

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Выделение пород-коллекторов и оценка их насыщения по данным  
газового каротажа на примере Морского месторождения»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студентки 5 курса 532 группы очно-заочной формы обучения  
специальность 21.03.01 Нефтегазовое дело  
профиль «Геолого-геофизический сервис»  
геологического факультета  
Акопян Анны Давидовны

**Научный руководитель**

К.Г.-м.н., ассистент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.В. Тимофеев

**Зав. кафедрой**

К.Г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2024

**Введение.** За последние годы значительно возросла роль Геолого-технологических исследований (ГТИ). ГТИ стали необходимыми при проводке всех категорий скважин, в том числе эксплуатационных и специального назначения. Исследованиями ГТИ охвачены все этапы строительства скважины – проводка, крепление, освоение, капитальный ремонт.

ГТИ направлены на оперативное выделение в разрезе бурящейся скважины перспективных на нефть и газ пластов-коллекторов, изучение их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения, оптимизацию отбора керна, экспрессное опробование и изучение методами ГИС выделенных объектов, обеспечение безаварийной проводки скважин и оптимизацию режима бурения. Газовый каротаж входит в комплекс ГТИ и составляет его существенную часть.

Проводимые геолого-технологические исследования включают регистрацию параметров бурового раствора и режимов бурения, отбор и изучение литологии и вещественного состава образцов шлама. В процессе газового каротажа производится регистрация газопоказаний с отбором проб бурового раствора и образцов шлама для определения количества и состава газа. Геохимические исследования включают определение состава газа, содержащегося в буровом растворе, и люминисцентно-битуминологический анализ отбираемых образцов шлама.

Целью работы является выделение пластов-коллекторов келловейского и волжского ярусов, а так же оценка характера насыщения этих пластов.

Данная цель предполагает решение ряда задач:

изучение геолого-геофизического материала, касающегося строения, структуры и нефтегазоносности юрских отложений;

- ознакомление с методами проведения газового каротажа;
- выделение пластов-коллекторов и характера их насыщения по данным газового каротажа;
- ознакомление с методами анализа шлама;
- определение характер пород-коллекторов по данным ЛБА.

В настоящей выпускной квалификационной работе было написано три раздела:

1 Краткая геолого-геофизическая изученность района работ;

2 Методика работ;

3 Результат исследования.

### **Основное содержание работы.**

**Первый раздел «Краткая геолого-геофизическая изученность района работ».**

Месторождение Морское находится в российском секторе акватории Каспийского моря, рядом с месторождением Ракушечное. Расстояние до ближайшего берега (дельта р. Волга) составляет около 120 км. Ближайшие морские порты располагаются в г. Астрахани (175 км) и г. Махачкала (250 км), железнодорожные станции - в г.г. Астрахань, Махачкала, Кизляр и Дербент.

В 50-70-е годы, проведение региональных геофизических исследований, таких как гравиметрия, магнитометрия, электроразведка, различные модификации сейсморазведки (ГСЗ, КМПВ, МОВЦЛ) позволило получить сведения о строении осадочного чехла, тектонике и перспективах нефтегазоносности региона. На Северном и Южном Каспии была проведена аэромагнитная съемка масштаба 1:200000, остальная часть акватории покрыта этими работами с судов. Региональные и детальные гравиметрические работы по редкой сети профилей выполнены по всей площади.

В шельфовой части Каспийского моря в 1965-1972 гг. были выполнены специальные морские геофизические и структурно-геоморфологические исследования. Структурные элементы морского дна устанавливались по геоморфологическим, геологическим и геофизическим данным, на мелководных местах использовались результаты бурения [1].

К началу 90-х годов трест «Каспнефтегеофизика» почти полностью перекрыл региональной, поисковой, а на многих локальных структурах и детальной, съемкой МОГТ акваторию Южного, Среднего и, в меньшей степени,

Северного Каспия. В последнем районе аналогичную работу выполнил трест «Южморнефтегеофизика».

Начиная с 1995 г. широкомасштабные комплексные исследования Северного и Среднего Каспия выполняются ОАО «ЛУКОЙЛ» силами подрядной организации ООО СК «ПетроАльянс» [3].

Сейсмическими регионально-поисковыми работами предложена детальная сейсмогеологическая модель обширного участка акватории Северного и Среднего Каспия, а также были выделены новые, подтверждены или получили отрицательную оценку ранее выявлявшиеся нефтегазоперспективные объекты, одним из которых являлась структура Морская [4].

В 1998г. был подготовлен паспорт на структуру «Морская», подготовленную к глубокому бурению на нефть и газ [5].

Морское месторождение было открыто в 2000 г. поисковой скважиной 1, где были получены притоки в терригенных отложениях триаса. Нефтегазоперспективными отложениями в пределах изучаемой территории являются породы: палеогеновой системы, альбского, аптского, волжского и келловейского ярусов. Тип флюида разнообразен: нефть, газ и газоконденсат.

