

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 характера насыщения перспективных интервалов Яро-  
Хинского месторождения методами ГТИ в процессе бурения

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 501 группы  
020302 специальности геофизика  
геологического факультета  
Жердецкого Ивана Васильевича

Научный руководитель

к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

дата, подпись

Ю.Г.Шигаев

Заведующий кафедрой

к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

дата, подпись

Е.Н. Волкова

Саратов, 2016 год

## ВВЕДЕНИЕ

Геолого-технологические исследования (ГТИ) являются составной частью геофизических исследований нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин и предназначены для осуществления контроля за состоянием скважины на всех этапах ее строительства и ввода в эксплуатацию с целью изучения геологического разреза, достижения высоких технико-экономических показателей, а также обеспечения выполнения природоохранных требований.

ГТИ проводятся непосредственно в процессе бурения скважины, без простоя в работе буровой бригады и бурового оборудования при этом решается комплекс геологических и технологических задач, направленных 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 [1].

Целью бакалаврской работы является изучение особенностей геолого-технологических исследований при выделении пластов коллекторов и характера насыщения их флюидом.

При решении данной проблемы было необходимо:

1) осуществить сбор, анализ и обработку информации о шламе, керне, параметрах бурового раствора и режима бурения;

2) провести оперативную предварительную обработку геофизической и гидродинамической информации о продуктивных или перспективных объектах;

3) выдать рекомендации необходимые буровой бригаде, геологической и технологической службам буровых предприятий рекомендаций, необходимых для оперативного выявления перспективных на нефть и газ объектов и оптимальной проводки скважин в сложных горно-геологических

условиях.

Бакалаврская работа состоит из трех частей:

В первой части дан анализ Яро-Яхинского нефтегазоконденсатного месторождения, его географического положения и геологического строения. На базе данного месторождения проанализированы и описаны геолого-технологические исследования;

Во второй части описана методика проведения исследований аппаратура и оборудование, рассмотрены цели и задачи ГТИ, описана методика исследования скважин, подробно рассмотрена методика проведения газового каротажа, описана аппаратура, используемая станцией ГТИ при исследовании скважины, а также способы и оборудование для дегазации бурового раствора.

В третьей части описаны результаты работ комплекса исследований ГТИ. Методики выделения пластов коллекторов и определения характера насыщения.

Данная работа написана по материалам, полученным автором при работе в организации «Ямалпромгеофизика» во время прохождения производственной практики.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В первом разделе **геолого-геофизическая характеристика района работ** даны общие сведения о месторождении, а именно - в географическом отношении Яро-Яхинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Ямало-Ненецком Автономном округе Российской Федерации в 540 км к Востоку от г. Салехард и приурочено к одноимённого локальному поднятию Уренгойской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Яро-Яхинское месторождение было открыто в 1985 году скважиной Открытие, разведка и разработка месторождений в непосредственной близости или же в самой Большехетской впадине, а также сейсмические исследования последних лет позволили более четко оконтурить и изучить эту структуру.

В подразделе **1.2 краткие геолого-геофизические сведения о Яро-Яхинском месторождении** указано, что площадь работ - сложная по геологическому строению, на территории которой в геологическом прошлом преобладали длительные процессы морской, озерной, речной и ледниковой аккумуляции. В структурно-тектоническом отношении рассматриваемая территория включает различные, преимущественно положительные, новейшие структуры Ямало-Ненецкой крупной моноклинали. В геологическом отношении территория Яро-Яхинского месторождения, трасс газопровода подключения и конденсатопровода-подключения располагаются в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты. Нижний ярус плиты образуют породы кристаллического фундамента, а верхний - отложения мезо-кайнозойского чехла. Максимальные мощности чехла достигают 4,0-5,5 тыс.м и приурочены к крупным отрицательным структурам (долина р. Пур).

Во втором разделе **методика проведения исследований аппаратура и оборудование** описано, что геолого-технологические исследования скважин

– комплексные исследования содержания, состава и свойств пластовых флюидов и горных пород в циркулирующей промывочной жидкости, а также характеристик и параметров технологических процессов на различных этапах строительства скважин с привязкой результатов исследований ко времени контролируемого технологического процесса и к разрезу исследуемой скважины.

Целями ГТИ является: получение информации о ходе бурения и о процессах, происходящих в скважине и пласте, и использование ее с целью безаварийной и рациональной проводки скважин; оптимизация и контроль технологических процессов на всех этапах строительства скважин и изучение геологического разреза.

