

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

Кафедра геофизики

**Определение оптимальных условий возбуждения колебаний и выбор
параметров управляющих сигналов в сейсморазведке (на примере
Ключевского и Солдатовского участков Бузулукской впадины)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 521 группы направления подготовки

05.03.01 «Геология» геологического факультета

СГУ им. Н.Г.Чернышевского

Санникова Романа Николаевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов, 2019

Введение. Актуальность выбранной темы определяется тем, что параметры управляющих сигналов, применяемые в сейсморазведке, не носят универсального характера по отношению к работам на различных территориях. Возникает необходимость определения оптимальных условий возбуждения колебаний и выбора параметров управляющих сигналов, которые будут обеспечивать высокое качество сейсмических материалов в конкретных сейсмогеологических условиях. Это позволит сократить материальные затраты на выявление новых месторождений углеводородного сырья, повысить надежность подготовки структур к глубокому бурению, сосредоточить поисково-разведочные работы на наиболее важных направлениях.

Для написания ВКР были использованы материалы производственной практики в АО «НВНИИГГ», где автор принимал участие в проведении полевых сейсморазведочных работ с использованием вибрационных источников возбуждения сейсмических колебаний. Работы проводились в пределах Ключевского и Солдатовского участков Бузулукской впадины.

Основным направлением работ была подготовка геологического обоснования для размещения разведочных и эксплуатационных скважин. По данным проведенных работ следовало осуществить надежные структурные построения по всем основным горизонтам разреза, для чего были произведены работы по выбору условий возбуждения колебаний.

Таким образом, цель бакалаврской работы заключалась в обосновании выбора оптимальных параметров вибрационного источника применительно к сейсмогеологическим условиям участка исследований.

Для достижения указанной цели поставлены задачи:

1. изложить теоретические представления о способах возбуждения колебаний в сейсморазведке, кратко рассмотреть теоретические основы вибросейсморазведки, проанализировать преимущества и недостатки данного метода.

2. дать краткую характеристику геолого – геофизических условий проведения сейсморазведочных работ на исследуемых участках.
3. проанализировать методику и результаты проведения опытных работ по выбору параметров виброисточника сейсмических колебаний.

Основное содержание работы. Структура работы состоит из трех разделов.

Раздел 1. Теоретические основы и особенности применения методов вибрационной сейсморазведки содержит краткое описание теоретических представлений об источниках колебаний, о различных методах вибрационной сейсморазведки.

Сейсморазведка рождается с возбуждения колебаний, происходит это путем приложения внешних переменных во времени динамических нагрузок к точкам среды, под действием которых они выходят из положения равновесия и проделывают собственные или вынужденные колебания. В результате этого действия в земле создается волновой процесс, и образуются отраженные, преломленные и другие волны, прием и регистрация которых позволяет решать задачи по изучению строения и состава земных недр и поиска полезных ископаемых.

По созданию избыточных давлений и возбуждения волн в среде нагрузки делятся на взрывные и невзрывные. Взрывные нагрузки (ВН), - используют энергию различных по массе и размеру взрывчатых веществ помещенных в скважины, шурфы или в специально созданные полости в земле. Невзрывные нагрузки (НН) – создаются специальными устройствами и установкам, и в них не применяются взрывчатые вещества.

По времени действия внешние нагрузки делятся на импульсные, вибрационные и виброимпульсные (кодоимпульсные). Импульсные нагрузки носят кратковременный характер, продолжительность их действия во времени значительно ниже вибрационных (возможно их действие в течение нескольких секунд). Виброимпульсные (кодоимпульсные) нагрузки представляют собой длительные во времени последовательности

однополярных или разнополярных коротких импульсов, которые следуют друг за другом с переменными или постоянными временными интервалами, длительность которых меньше периода генерируемых волн.

В отличие от импульсных источников (взрыв, удар), вибраторы возбуждают колебания квазисинусоидальной формы большой длительности. При вибрационном возбуждении колебаний точки совершают вынужденные колебания в соответствии с поведением внешней нагрузки. На частоте собственных колебаний будет наблюдаться резонанс – максимум амплитуд волн, величина которого определяется параметрами излучателя и среды. Из этого следует, что, как и при импульсном возбуждении, с увеличением силовых характеристик вибратора возрастает масса присоединенного объема грунта, что приводит к снижению частоты резонанса и возбуждению более низкочастотных колебаний, что находит качественное подтверждение на практике.

Физико-теоретической основой вибрационной сейсморазведки является возбуждение колебаний переменными нагрузками, длительность которых существенно больше времен распространения отраженных или преломленных волн до разведываемых границ раздела.