В районе месторождения Морское на дислоцированных нижнетриасовых терригенных образованиях залегают карбонатно-терригенные отложения орто-платформенного чехла общей толщиной свыше 2450 м в составе: юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

Изучаемая часть акватории Северного и Среднего Каспия, её западное и восточное обрамления, по комплексу геолого-геофизических данных на море и суше относится к Скифско-Туранской эпигерцинской платформе, занимающей промежуточное положение между докембрийской Русской платформой и альпийской складчатой областью Большого Кавказа – Копетдага.

В вертикальном разрезе молодой платформы выделяются три главных тектонических этажа. Нижний - фундамент - представлен интенсивно дислоцированными, в различной степени метаморфизованными геосинклинальными формациями палеозоя и допалеозойских отложений.

Верхний тектонический этаж - платформенный чехол - сложен осадками юрско-неогенового возраста. Между фундаментом и отложениями чехла залегает промежуточная пермо-триасовая толща, которая в различных структурно-тектонических зонах в разной степени дислоцирована и метаморфизована.

В соответствии с нефтегазогеологическим районированием Морское месторождение расположено в пределах акватории Северного и Среднего Каспия Северокавказско-Мангышлакской нефтегазоносной провинции.

В осадочном чехле, вскрытом на площади Морской, нефтегазоносность приурочена к комплексам отложений: юрскому карбонатно-терригенному нефтегазоносному, нижнемеловому терригенному газонефтеносному [6, 9].

### **Второй раздел «Методика работ»**

На месторождении Морское всего во вскрытом разрезе выявлены: три газоконденсатные залежи – две в альбских и аптских отложениях нижнего мела и одна в келловейском ярусе средней юры; одна газоконденсатонефтяная залежь – в отложениях волжского яруса верхней юры.

Газовый каротаж, основанный на определении количества и состава углеводородных газов в промывочной жидкости, называют газовым каротажем. Так как относительное содержание и состав углеводородных газов прямым образом связаны с нефтегазоносностью отложений, газовый каротаж является прямым методом выявления и изучения нефтегазовых коллекторов. Этим он выгодно отличается от других методов ГИС. Наибольшую информацию о продуктивности породы дают такие компоненты, как метан ( $\text{CH}_4$ ), этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), пентан ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) и гексан ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ).

При бурении газы переходят в промывочную жидкость (ПЖ) и в процессе ее циркуляции выходят на поверхность. Количество газа и его компонентный состав в объеме ПЖ, прошедшем через забой в процессе разбуривания того или иного пласта, соответствует количеству и компонентному составу газа в этом пласте. Поэтому, определяя суммарное и компонентное содержание горючих

газов в ПЖ, можно прогнозировать продуктивные отложения до их вскрытия, выделять коллекторы и оценивать характер их насыщения.

Метод газового каротажа предусматривает извлечение газов (дегазацию) ПЖ на устье скважины с помощью специальных устройств — дегазаторов. Их принцип действия заключается в снижении давления в исследуемой жидкости ниже давления насыщения. Выделяющийся газ, увлеченный потоком воздуха, поступающего от компрессора, попадает на вход анализирующего устройства непрерывного действия — газоанализатора, с помощью которого определяют суммарное содержание газов. Широко распространены термокондуктивные газоанализаторы. Они устанавливают содержание газов по различию теплопроводности газовой смеси, проходящей через рабочую камеру, и чистого воздуха, подаваемого во вспомогательную камеру. Для этого в камерах располагаются чувствительные элементы (резисторы), электрическое сопротивление которых меняется по мере прохождения газа через камеру. Часть газовой смеси отбирают в пробоотборники для компонентного анализа, ведущим способом которого является хроматография, основанная на различной скорости движения газов через слой сорбирующего вещества.

Хроматограф обеспечивает циклическое измерение предельных углеводородных газов: метана, этана, пропана, бутана, пентана, гексана, изосоединений и др. при автоматическом отборе и анализе проходящей газовой смеси. Время выхода пиков и цикла анализа устанавливаются программно. Имеет независимый выход на аналоговый регистратор с возможностью ручной регулировки диапазонов.

Суммарный газоанализатор предназначен для непрерывного измерения суммарной концентрации газов в газовой смеси, извлекаемой из бурового раствора. Газоанализатор оборудован аварийной сигнализацией, которая срабатывает при превышении концентрации в промывочной жидкости на выходе из скважины выше установленного предела, задаваемого программно.

С помощью газового каротажа также определяют газосодержание шлама и керна и компонентное содержание газа в ПЖ.

Газовый каротаж применяют для прогнозирования, выделения и оценки характера насыщения нефтегазовых залежей. Получаемая информация позволяет обеспечить оптимальный режим разбуривания нефтегазовых коллекторов, уточнить интервалы проведения испытаний пластов и отбора из стенок скважины образцов пород. При разведке угольных месторождений газовый каротаж применяют с целью определения концентрации метана, являющегося взрывоопасным газом.

Окончательная интерпретация данных газового каротажа сводится к следующему. Рассчитывают исправленные суммарные газопоказания  $G_{\text{сум}}$  с учетом фоновых значений.

В аномальном интервале кривой  $G_{\text{пр}}$  для каждой точки находят значения. Для этого рассчитываются интервалы, которые в последующем наносятся на бланк эталонной номограммы, при этом оценивается компонентная характеристика пласта.

