

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

Кафедра геофизики

**Оптимизация условий возбуждения колебаний в
вибросейсморазведке (на примере работ в СНГЕО)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направления 05.03.01 геология
геологического ф-та
Петрунина Дениса Михайловича

Научный руководитель
Профессор

М. И. Рыскин

подпись, дата

Заведующий кафедрой
К. г. – м.н., доцент

Е. Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2016 год

ВВЕДЕНИЕ

Данная бакалаврская работа написана с использованием материалов производственной практики в сейсморазведочной партии № 11 ОАО «Самаранефтегеофизика», где автор принимал участие в проведении полевых сейсморазведочных работ по методике МОГТ – 3D с использованием вибрационных источников возбуждения сейсмических колебаний.

Работы проводились в пределах Боголюбовского лицензионного участка, на территории Самарской области. Изучаемая площадь работ расположена в пределах юго-западного склона Южно-Татарского свода, в зоне его сочленения с Сокской седловиной. Основным направлением работ, была подготовка геологического обоснования для размещения разведочных и эксплуатационных скважин. Это подразумевает, что по данным проведенных работ нужно осуществить надежные структурные построения по всем основным горизонтам разреза. Для более надежного построения горизонтов производятся работы по выбору условий возбуждения колебаний. Этим обусловлен выбор темы бакалаврской работы с рассмотрением и анализом полученных данных по оптимизации условий возбуждения колебаний. Данная тема отвечает требованиям актуальности, поскольку этот вопрос всегда находится в центре внимания сейсморазведчиков, его успешное решение в значительной мере повышает эффективность сейсморазведки. Таким образом, цель бакалаврской работы заключалась в рассмотрении проблемы возбуждения упругих колебаний в сейсморазведке и обосновании выбора оптимальных параметров вибрационного источника применительно к сейсмо-геологическим условиям участка исследований. Для достижения поставленной цели понадобилось решить следующие задачи:

- изложить существующие представления о разных способах возбуждения колебаний в сейсморазведке (взрывном и невзрывном), кратко рассмотреть теоретические основы вибросейсморазведки, её преимущества и недостатки (1 раздел)

– дать развернутую характеристику геолого – геофизических условий проведения сейсморазведочных работ на Боголюбовском лицензионном участке (2 раздел). Раздел составлен с использованием проекта работ и материалов, собранных на практике.

– рассмотреть методику и результаты проведения специальных опытных по выбору параметров виброисточника сейсмических колебаний (раздел 3).

В первом разделе работы рассматриваются вопросы возбуждения колебаний, реализуемого путем приложения внешних, переменных во времени динамических нагрузок к частицам среды, под действием которых они выходят из положения равновесия и начинают совершать собственные или вынужденные колебания. В результате в земле возникает 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 времени действия внешние нагрузки подразделяются на импульсные, вибрационные и вибро-импульсные или кодо-импульсные. Первые - носят кратковременный, импульсный характер и время их действия существенно меньше периода возбуждаемых колебаний. Вторые - квазисинусоидальные по форме и продолжительные во времени нагрузки, время действия которых может достигать десятков секунд. Третьи - длительные во времени последовательности однополярных или разнополярных коротких импульсов, следующих друг за другом с переменными или постоянными временными интервалами, длительность которых меньше периода генерируемых волн.

По способу создания избыточных давлений и возбуждения волн в среде нагрузки подразделяются на взрывные и невзрывные. Взрывные используют энергию различных по массе и размеру взрывчатых веществ, помещенных в скважины, шурфы или в специально созданные полости в земле. Невзрывные - создаются специальными устройствами и установками и в них не применяются взрывчатые вещества в обычном понимании.

Вибрационный способ возбуждения колебаний основан на использовании переменных во времени нагрузок, длительность которых существенно больше времени распространения колебаний до самых глубоких исследуемых сейсмических границ.

В вибрационной сейсморазведке, основное распространение получили нагрузки на грунт, представляющие собой квазигармонические модулированные посылки, длительностью до 20-30 с, имеющие полосу возбуждаемых частот от 5-10 Гц до 200-250 Гц. Сигнал, описывающий характер изменения нагрузки на грунт в вибрационной сейсморазведке, в отечественной технической литературе обычно принято называть управляющим сигналом, или опорным сигналом. Назван он так потому, что в нем можно изменять параметры частоты, форму и протяженность этого сигнала.