Сигналы, описывающие нагрузки в вибрационной сейсморазведке, получили в науке название управляющих (опорных или свип – сигналов).

Существует немало модификаций управляющих сигналов. Это линейные и нелинейные квазигармонические частотно-модулированные сигналы различной длительности, моночастотные сигналы, а также кодовые последовательности однополярных и разнополярных импульсов, следующие друг за другом через разные или одинаковые промежутки времени.

В вибрационной сейсморазведке основное применение получили нагрузки, представляющие собой квазигармонические частотно-модулированные сигналы (ЧМ), среди которых выделяют линейные (ЛЧМ) и нелинейные (НЧМ).

ЛЧМ-сигналы чаще всего используются в практике сейсморазведочных работ и определяются четырьмя независимыми параметрами: длительностью T , начальной частотой f_n скоростью изменения частоты β , или любым другим частотным параметром (конечной частотой f_n , полосой частот ΔF или средней частотой f_{cp} , а также амплитудой сигнала и законом ее изменения. Управляющие сигналы, у которых скорость изменения частоты не остается постоянной во времени излучения, называются нелинейными (НЧМ), а меняется в соответствии с определенной закономерностью. Уменьшая или увеличивая ее, можно соответственно повышать или уменьшать энергию посылаемых в землю волн разной частоты, что позволяет скомпенсировать нежелательные явления, которые имеют место при вибрационном возбуждении колебаний.

Вибрационная сейсморазведка получила широкое применение в комплексе геолого-разведочных работ на нефть и газ. Она оказалась эффективной при глубинных и региональных исследованиях, ориентированных на возбуждение и регистрацию отраженных волн по методике многократных перекрытий МОВ-ОГТ. Относительно небольшие расстояния между пунктами возбуждения и приема колебаний в сочетании с использованием мощных вибрационных источников и методических средств по усилению полезных волн и подавлению помех сделали возможным уверенную регистрацию отраженных волн от поверхности фундамента и более глубоких границ раздела.

Раздел 2. Геолого-геофизическая характеристика территории исследований содержит краткое описание тектонических, литолого-стратиграфических особенностей исследуемой территории, а также параметров ее нефтегазоносности.

Работы проводились по Ключевскому и Солдатовскому участкам в пределах Бузулукской впадины. Участок, где проводились сейсмические работы, расположен в пределах Кулешовско-Бобровско-Покровской зоны поднятий Бузулукской впадины (юго-восточный склон Волго-Уральской

антеклизы). В региональном тектоническом плане Ключевской участок находится в пределах Жигулевско-Самаркинской системы валов Бузулукской впадины. Общая мощность осадочного чехла составляет на участке 2900-3000 м.

Поверхность фундамента, отождествляемая здесь по сейсмическим данным с границей отражающего горизонта A(Ar), погружается с северо-запада на юго-восток, осложнена при этом серией разломов и флексур. В связи с этим структурный план фундамента характеризуется довольно контрастной морфологией и значительными перепадами глубин залегания его поверхности .

Непосредственно в пределах участка залежи нефти и газа приурочены к девонским, каменноугольным и пермским отложениям. В них выделяется 8 нефтегазоносных комплексов (НГК): эмско-нижнефранский терригенный (I), среднефранско-турнейский карбонатный (II), верхнетурнейско-визейский терригенный (III), верхневизейско-башкирский карбонатный (IV), верейский терригенно-карбонатный (V), средне-верхнекаменноугольный карбонатный (VI), нижнепермский терригенно-карбонатный (VII) и верхнепермский карбонатный (VIII). Тип залежей преимущественно пластово-сводовые и массивные.

Наибольший интерес с точки зрения перспективности представляют два верхнепротерозойских нефтегазоносных комплекса, включающих отложения рифея (боровская и леонидовская свиты) и венда (каировская и шкаповская свиты), т.к. в этих горизонтах прослеживается наличие отложений доманикового типа.

Анализ данных сейсморазведки в Бузулукской впадине показал, что отложения доманикового типа часто бывают нарушены системой пологих дислокаций, создающих условия для формирования тектонических ловушек и зон повышенной трещиноватости. В этой связи, большой интерес для

поисков залежей в отложениях доманикового типа представляют участки и интервалы, в которых развиты зоны повышенной трещиноватости пород, прослой и линзы трещинно-поровых коллекторов.

Карбонатный комплекс, содержащий доманиковые отложения, представлен карбонатно-терригенной толщей пород, заключенной в интервале от кровли карбонатных отложений турнейского яруса до кровли терригенных девонских отложений – размытых отложений тиманского яруса.

