

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Применение методов высокоразрешающей сейсморазведки (ВРС) при
поисках залежи нефти и газа в юго-западной части Прикаспийской
впадины»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 531 группы

направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

геологического факультета

Худайбердина Исляма Исхаковича

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 2023

Введение. Стремление геофизиков получить высокоразрешённую сейсморазведочную информацию о среде обусловлено следующим: чем выше пространственно-временная разрешённость сейсмической записи, тем более детально можно изучить строение геологической среды. Интерпретируя подобную информацию, можно выделять пласты мощностью не менее 3-5м, трассировать малоамплитудные тектонические нарушения, картировать с высокой точностью рельеф поверхностей размыва (палеорусел, рек, палеокарстов), выделять области смены литологии пород и т.п. Иными словами, появляется возможность создавать и более детально прорабатывать новые геологические концепции поиска нефтегазовых ловушек и других полезных ископаемых.

Целью выпускной квалификационной работы стала оценка геологической эффективности ВРС при поисках ловушек углеводородов в сейсмогеологических условиях юго-западной части Прикаспийской впадины.

Были поставлены задачи:

Изучение геолого-геофизической характеристики территории исследования.

Исследование геолого-физической основы и технологии метода ВРС.

Уточнение геологического строения исследуемого участка.

Решение поставленных задач осуществлялось с привлечением фондовых материалов предприятия, литературных источников, интернет-ресурсов; систематизации и обобщения данных, личного наблюдения, описания.

Работа состоит из введения, 3 разделов: 1 Геолого-геофизическая характеристика района; 2 Методика и технология ВРС; 3 Исследования ВРС на Производственном лицензионном участке, заключения и списка использованных источников.

Основное содержание. Геолого-геофизическая характеристика исследуемого участка. Промышленно газоносными на исследуемой

площади являются триасовые отложения. Всего пробурено одна структурная, три поисковых и одна эксплуатационная скважины.

В общерегиональном плане Производственный участок находится в пределах юго-западной части Прикаспийской впадины и располагается непосредственно в зоне сочленения Сарпинского мегапрогиба и северо-западного склона Астраханского свода. По подсолевым отложениям в указанной зоне выделяется Енотаевская структурная ступень с глубиной залегания подсолевого ложа ~ 6-7км. По надсолевому комплексу пород ей соответствует Шаджинско-Бугринская зона солянокупольных поднятий.

Исследуемый регион характеризуется активным проявлением солянокупольного тектогенеза, что обусловило его сложное геологическое строение. В пределах региона исследования прослеживаются две соляные гряды: Сарпинская - субширотной ориентации и Переметно-Маячная - субмеридионального направления. Соляные массивы образуют сложную ячеистую структуру залегания надсолевых отложений. При этом наиболее распространенной структурной формой стали купола, начало образования которых приходится на конец верхнепермского времени. В это время проявились активные вертикальные тектонические движения и создались благоприятные условия для образования солянокупольных структур. Окончательное формирование рельефа поверхности соли происходило в палеогеновый период осадконакопления.

Основные перспективы нефтегазоносности надсолевого комплекса пород связывают с поднятиями, контролируемые соляной тектоникой. При этом интенсивная раздробленность солянокупольных структур, как показывает статистика, неблагоприятно сказывается на нефтегазоносности сводовых частей поднятий. В этом отношении более перспективны блоки, с которыми связаны ловушки примыкания, т.е. стратиграфически, литологически и тектонически экранированные.

По характеру выраженности месторождения Шаджинско-Бугринской приподнятой зоны относятся к «сквозным», то есть солянокупольный

характер строения поднятия обусловил, в целом, соответствие структурных планов по целевым сейсмическим горизонтам надсолевого структурно-формационного этажа.

Согласно данным стандартной сейсморазведки прошлого столетия, свод купола Производственной площади осложнен грабеном проседания сложной формы, заполненным, в основном, отложениями мела и палеогена.

Зона малых скоростей (ЗМС) в пределах района исследования, как и на всех участках Сарпинского мегапрогиба однослойная и ее мощность колеблется в пределах 5-10 м. Скорости распространения упругих колебаний в ЗМС составляет 400-700 м/с. Скорость в непосредственно подстилающих ЗМС породах колеблется в пределах 1500-1900 м/с.

