

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«Высокоразрешающая сейсморазведка с использованием взрывных
источников (на примере практики работ в СНГЕО)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Коваленко Андрея Александровича

Научный руководитель

К. г. –м.н., профессор

М.И. Рыскин

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2016 год

ВВЕДЕНИЕ

Основным методом поиска и подготовки к бурению нефтеперспективных объектов является сейсморазведка. В настоящее время одним из главных вопросов методики сейсморазведки является выбор условий возбуждения упругих волн, так как от этого во многом зависит эффективность разведки в целом. Представляемая бакалаврская написана по материалам производственной практики, которую автор проходил в одной из сейсмопартий ОАО «Самаранефтегеофизика». Работы проводились по методике МОГТ-3D в северо-западной части Бузулукской впадины. На изучавшемся участке возбуждение упругих колебаний осуществлялось взрывным способом с использованием малых зарядов. Такую методику возбуждения можно условно рассматривать как элемент высокоразрешающей сейсморазведки (ВРС), которая относится к наиболее перспективным направлениям развития сейсморазведочного метода.

Разрешающая способность определяет возможность отдельной регистрации волн, отраженных от границ раздела близко расположенных геологических напластований, таких, например, как кровля и подошва пласта толщиной, соизмеримой с длиной волны. Если удастся регистрировать отдельно, без интерференции такие отражения, то достигается детальное отображение строения тонкослоистых разрезов. Задача это достаточно сложная и для ее решения разрабатываются специальные технологии ВРС. Высокая актуальность проблематики ВРС и послужила основанием для выбора темы бакалаврской работы «Высокоразрешающая сейсморазведка с использованием взрывных источников». Основная цель работы состояла в том, чтобы рассмотреть методику проводившихся полевых работ с позиций ВРС и представить рекомендации по выбору оптимального источника возбуждения упругих колебаний, так как именно условия возбуждения колебаний являются одним из центральных моментов существующих технологий ВРС. Для достижения поставленной цели понадобилось решить следующие задачи:

- рассмотреть методические основы высокоразрешающей сейсморазведки с использованием взрывных источников (раздел 1). Этот раздел носит реферативный характер и составлен на основе использования публикаций последних лет;

- рассмотреть и проанализировать сейсмо-геологические условия на территории исследований и некоторые элементы применявшейся методики сейсморазведки с использованием взрывных источников (раздел 2). Этот раздел составлен по данным проекта работ и материалам, собранным на производственной практике;

- рассмотреть практику проведения опытных работ по выбору условий возбуждения колебаний с использованием взрывного источника и представить оптимальный вариант таких условий (раздел 3). Этот раздел составлен по экспериментальным материалам.

Содержание работы

В первом разделе отмечается, что высокоразрешающая сейсморазведка основывается на регистрации сигнала в широкой полосе частот, в основном за счет преобладания высокочастотных составляющих в его спектре (свыше 70-100 Гц). Ширина спектра такого сигнала характеризуется величиной 3-5 октав, при достаточно равномерном амплитудном спектре, т. е. без резонансных частот. Сигнал с такими амплитудно-частотными характеристиками обладает малой длительностью и обеспечивает высокое разрешение сейсмической записи в пространственно-временной области. В данном случае уже можно говорить о высокоразрешающей сейсморазведке, так как появляется реальная возможность более тонкого изучения интегральных (толстослоистых) и дифференциальных (тонкослоистых) характеристик среды - разных по мощности напластований, форм выклинивания, тектонических нарушений и других объектов геологического разреза.

Из всех факторов, определяющих качество полевых сейсмических работ при ВРС особо выделяют два: выбор условий возбуждения сигналов и качество установки сейсмоприемников. Стоит учитывать, что для ВРС – тонкого, адаптивного и весьма эффективного инструмента исследования сейсмогеологического разреза – усредненность и стандартизация параметров возбуждения и расстановки сейсмоприемников губительны.