Длина одной посылки управляющего сигнала всегда во много раз больше периода колебаний, возникающих при импульсном возбуждении, что показано в формуле 1.

$$f \cdot T \gg 1, \quad (1)$$

где f – средняя частота опорного сигнала в Гц; T – длительность опорного сигнала в секундах.

Под действием нагрузок “сложных” сигналов в среде возбуждаются интенсивные поверхностные и объемные сейсмические волны, которые отражаются и преломляются на сейсмических границах, интерферируют между собой и, как следствие, образуют сложное неразрешенное волновое поле длительных колебаний, в котором визуальное выделение отдельных регулярных сейсмических волн невозможно. Для практического прочтения записей по каждой вибротрассе принято осуществлять корреляционный способ их предварительной обработки. Осуществляется это путем нахождения нормированных значений функции взаимной корреляции (ФВК) управляющего сигнала и вибротрассы. Математически это сводится к нахождению ФВК путем вычисления интеграла по формуле (2)

$$R_{a,s}(\tau) = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T a(t) \cdot s(t + \tau) \cdot dt, \quad (2)$$

где $a(t)$ – соответственно зарегистрированный сигнал вибротрассы; T – длительность опорного сигнала; $s(t)$ - свип-сигнал; τ - параметр интегрирования, выполняющий роль времени на корреляционной трассе.

Во втором разделе бакалаврской работы дается представление о геолого - геофизических условиях проведения сейсморазведочных работ на Боголюбовском лицензионном участке. Изучаемая площадь работ по своему геологическому адресу расположена в пределах юго-западного склона Южно-Татарского свода, в зоне его сочленения с Сокской седловиной. По поверхности кристаллического фундамента она приурочена к Серноводско-Абдулинскому авлакогену, а по отложениям пашийско-кыновского возраста западная часть площади расположена в пределах Волго-Сокской палеовпадины.

На территории проводились различные виды геолого-геофизических исследований: структурно-геологическая съёмка, электроразведка, магниторазведка. В результате этих работ даны общие представления о геологическом строении района исследований. Основными же методами выявления локальных объектов и подготовки их к постановке глубокого поискового бурения являются структурное бурение и сейсморазведка МОГТ.

В строении осадочного комплекса района исследований принимают участие протерозойские (бавлинские), девонские, каменноугольные, пермские и четвертичные отложения.

По литологической и скоростной характеристикам вся осадочная толща подразделяется на три крупных сейсмогеологических комплекса:

Нижний терригенный

Средний карбонатный

Верхний терригенный

Наибольший интерес в нефтепоисковом отношении представляют песчаные базальные пласты, залегающие в основаниях афонинского (ДV'), воробьёвского (ДIV), ардатовского (ДIII), пашийского (ДII), а также песчаники пласта ДI пашийского и ДК – кыновского горизонтов франского яруса нижнего отдела девонской системы. Пласты-коллекторы наблюдаются также в терригенных отложениях бобриковского горизонта визейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы, и верейского горизонта московского яруса

среднего отдела каменноугольной системы. Эти горизонты являются основными продуктивными пластами, так как их нефтеносность установлена практически на всех месторождениях этой нефтегазоносной области.

Поверхностные сейсмогеологические условия определяются изменчивостью мощности ВЧР. Осложняющим фактором получения качественного сейсмического материала могут являться неогеновые отложения, заполняющие палеоврезы (палеодолины), соответствующие донеогеновому размыву. Рельеф дневной поверхности изучаемого района пересечён сетью оврагов. Четвертичная система залегает повсеместно. Представлена суглинками, глинами, супесями. Толщина системы до 20 м. Неогеновые и триасовые отложения, как правило, размывы. Суммарная толщина отложений до 80 м.

Глубинные сейсмогеологические условия на участке работ достаточно сложные для проведения сейсморазведочных работ.

Неблагоприятными глубинными факторами являются:

- сложное строение поверхностей отложений терригенного девона и кристаллического фундамента с признаками элементов разрывной тектоники;
- наличие выступов кристаллического фундамента.

Наряду с полезными отражениями на сейсмограммах выделяются характерные для данного региона волны-помехи, которые сильно осложняют выделение целевых отражающих горизонтов.

Сейсморазведочные работы проводились методом МОГТ-3Д с использованием вибрационной методики возбуждения колебаний. Площадные системы наблюдения МОГТ-3Д характеризуются большим числом параметров, чем линейные и могут иметь самые разные конфигурации. На практике в пределах участка исследований применялись системы наблюдения типа «крест», в которых приемники и источники расположены по взаимно ортогональной схеме.