Для надсолевого комплекса характерно нарастание пластовых скоростей с глубиной для однотипных литолого-стратиграфических комплексов.

В подсолевом комплексе пород юго-западной части Прикаспийской впадины, по имеющимся данным значения пластовых скоростей сильно зависят от литологического состава пород и лежат в пределах 3940-6440 м/с.

Изучение геологических закономерностей размещения углеводородов в юго-западной части Прикаспийской впадины показывает, что перспективным в нефтегазоносном отношении является практически весь разрез надсолевого комплекса. В пределах Производственной площади основным объектом исследования являются триасовые отложения.

Северный блок Производственного месторождения по данным испытаний содержит в отложениях индского яруса газовую залежь промышленного значения 257,2 тыс.м /с.

Получение газа с пластовой водой в диапазоне отметок указывает, что положение газовой залежи находится в этом интервале.

В пределах северного блока ГVK принят на отметке -2780м.

Газовая залежь оконтурена изогипсами —2620-2780мм и имеет этаж газоносности 160 м.

В пределах Северного блока продуктивным является также песчаный пласт оленекского возраста.

Южный блок. Из индских отложений получен фонтан газа дебитом 40 тыс.м³/сут.

По данным бурения этаж газоносности залежи южного блока составляет 26м, а размеры залежи 2,6х0,6км.

Опробованы известняки среднего триаса, залегающие в подошве отдела, получен приток газа дебитом 16 тыс.м³/сут.

Таким образом, промышленная газоносность на Производственном месторождении установлена только в индских отложениях.

Методика и технология ВРС. Методика сейсморазведки основана на изучении кинематики волн или времени пробега различных волн от пункта их возбуждения до сейсмоприемников, улавливающих скорости смещения почвы, и их динамики или интенсивности волн. В специальных достаточно сложных установках (сейсмостанциях) электрические колебания, созданные в сейсмоприемниках очень слабыми колебаниями почвы, усиливаются и автоматически регистрируются на сейсмограммах и магнитограммах. В результате их интерпретации можно определить глубины залегания сейсмогеологических границ, их падение, простирание, скорости волн, а используя геологические данные, установить геологическую природу выявленных границ.

Высокочастотная или высокоразрешающая сейсморазведка — метод сейсморазведки, при котором используются преломленные и отраженные волны с диапазоном видимых частот от 70 — 80 до 200 — 300 гц. Применяется в основном для решения задач рудной геофизики — картирования коренных горных пород под наносами, расчленения слоистых сред, выделения в них тонких слоев, изучения зон выклинивания. Обладает более высокой разрешающей способностью (способностью отдельно регистрировать быстро идущие один за другим импульсы) по сравнению со среднечастотной сейсморазведкой. Трудность применения ВРС — большое

поглощение коротких волн, мешающее изучению больших глубин и р-нов с мощными толщами рыхлых отложений. При ВРС применяется регистрирующая аппаратура с высокой чувствительностью, соответствующими фильтрами и гальванометрами с частотой собственных колебаний 300 — 400 гц.

Известны методы высокоразрешающей сейсмической разведки на суше и на море с помощью различных видов источников сейсмических колебаний. Как известно, взрывы под ЗМС наиболее приемлемы для целей ВРС, поскольку именно этот способ возбуждения сейсмических волн даёт самый широкий спектр колебаний. Для возбуждения сейсмических сигналов с максимально широким спектром должны использоваться взрывы зарядов в однородных увлажнённых породах с малым тротиловым эквивалентом.

Реализация принципа минимизации зарядов при взрывах в коренных породах под ЗМС, основанного на приведённых ранее общетеоретических расчетах позволяет значительно расширить спектр регистрируемых колебаний, т.е. получать те принципиальные особенности в регистрируемой волновой картине, которые являются основой высокоразрешающей сейсморазведки.

Регистрация осуществляется позиционной расстановкой сейсмоприёмников. Исходя из принципа минимизации, выбирается тот заряд, который обеспечивает формирование полезного сигнала с максимально широким спектром на уровне регистрации целевых отражений.