Расширение рабочей полосы частот (РПЧ) необходимо для повышения разрешенности сейсмической записи. Чем выше частота сигнала на сейсмограммах, чем шире РПЧ – тем выше временная разрешенность, то есть точность отсчета времен положения сейсмических границ. Одновременно необходимо обеспечить и достаточную амплитудную (динамическую) разрешенность, которая определяется соотношением амплитуд сигнала и помехи и зависит от формы полезного сигнала, ширины его РПЧ, характеристики помех.

Наилучшую разрешенность дают сейсмические сигналы с рабочей полосой, расширенной как в сторону низких, так и в сторону высоких частот. При этом в

полученной РПЧ должно достигаться не просто превышение сигнала над помехой, но определенная мера этого превышения, чтобы проводить интерпретацию динамических особенностей сейсмических материалов и прогнозировать физические свойства пород разреза. И то, и другое требует использования более плотных систем наблюдений и большей кратности.

Взрывное возбуждение при ВРС требует тщательного выбора величины заряда (от единиц до десятков грамм тротила) и глубины его заложения, что почти полностью определяет ширину рабочей полосы возбуждаемого сигнала. Здесь необходимо специальное изучение ВЧР, результаты которого используются также для построения скоростной модели верхней части разреза и расчета «априорных» статических поправок. Выбор глубины заряда, согласующейся со строением ВЧР – важнейшее условие для ВРС.

Необходимо проводить специальные исследования, направленные на выбор веса минимизированного заряда и оптимальной глубины взрыва. Для этих целей на предварительно выбранной глубине осуществляют серию взрывов зарядов с различным тротиловым эквивалентом. Исходя из принципа минимизации выбирается тот заряд, который обеспечивает формирование полезного сигнала с максимально широким спектром на уровне регистрации целевых отражений.

После подбора веса заряда уточняется глубина погружения заряда ниже подошвы ЗМС путем прострела скважины на небольших удалениях от предварительно определенной глубины. Критерии выбора оптимальной глубины те же: длительность сигнала должна быть минимально возможной, а сигнал должен выделяться на фоне нерегулярных волн-помех, форма импульса прямой волны должна быть наиболее простой.

Во втором разделе работы излагаются сведения о геологическом строении разреза и сейсмогеологических условиях территории исследований, а также рассматриваются некоторые элементы методики сейсморазведки в этих условиях.

В региональном тектоническом плане рассматриваемая площадь приурочена к северной части Бузулукской впадины, а по осадочным отложениям к юго-восточной прибортовой зоне Мухано-Ероховского прогиба, входящего в Камско-

Кинельскую систему прогибов, представленного на данной территории увеличением толщины терригенных отложений нижнего карбона, включающих породы елховского, радаевского, бобриковского и тульского горизонтов. Геологический разрез в пределах исследуемой площади сложен породами кристаллического фундамента и отложениями девонской, каменноугольной, неогеновой и четвертичной систем.

Поверхностные сейсмогеологические условия района работ определяются изменчивостью мощности ВЧР. Для изучаемого участка, при довольно спокойном рельефе, характерны резкие литологические неоднородности ВЧР, обусловленные донеогеновым размывом, которые в большей степени осложняют получаемый сейсмический материал. Донеогеновый размыв оставил сложную эрозионную поверхность, характеризующуюся наличием глубоких врезов. Породы казанского яруса размыты в различной степени (вплоть до отложений калиновской свиты), имея сложную изрезанную поверхность. Следовательно, за верхнюю отражающую границу принято более динамически выраженное отражение SA, сопоставляемое с поверхностью сакмаро-артинских отложений.

Глубинные сейсмогеологические условия характеризуются сложной тектоникой и резким изменением мощности пород терригенного девона.

На изучавшемся участке (участке прохождения практики) проводилась 3D сейсморазведка. В качестве источников возбуждения упругих колебаний применялись одиночные взрывы в неглубоких скважинах. Взрывные источники использовались по причине того, что практически весь участок работ был покрыт лесом.