Шлам является продуктом разрушения горных пород и несет информацию об их литологии, минеральном составе, содержании полезных ископаемых, характере насыщения, фильтрационно-емкостных, прочностных и других свойствах. Поэтому исследования шлама непосредственно в процессе бурения позволяют получить ценную геологическую информацию о разрезе, повысить эффективность петрофизического обеспечения методов ГИС.

Эффективное использование информации, полученной при анализе шлама, возможно при надежной привязке отобранных проб по глубине. Исследования шлама проводят одновременно с газовым каротажем.

Люминесцентно-битуминологический анализ (ЛБА) основан на изучении люминесценции (свечения) битумов под воздействием ультрафиолетовых лучей. Интенсивность люминесценции зависит от количества битумов, а цвет — от компонентного состава. Анализу подвергают пробу жидкости, извлеченную из шлама с помощью растворителя. ЛБА также применяют для

исследования пластовой жидкости (ПЖ). Люминесцентно-битуминологический анализ проводится по всему исследуемому разрезу с шагом отбора шлама. Данные об интенсивности, цвете и типе битумоида по результатам капельно-люминесцентного анализа заносятся в журнал оператора-геолога, на сводную диаграмму геологических исследований и в сводку геолого-технологических исследований.

Задачи, решаемые на основе анализа шлама, весьма разнообразны. С его помощью осуществляют прогноз зон АВПД, построение литолого-стратиграфических разрезов скважин, выделение и оценку содержания полезных ископаемых, выделение нефтегазовых коллекторов и оценку их коллекторских свойств, оптимизацию процесса бурения. Особенно велика роль шлама при недостаточном выносе керна.

В целом МК может быть применен для детального литологического расчленения разреза, выделения коллекторов. Механический каротаж обладает высокой разрешающей способностью по вертикали, его данные хорошо коррелируют с данными других методов каротажа. Важная область применения МК — прогноз зон повышенных давлений и АВПД. Таким образом поддерживается оптимальный уровень гидростатического давления ПЖ, что позволяет исключить образование глубоких зон проникновения и избежать аварии (выброса на поверхность пластовых флюидов).

Термо-вакуумная дегазация (ТВД) является инструментом для извлечения углеводородных газов из открытых пор шлама, а также для извлечения газа, содержащегося в буровом растворе. После извлечения газа определяется его количество и при помощи хроматографа анализируется его состав. Такой анализ проводится с целью выявления продуктивных нефтегазоносных пластов и выделения зон аномально высоких поровых и пластовых давлений. Следует отметить, что данный метод является дополнительным при выявлении продуктивных пластов-коллекторов.

### **Третий раздел «Результат исследований»**



Строительство скважины №2 Морской геолого-технологическими исследованиями начато с глубины 34 м и завершено по окончании строительства скважины при забое 2024м.

В процессе бурения скважины основными задачами, геолого-технологических исследований являлись: технологический контроль, за безаварийным строительством скважины, получение информации о геологическом строении разреза, выделение в разрезе пластов-коллекторов и оценка характера их насыщения.

При проведении ГТИ проведен комплекс геолого-геохимических исследований с использованием автоматизированного газокаротажного хроматографа, осуществляющего отдельный компонентный анализ УВ газов предельного ряда C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub>. Кроме непрерывного фиксирования частичной газонасыщенности бурового раствора, комплекс геолого-геохимических исследований включал в себя также отбор образцов шлама, определение карбонатности пород, предварительное литолого-стратиграфическое расчленение разреза, глубокую термовакуумную дегазацию (ТВД) проб шлама и бурового раствора и люминесцентно-битуминологический анализ (ЛБА) проб шлама.

На кривых суммарных газопоказаний РАГ по раствору в интервалах 1717-1735м, 1918-1953м 1835м и повышенное содержание легких газов (метан) и тяжелых (пентан, гексан) говорит о пластах-коллекторах с признаками нефти. При значении газов более 0,1% коллектор считается насыщенным нефтью.

В интервалах 1749-1752м, 1820-1835м и повышенное содержание легких газов (метан) и пониженное тяжелых (пентан, гексан) говорит о пластах-коллекторах с признаками газа, газоконденсата.

В пластах-коллекторах в интервалах 1717-1728м, 1749-1751м, 1748-1751м, 1823-1826м, 1827-1831м, 1918-1920м, 1939-1940м и 1947-1951м по данным ЛБА люминесценция хлороформных вытяжек шлама составила 3 балла, беловато-желтого цвета, что говорит о присутствии в породах маслянистых

битумоидов (Нефть и битумоиды с низким содержанием смол, с незначительным содержанием или отсутствием асфальтенов).

**Заключение.** В соответствии с поставленными задачами в бакалаврской работе описаны комплексы ГТИ, изучено геологическое и тектоническое строение Морского месторождения. Описаны методы и методики выполнения геологических исследований, газового каротажа, механического каротажа и люминесцентно-битуминологического анализа. Дано описание методик определения характера насыщения при помощи построения палеток РАГ, так же были выявлены интервалы насыщения нефтью и газом.