При использовании шнурового источника важную роль играют процессы подбора веса единичного заряда, количества скважин в группе и базы возбуждения. При проведении работ по методике ВРС целесообразно сократить величину максимального удаления взрыв-прибор. Подобный приём даёт возможность снизить эффект поглощения горными породами высокочастотных составляющих спектра за счет уменьшения пути пробега отражённых волн к дальним от 1113 каналам, к снижению эффектов рефракции на этих же удалениях и рассеяния на неоднородностях горных

пород. Расстояние между каналами не должно превышать половины наименьшего значения кажущейся длины полезной волны.

Задачей методики полевых работ ВРС является расширение рабочей полосы частот (РПЧ), то есть диапазона частот, в котором, после применения углублённой обработки, достигается превышение сигналов над уровнем помех. Специальные способы и приёмы обработки данных ВРС направлены на то, чтобы сохранить динамические характеристики волнового поля и обеспечить максимальную временную разрешённость сейсмических сигналов при требуемом уровне отношения сигнал-помеха. Особенностью способов динамической интерпретации о форме записи отражённых волн, а также привлечение данных ГИС и ВСП с целью получения наиболее детальных сведений о строении и физических свойствах слоёв геологического разреза.

При решении сложных задач, как поиск ловушек неантиклинального типа, разведка месторождений нефти и газа, необходимо, чтобы на площади работ или в непосредственной близости от неё имелась глубокая скважина, в которой выполнен полный комплекс ГИС и ВСП. Работы по ГИС должны включать АК по возможно более протяжённому интервалу разреза (но менее 1000м), пересекающему объекты исследования, а также плотностной ГГК, кавернометрию, различные виды электрокаротажа.

Из всех возможных способов возбуждения в приложении к ВРС целесообразно рассматривать только взрывной и вибрационный - имеются в виду электрогидравлические вибраторы.

Использование специально изготовленных малых зарядов по сравнению с более крупными зарядами приводит к уменьшению доли низкочастотных составляющих в спектре сигнала, что позволяет лучше выровнять спектр и уменьшить низкочастотные волны-помехи, которые непропорционально возрастают при росте величины заряда.

При вибрационном возбуждении спектр вибросейсмического

сигнала на записи можно получить выровненным за счет соответствующего выбора параметров нелинейно - частотно - модулированного свип-сигнала.

Длина годографа выбирается обычным для ОГТ способом, поскольку средняя частота сигналов здесь будет выше и длина годографа может быть меньше.

Чем длиннее годограф, тем больше погрешности на его краях при введении кинематики. Большая кратность суммирования приведёт к «размазыванию» отражений, а не повышению динамической разрешённости.

Возбуждение при ВРС с взрывами производится из одиночных скважин или плотной группы скважин. При вибрационном возбуждении источники ставятся практически вплотную. Это позволяет улучшить характеристику направленности группы и согласовать её с частотным диапазоном свила.

Взрывное возбуждение при ВРС требует тщательного выбора величины заряда и глубины его заложения, а также специального изучения ВЧР.

Полученный в поле первичный сейсмический материал нужно обработать так, чтобы сохранить полученную рабочую полосу и расширить её при обработке. При обработке не реализуются возможности обеспечения качества результатов, заложенные в полевом материале. Чаще всего это происходит из-за несинфазного суммирования сейсмограмм по ОГТ из-за недостаточно точных статических поправок, как правило «среднечастотных».

Обработка полевых данных, полученных по методике ВРС, должна строиться по графу ВРС, основные особенности которого: сохранение диапазона частот полевой записи (полностью при вибрационном возбуждении и максимальное при взрывном); сохранение «динамики» записи для решения динамических задач; выравнивание спектра сейсмического

импульса.

Также необходимо использовать специальные способы коррекции среднечастотных поправок и программы расширения спектра вибросейсмической записи.

Проводимые исследования ВРС на Производственном лицензионном участке. Исследования проводились на современном технологическом уровне с использованием высокоразрешающей сейсморазведки.

Средняя плотность поисковой сети, отработанной в пределах Производственной площади, с учетом ранее отработанных профилей ВРС МОГТ составила 2,04 км/км², что в целом отвечает детальному этапу ГРР и обеспечивает решение поставленных задач.

