Прав.РФ_1715p-13.11.09-Энерг.стратегия%20РФ-2030.pdf (дата обращения: 20.02.2016).

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ
МЕТОДА НЕПРОДОЛЬНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ
А.А. Клепцын, А.С. Трушко**

Научный руководитель ассистент П.С. Дозморов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Основными источниками информации о строении объектов изучения (нефтяных и газовых залежей), в пределах месторождения, являются оценка результатов бурения и анализ полученных данных наземной сейсморазведки. Многочисленные сейсморазведочные работы, проведенные способами наземной сейсмики (методами общей глубинной точки, в том числе пространственной модификацией 3Д), не могут дать достаточно детального представления об изучаемой среде, фазовой картине отражающих горизонтов, скоростных характеристиках пород, физических и кинематических параметрах, а также параметрах волнового поля.

подавляющее большинство ошибок, в наземных сейсмических исследованиях, случаются по разным причинам, таким как, субъективный анализ результатов записи конкретного исполнителя, опыт данного исполнителя, интерпретационный подход, используемые алгоритмы обработки данных. Также большое количество ошибок случаются по средствам влияния на результаты исследований локальных изменений скорости в средней части разреза, которые не могут быть обнаружены только из сейсмических данных [1].

Сложное строение рельефа отражающих фазовых горизонтов, даже при условии, что расстояние до опорных скважин составляет первые сотни метров, даёт ошибки при определении глубин, которые порой достигают нескольких десятков метров. Когда высота нефтеносной залежи достаточно мала, ориентация на данные, полученные в результате проведения наземных сейсморазведочных работ, вовсе повышает риск непродуктивного эксплуатационного бурения.

Ещё большими проблемами может обернуться бурение на большом удалении от скважин, которые в процессе интерпретации служили опорными, а так как в настоящее время темпы эксплуатационного бурения, как правило, выше темпов переинтерпретации сейсмических данных, то возникает большая необходимость обеспечения бурового процесса более оперативными и точными инструментами изучения среды. Такую роль может выполнять метод скважинной сейсморазведки и его модификации (вертикальное сейсмическое профилирование по продольным или поперечным волнам). Основным, используемым в России, методом, решающим довольно большой диапазон как геолого-геофизических задач, так и задач разработки, является, как раз, непродольное вертикальное сейсмическое профилирование. Небольшие (порядка 750 м) размеры изучаемой области пространства вокруг скважины и более высокая точность данных, полученных при регистрации волнового поля в скважине, повышают детальность изучения геологической среды. Достоверность материалов непродольного вертикального сейсмического профилирования при проведении бурения как показывает практика, в 3–5 раз выше, чем по данным наземной сейсморазведки методами общей глубинной точки 2Д и пространственной 3Д.

Комплексирование с интерпретационными данными геофизических исследований скважин, результатами нового бурения и наземной сейсморазведки, может обеспечить достаточно высокую информативность и достоверность результатов непродольного вертикального сейсмического профилирования. Современные способы построения моделей позволяют проектировать системы наблюдений, которые в довольно полной мере обеспечивают получение той или иной информации в заданных направлениях с учетом геометрии и наклона скважины.

Средние сроки проведения исследований на скважине, с учётом всех подготовительных процессов, обычно не превышают 5–7 дней, срок обработки, интерпретации и конечного представления результатов скважинной сейсморазведки составляет порядка 2–4 недель, что вполне допустимо при проектировании эксплуатационного и доразведочного бурения.

Методика обработки и интерпретации данных сейсмического профилирования предполагает решение ряда традиционных для сейсморазведки геологических задач: прогноз развития и оценка свойств коллекторов в околоскважинном пространстве, выявление и прослеживание тектонических нарушений; уточнение структурного плана продуктивных отложений. Более того, большая точность в определении поляризации волн, при проведении регистрации во внутренних точках среды, даёт возможность использовать данный параметр для оценки и выявления анизотропии в среде и вызывающей анизотропные свойства ориентированной трещиноватости. Ввиду ограниченной дальности исследования околоскважинного пространства (в среднем

около 0,4 от глубины верхнего целевого объекта), использование непродольного вертикального сейсмического профилирования позволяет проводить онлайн сопровождение бурового процесса при разработке месторождения [3].