В качестве источника возбуждения упругих колебаний была использована вибрационная установка NOMAD-65. Для регистрации упругих колебаний

применялось линейное группирование из 12-ти сейсмоприёмников (геофонов) GS-20DX на пунктах приёма. Использовались интервалы, между пунктами взрыва 50 м и пунктами приема 25 м.

В третьем разделе работы рассматриваются методика проведения и результаты предусмотренных геологическим заданием опытных работ.

Целью опытных работ являлся выбор оптимальных параметров возбуждения упругих колебаний. Перед началом производственных работ на каждом из различающихся по своим поверхностным условиям участков были проведены эксперименты по выбору оптимальных условий возбуждения.

В цикл опытных работ входило:

- Опробование линейно-частотно модулированного сигнала (ЛЧМ) и выбор нижней частоты свип-сигнала с частотой 8 Гц, 10 Гц, 12 Гц и 14 Гц. Установлено, что при увеличении нижней частоты свип-сигнала с 8 до 14 Гц происходит изменение вида и эффективной полосы частот спектральной функции. Доминантная частота смещается в большую сторону. Из графиков зависимостей видно, что при выборе начальной частоты 14 Гц происходит резкое падение уровня амплитуды полезного сигнала и соотношения амплитуд полезного сигнала и поверхностной волны. Таким образом, было принято решение использовать свип-сигнал с нижней частотой 12 Гц
- Выбор верхней частоты свип-сигнала с частотами 80 Гц, 90 Гц, 110 Гц и 120 Гц при нижней частоте 12 Гц соответственно. При увеличении верхней частоты свип-сигнала амплитудный спектр практически неизменен. Наблюдается изрезанный амплитудный спектр. На основании анализа коррелограмм и из соображений повышения разрешенности сигнала целесообразно использовать свип-сигнал с верхней частотой 110 Гц., хотя по приведенным рисункам особых преимуществ на этой частоте не заметно.

– Опробование длительности свип-сигнала при длине свип-сигнала 8, 10 и 12 секунд. Можно видеть, что с увеличением длины свип-сигнала с 8 до 12 с среднеквадратичная амплитуда в окне полезного сигнала монотонно возрастают. На основании анализа коррелограмм следует использовать свип-сигнал с максимально возможной длиной 12 с

– Выбор количества накоплений при работе 2-мя и 3-мя виброустановками: с увеличением числа накоплений среднеквадратичная амплитуда полезного сигнала возрастает, а соотношение сигнал/микросейсмы также в среднем растет. Видно, что характер зависимостей при использовании 2 источников более благоприятный. Таким образом, предпочтительнее выбрать 2 виброисточника и 8 накоплений на одно физ. наблюдение

– Выбор оптимального усилия виброисточников: с увеличением усилия на грунт амплитуда линейно возрастает. Но при возрастании усилия на грунт увеличиваются и нелинейные искажения. При 50-60% наблюдается стабильная работа виброисточников и нелинейные искажения находятся в допустимых пределах. Очевидно, стоит принять 60% за оптимальное значение.

– Опробование нелинейно – частотно модулированного сигнала (НЧМ). С увеличением крутизны свип-сигнала, амплитудная составляющая плавно перемещается в сторону верхних частот, а среднеквадратичная амплитуда убывает. Представляется целесообразным выбрать логарифмический СВИП типа Дб/окт, Const=1 как более высокоамплитудный и ровный

Таким образом, по результатам опытных работ целесообразно обработку профилей на исследованном участке производить с этими параметрами.

Представляется, что это позволит добиться более уверенного прослеживания картируемых горизонтов разреза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской изложены сведения о разных способах возбуждения колебаний в сейсморазведке.. Кратко рассмотрены теоретические основы вибросейсморазведки и основные элементы теории корреляционного приема. Выделены преимущества и недостатки современной вибросейсморазведки. Рассмотрены данные о геолого-геофизической изученности района работ, о его геологическом строении, положении основных нефтеносных горизонтов. Рассмотрены также сеймогеологические условия работ - поверхностные и глубинные - с анализом сейсмограмм и суммарного временного разреза.

На примере проведенных опытных работ детально представлен полный цикл оптимизации виброисточника с приведением и описанием результатов. В итоге выбраны оптимальные параметры этого источника.