Зона малых скоростей и ее скоростные характеристики изучались с помощью способа обращенного сейсмокаротажа (МСК). Средняя глубина скважин составляла 30 м, интервал наблюдения по профилю - 1 км. Шаг наблюдения по стволу скважины до глубины 16 метров составлял 1 м, глубже 16 м шаг увеличивался до 2 метров. Запись данных МСК осуществлялась сеймостанцией «Прогресс-Л» с шагом квантования 1 Омс.

В качестве источника сейсмических колебаний использовались взрывы электродетонаторов мгновенного действия. Взрывные работы проводились в соответствии при строгом соблюдении правил безопасности. В качестве источника возбуждения при профильных работах МОГТ-ВРС применялись минимизированные заряды (шашки тротиловые ЗСТ-75). Глубина погружения заряда определялась положением подошвы ЗМС.

Полученная в поле сейсмическая информация обрабатывалась в ГОИ-6 ГПМО с использованием комплекса SDS-PC, реализуемого на базе PENTIUM-IV. При выборе оптимальных процедур учитывались рекомендации по обработке материалов ВРС.

Высокое качество и информативность временных разрезов достигается за счет применения процедур вычитания кратных и других волн-помех,

коррекции кинематических и статических поправок, а также сохранения высокочастотного диапазона волнового поля, полученного в поле по технологии ВРС.

В результате оптимизации полевой методики и последующей обработки первичных материалов появилась дополнительная возможность выделения по данным ВРС таких особенностей геологического разреза, как тектонические малоамплитудные нарушения, поверхности эрозии и стратиграфические несогласия, изучать небольшие по размеру и амплитуде объекты, а также выявлять прямые эффекты газовых залежей по сейсмическим материалам.

Окончательные материалы обработки представлены суммарными и мигрированными временными разрезами по отработанным профилям, а также глубинными динамическими разрезами, характеризующими особенности геологического строения Производственного месторождения.

С целью прогнозирования в пределах Производственной площади зон промышленного скопления углеводородов по эффекту вариации амплитуды отраженных волн (AVO-анализ), была проведена специальная обработка по отработанным сейсмограммам до суммирования.

Результаты. Интерпретация результативных материалов сейсмических исследований состояла в стратиграфической привязке и идентификации целевых горизонтов на временных разрезах МОГТ, их корреляции по площади, выделении и трассировании в плане тектонических нарушений, выборе скоростной модели разреза и способа структурных построений.

Геологическое строение различных стратиграфических комплексов надсолевой осадочной толщи исследуемого района в полной мере характеризуют следующие отражающие горизонты, выделяемые на временных мигрированных разрезах ВРС. Стратиграфическая привязка горизонтов осуществлялась по данным ВСП в скв. 3-Северо-Шаджинской, а также по характерным динамическим особенностям целевых отражений.

Кроме того, использовались результаты обобщения и анализа геолого-геофизических материалов по всей Шаджинско-Бугринской приподнятой зоне.

Результаты детальных сейсморазведочных исследований МОГТ-ВРС-2D внесли существенные изменения в геологические представления о строении Производственного участка. На основании полученных данных имеются перспективы дальнейшей разработки Производственного месторождения, как по основному объекту исследования в индских отложениях, так и выявленных бурением, но не изученным в структурном отношении газоносным горизонтам в нижнем (оленекский ярус) и среднем (анизийский ярус) триасе. При этом первоочередным объектом бурения может являться Северный блок Производственного месторождения, с которым непосредственно связана промышленно эксплуатируемая залежь. В соответствии с новой геологической моделью значительно уменьшилась область распространения соляного штока, прорывающего отложения триасового комплекса. Тем самым увеличиваются размеры залежи северного блока, экранируемой соляным телом.

Заключение. Основным результатом проведенных исследований МОГТ-ВРС-2Д на участке считаем то, что уточнена модель строения Производственного поднятия по продуктивным отложениям триасового комплекса. На основании анализа более информативных сейсмических материалов, полученных по технологии ВРС, с высокой степенью надежности и минимальным риском было обосновано положение контактов соли и вмещающих пермотриасовых отложений. Поэтому принципиальное отличие геологических представлений Производственного поднятия по данным ВРС от предшествующих моделей заключается в уменьшении области распространения соляного купола и расширении площади газоносности. Это позволяет включить в разработку значительный участок залежи северного блока, ранее считавшийся не продуктивным.