Пункты взрыва находились на расстоянии 50 м друг от друга, а расстояние между линиями приема было равно 300 м. Прием колебаний осуществлялся группами сейсмоприемников. Возбуждение колебаний происходило, как уже говорилось, взрывным источником. На пунктах взрыва забуривались скважины глубиной порядка 10 метров, затем в скважину опускался заряд, состоящий из трех шашек тротила и детонатора.

Группирование сейсмоприемников (и источников) являлось ранее важнейшим элементом методики полевых работ при использовании системы 2Д и при аналоговой регистрации. Выбор группы являлся компромиссным решением, учитывавшим противодействующие факторы: оптимальные группы должны были подавлять регулярные и случайные помехи с определенными длинами волн, но пропускать без искажений полезные (отраженные) волны.

Что же касается полезного сигнала, то во многих ситуациях даже короткие группы существенно искажают его амплитудно-частотные характеристики из-за следующих факторов:

1) изменении статике внутри группы (из-за неоднородностей ЗМС и неровностей поверхности наблюдений); 2) неидентичность условий расстановки и невертикальность приемников; 3) невертикальность лучей отраженных волн, особенно на больших удалениях от источника; 4) кривизна волнового фронта отраженных волн.

Что касается применения одиночных приемников, то первым требованием здесь является аккуратная установка каждого прибора.

Поскольку одиночные приемники не подавляют ни волны-помехи, ни случайные помехи (микросейсмы), то для сохранения такого же отношения сигнал/помеха, как с группами сейсмоприемников, шаг наблюдений с одиночными приборами должен быть, по крайней мере, в два раза меньше. Преимущества регистрации сейсмических данных одиночными приемниками часто раскрываются только после их обработки, что требует специального анализа новых подходов к контролю качества полевых материалов.

В третьем разделе работы рассмотрены результаты специальных опытных работ по выбору условий возбуждения колебаний - центрального элемента методики работ в свете проблем высокоразрешающей сейморазведки. Здесь особенно важно провести исследование ВЧР и выбрать оптимальную массу заряда и глубину его заложения – в противном случае эта методика может потерять свою эффективность. Именно для оптимизации условий возбуждения необходимо

проводить неоднократные опытные работы на территории перед использованием ВРС.

Под оптимальными условиями возбуждения понимается такой минимальный вес заряда и такая минимальная глубина его погружения, которые обеспечивают необходимый сейсмический эффект, или, иными словами, достаточную длину сейсмической записи. Применительно к глубине погружения заряда это означает, что, исходя из интерференции отраженной волны с волной-спутником, его необходимо помещать глубже подошвы ЗМС на $\frac{1}{4}$ длины прямой волны в коренных породах или там, где достигает минимума отношение амплитуды поперечной составляющей к продольной. Применительно к весу заряда оптимум достигается, если количество ВВ не превышает 1 кг. Если вести речь о высокоразрешающей сейсморазведке, то оптимальным весом будет являться вес заряда в пределах десятков грамм.

В соответствии с программой опытных работ предусматривалось, в первую очередь, опробование параметров возбуждения на участке, покрытом лесом. При производстве опытных работ регистрация данных производилась приёмной расстановкой длиной – 6400 м (128 каналов). Таким образом, обеспечивался весь интервал удалений ПП-ПВ, максимальное удаление – 3700 м.

В ходе опытных работ подбирался вес единичного заряда и глубина его погружения. Основой для выбора оптимальных параметров источника упругих колебаний явился атрибутивный анализ сейсмограмм, полученных в ходе опытных работ.

Для анализа атрибутов сейсмических записей были выбраны окна анализа на получаемых сейсмограммах для оценки динамических параметров (окна оценки сигнальной компоненты и окна оценки микросейсм).

Затем производили сопоставление частотных спектров сейсмограмм и оценки атрибутов записей. Сопоставлялись спектры при разной глубине заложения заряда и при разной массе заряда как на ближних, так и на дальних удалениях.