Мощность описываемого карбонатного комплекса составляет 350-1200 м, минимальные значения соответствуют осевой зоне МЕР, максимальные бортовой зоне МЕР. В СГК выделяется 2 подкомплекса: франско-фаменский (характерно наличие франских и фаменских рифов) и турнейский (наличие карбонатной клиноформы во внутренней бортовой зоне МЕР).

Раздел 3. Методика проведения и результаты опытных работ содержит описание методики проведения опытных работ и анализа полученных результатов. Целью опытных работ являлся выбор оптимальных параметров возбуждения упругих колебаний.

Опытно - методические работы были проведены с использованием группы виброисточников СВ27/150БКГ и телеметрической системы сбора сейсмической информации «Прогресс Т-2».

Расстояние между центрами групп сейсмоприемников 50м.

Система наблюдений - центрально-симметричная.

Минимальное расстояние ПВ-ПН-0м.

Максимальное расстояние ПВ-ПН-4000м.

Тип и количество сейсмоприемников в группе - Геофон GS-20DX-16шт.

Длительность записи-6с.

Период дискретизации-1мс.

В процессе ОМР предполагалось уточнить частотный диапазон свип-сигнала, его длину, количество накоплений на физической точке, количество вибрационных установок на физ. точке, базу группирования, усилие на грунт.

Опытно - методические работы выполнены путем последовательного перебора указанных характеристик при одиночных сейсмических зондированиях на полной расстановке. Этапы и результаты ОНР:

1. Опробование линейно-частотно модулированного сигнала (ЛЧМ) и выбор нижней частоты свип-сигнала с частотой 8 Гц и 10 Гц. На обоих пикетах прослеживается преимущество частоты 10 Гц по показателям наибольшей ширине спектра, бо́лее высоким значениям энергии трассы и $\max$ амплитуды. Обсуждаемое изменение характеристики свип-сигнала привело к существенному улучшению отношения сигнала/помеха при незначительном ухудшении разрешенности, это дало основание рассматривать обсуждаемый вариант в качестве оптимального.

2. Произведены наблюдения с разными верхними частотами свип-сигнала - 95 и 100 Гц. Полученные сейсмограммы экспериментов и анализ количественных параметров показал, что при частоте 100 Гц достигаются наилучшие значения соотношения сигнал/помеха, средней энергии трассы, $\max$ амплитуды сигнала.

3. С параметрами свип-сигнала 10-100 Гц были проведены наблюдения с длительностью сигнала 8 с и 12 с. Количественные оценки сейсмограмм и анализ, проведенный над графиками, показали, что наилучшего соотношения сигнал/помеха при наибольшей ширине амплитудно-частотного спектра позволяет достигнуть длительность свип-сигнала – 12 с.

4. В процессе работ перебирались значения 8, 9 и 10 накоплений на одно физ. наблюдение. Анализ полученных графиков показал преимущество 8 накоплений по значениям соотношения сигнал/помеха, ширине

амплитудно-частотного спектра сигнала, незначительно уступает по значениям $\max$ амплитуды и средней энергии трассы.

5. Для определения оптимального количество виброисточников и база группирования были выбраны база возбуждения 12,5 м – для 2-х виброисточников, 25 м - для 3-х виброисточников, 8 вибровоздействий. Анализ полученных данных на ПК 121⁷⁵ доказывал преимущество 3-х виброисточников и базы возбуждения 25 м практически по всем критериям оценки. Однако на ПК 84⁰⁰ база возбуждения 12,5 м – для 2-х виброисточников позволила достичь максимальных значений средней энергии трассы и доминантной частоты. Было рекомендовано количество виброисточников – 3, соответственно, база группирования – 25 м.

6. При определении количества воздействий и базы группирования виброисточников были выполнены физические наблюдения: 3-мя виброисточниками база возбуждения 25 м – 8 воздействий и 2-мя виброисточниками база возбуждения 12,5 м – 12 воздействий. База из трех виброисточников обеспечивает немного лучшие показатели соотношения сигнал/помеха, средней энергии трассы, амплитуды и доминантной частоты.

Заключение. По итогам анализа результатов ОПР выявлено, что оптимальным является выбор свип-сигнала с частотами 100 Гц при нижней частоте 10 Гц, длительностью – 12 с. Рекомендованное количество накоплений на одно физическое наблюдение – 8. Количество виброисточников – 3, соответственно, база группирования – 25 м.

Таким образом, предполагается, что проведение обработки профилей на исследованном участке с рекомендованными параметрами позволит добиться наиболее надежного прослеживания картируемых горизонтов разреза.