Результаты непродольного вертикального сейсмического профилирования, в скважинах, пробуренных на раннем этапе (по материалам наземных сейсморазведочных исследований) используются для проведения проекторочных работ на уточнение и задание точек для мест бурения скважин нового этапа, в них снова выполняется непродольное вертикальное сейсмическое профилирование и задаются места бурения для скважин последующих этапов, такая процедура повторяется до полного разбуривания месторождения.

Высокая скорость представления результатов исследований, произведённых скважинной сейсморазведкой, позволяет не только вовремя получать полную и детальную информацию для проектирования бурения новых скважин, но даже вести корректировку траектории скважин, находящихся в процессе бурения, таким образом, существенно повышается результативность бурения.

Определение скоростной модели, с высокой точностью, позволяет представлять сейсмические разрезы непосредственно в глубинном масштабе, что повышает наглядность структурной интерпретации. Оценка изменения свойств коллекторов в околоскважинном пространстве, является наиболее сложным и не всегда возможным элементом интерпретации наземных сейсмических данных, вследствие ограниченной разрешающей способности метода по глубине и недостаточно высокого отличия упругих свойств нефтенасыщенных коллекторов от вмещающих пород.

Физической основой для выявления и оценки ориентированной трещиноватости при непродольном вертикальном сейсмическом профилировании является расщепление поперечной волны в анизотропной среде на две поляризованные в ортогональных плоскостях, и распространяющиеся с разной скоростью [2].

Классический способ изучения анизотропии и трещиноватости пород основан на применении источников поперечных волн с управляемым направлением воздействия. Для решения преимущественно структурных задач методом непродольного вертикального сейсмического профилирования, работы, обычно, выполняют с применением ненаправленных источников возбуждения продольных волн. Хотя в этом случае невозможно обеспечить высокую точность и детальность исследований, тем не менее, извлечение добавочной информации о трещиноватости коллекторов, пусть и не столь точной, представляет большой практический интерес для оценки свойств резервуара.

С целью выявления и оценки трещиноватости, используются следующие приемы анализа данных непродольного вертикального сейсмического профилирования: выявление интервалов интенсивно трещиноватых пород, по результатам анализа следящих компонент продольных, поперечных волн и трансверсальных компонент; анализ поляризации падающих продольных, поперечных волн и оценка направлений главных элементов симметрии; если обе продольные и поперечные волны прослеживаются уверенно, то определяют задержку между быстрой и медленной волнами, уточняют положение трещиноватого интервала, направление трещиноватости и проводят качественную оценку степени трещиноватости; анализ интервальных скоростей продольных и поперечных волн, их поглощение для различных положений источника; оценка трещинной пористости, по специально разработанной методике, использующей различие упругих параметров в трещиноватых и заведомо нетрещиноватых интервалах [2].

Возможность следить за распространением трещин, с помощью метода непродольного вертикального сейсмического профилирования, также, позволяет проектировать процедуру гидравлического разрыва пласта, что является одним из актуальных вопросов разработки.

Таким образом, метод непродольного вертикального сейсмического профилирования позволяет решать ряд существенных геолого-геофизических проблем и проблем разработки, таких как детальное изучение фазового разреза, его стратификация; литофациальные замещения в изучаемой среде; получение скоростного закона; исследование путём анализа волнового поля; уточнение геометрии целевых объектов изучения; прогноз развития и оценка свойств коллекторов в околоскважинном пространстве; выявление и прослеживание тектонических нарушений; сопровождение бурения скважин; проектирование новых точек бурения как эксплуатационных, так и доразведочных скважин; оценки и выявления анизотропии в среде и вызывающей анизотропные свойства ориентированной трещиноватости; проектирование гидравлического разрыва пласта.

Литература

1. Кузнецов В.М., Жуков А.П., Шнеерсон М.Б. Введение в сейсмическую анизотропию: теория и практика. – Тверь: ГЕРС, 2006. – 160 с.
2. Ленский В.А., Ахтямов Р.А. Выявление и оценка тектонической трещиноватости по данным непродольного вертикального сейсмического профилирования // Каротажник. – 2012. – Вып. 3 (213). – С. 83 – 91.
3. Новые возможности уточнения строения нефтяных залежей // В.А. Ленский, А.Я. Адиев, Д.Р. Ирбакаев, Е.В. Ленская – Уфа: ООО НПЦ «Геостра».