После опробования единичных зарядов массой 0.32 и 0.64 кг. на разных глубинах и сопоставления частотных спектров сейсмограмм и оценки атрибутов

записей можно предположить, что на Лесном участке изменение уровня сигнала с увеличением глубины заложения заряда объясняется, скорее всего, сложным геологическим строением верхней части разреза. Отсутствие линейной зависимости величины уровня сигнала от глубины заложения заряда можно объяснить наличием относительно плотных (высокоскоростных) глинистых пропластков.

Общий тренд изменения уровня сигнала сходится к некоторому уменьшению спектральных амплитуд с увеличением глубины заложения заряда. Преобладающая частота и уровень поверхностной волны растёт равномерно с увеличением глубины заложения заряда. Наблюдаемое расширение спектра в область высоких частот сейсмозаписи с увеличением глубины происходит, по-видимому, за счёт уменьшения уровня поверхностной волны.

Опытные работы показали, что наилучшим сочетанием уровня сигнала, его частотной характеристики (с позиций ВРС), уровня поверхностной волны характеризуются глубины заложения заряда 18 – 21м: уровень сигнала увеличивается равномерно при глубине заряда от 13 до 18 м. затем на 21 - 24 м сигнал ослабляется; преобладающая частота в спектре с увеличением глубины растёт равномерно от 16 до 19 Гц. Уровень поверхностной волны имеет общий тренд на уменьшение с увеличением глубины. По результатам опытных работ можно сделать следующие выводы:

1. Анализ атрибутов оконных оценок сейсмозаписи и анализ спектров показывает различие свойств верхней части разреза. До 15м с увеличением массы заряда увеличивается преобладающая частота. Для глубин 18-24 м наблюдается обратный эффект – увеличение частоты с уменьшением массы заряда. Наряду с этим, уменьшается энергия сигнальной компоненты сейсмозаписи. Анализ спектров показывает также и расширение спектра в область высоких частот. Наиболее стабильной можно считать глубину 18 м.

2. Уменьшение веса заряда приводит к расширению спектра в области высоких частот. Целесообразно использовать заряд 0.32 кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной бакалаврской работе автор рассмотрел ряд публикаций по методике ВРС и показал в первом разделе текста как решаются в организациях, где применяется эта методика, стержневые вопросы о выборе оптимального веса и глубины погружения заряда. Непременным условием правильности такого выбора является проведение специальных опытных работ.

Во втором разделе работы приведены и проанализированы собранные в процессе прохождения практики материалы о поверхностных и глубинных сейсмо-геологических условиях изучавшейся территории и уже на этих экспериментальных материалах сделан вывод о необходимости проведения таких работ.

В третьем разделе анализу подвергнуты результаты проведения опытных работ и обоснованы оптимальные параметры - вес заряда на уровне 0,32 кг и глубина его погружения порядка 18 м.

Таким образом, в бакалаврской работе ВРС представлена как один из наиболее перспективных методов в сейсморазведке. Показано, что эта методика, особенно с применением взрывных источников, требует тщательного выбора оптимальных условий возбуждения колебаний.

Но не только оптимальные условия заложения заряда и высокая плотность наблюдений важны для проведения высокоразрешающей сейсморазведки – зачастую выходит так, что группирование сейсмоприемников ослабляет высокочастотную составляющую сигнала. Поэтому в некоторых работах предлагается осваивать использование одиночных сейсмоприемников при ВРС, учитывая, что современные методы обработки сейсмического сигнала позволяют убрать влияние поверхностных волн-помех.

Развитие и улучшение методики высокоразрешающей сейсморазведки чрезвычайно важно в условиях возрастающей потребности в открытии новых малоразмерных и сложнопостроенных ловушек углеводородов, а также нетрадиционных резервуаров. При помощи ВРС сейсморазведчики могут не только

обеспечивать точные структурные построения, но и определять типы коллекторов и оценивать их нефтегазонасыщенность.