В подразделе **2.1 аппаратура станции ГТИ для исследования скважин** описано, что обеспечение методов ГТИ осуществляется комплексом датчиков, регистрирующих параметры бурения и являющимися первичными источниками данных. Датчики обеспечивают регистрацию следующих технологических параметров:

«Вес на крюке» измеряется тензометрическим датчиком, установленным на «мертвом» конце лебедки. Первичным преобразователем служит тензорезистор, который изменяет электрическое сопротивление проводника под влиянием деформации. Диапазон измерения от 0 до 200 тонн, чувствительность 80 кг. Используется для расчета нагрузки на долото и в ряде других задач.

«Давление на входе нагнетательной линии» измеряется датчиком давления ДД-250, установленным на манифольде нагнетательной линии. Первичным преобразователем служит тензорезистор. Диапазон измерения от 0 до 250 атм. Точность измерений - 1%. Давление служит для оперативного выявления подклинок долота или забойного двигателя.

«Высота положения тальблока» измеряется датчиком оборотов лебёдки (ДОЛ), установленным на лебедке. Диапазон измерения от 0 до 40 м. Точность измерений – 1см. Данный датчик является основой для расчета глубины долота.

«Число ходов бурового насоса» измеряется индуктивным датчиком, который срабатывает от приближения металла, выдавая импульсы кратно ходам насоса. Точность измерений – 1 ход насоса.

«Обороты ротора» измеряется индуктивным датчиком, который срабатывает от приближения металла, выдавая импульсы кратно оборотам вала ротора, установленным на приводе стола ротора. Точность измерений – 1 оборот ротора.

«Расход промывочной жидкости на входе» измеряется датчиком РГР-100, установленным в нагнетательной линии, либо датчиком ультразвуковым "ARTWIK". Электромагнитный преобразователь или основан на доплеровском эффекте. Диапазон измерения от 0 до 100 л\сек. Точность измерений 1%.

«Расход промывочной жидкости на выходе» измеряется датчиком «лопатка» с реохордом, установленным в желобе. Резистивный тип преобразователя. Диапазон измерения от 0 до 50 л. Точность измерений – 10 %. Используется только на буровых с открытой желобной системой.

«Уровень промывочной жидкости в емкостях» измеряется уровнемерами герконового типа, установленным в емкости с буровым раствором. Диапазон измерения от 1 до 2,5 м. Точность измерений – 0.5 мм. Объем промывочной жидкости рассчитывается программно исходя из площади дна емкости.

«Температура промывочной жидкости на выходе» измеряется термометром, установленным в желобе. Первичный преобразователь – терморезистор, Диапазон измерения от 0 до 100 С. Точность измерений 1 С.

В условия района Крайнего Севера и приравненных к ним районов использование датчика промывочной жидкости на выходе («лопатка») не представляется возможным в связи с использованием буровых установок с закрытой желобной системой.

По согласованию с заказчиком и при использовании передвижных буровых установок использующие насосы с регулируемыми ходами, расход промывочной жидкости на входе рассчитывается программно исходя из коэффициента заполнения насоса и количества ходов насоса.

Информационное табло бурильщика предназначено для отображения и визуализации информации, получаемой от датчиков. На лицевой панели пульта бурильщика расположены шесть линейных шкал с дополнительной цифровой индикацией для отображения параметров: крутящий момент на роторе, давление ПЖ на входе, плотность ПЖ на входе, уровень ПЖ в емкости, расход ПЖ на входе, расход ПЖ на выходе. Параметры веса на крюке, нагрузки на долото по аналогии с ГИВ отображены на двух круговых шкалах с дополнительным дублированием в цифровом виде. В нижней части табло расположены одна линейная шкала для отображения скорости бурения, три цифровых индикатора для отображения параметров - глубина забоя, положение над забоем, газосодержание. Алфавитно-цифровой индикатор предназначен для вывода текстовых сообщений и предупреждений.

Геохимический модуль станции включает газовый хроматограф, анализатор суммарного газосодержания, газовоздушную линию и дегазатор бурового раствора.

Наиболее важной составной частью геохимического модуля является газовый хроматограф. Для безошибочного, четкого выделения продуктивных

интервалов в процессе их вскрытия нужен очень надежный, точный, высокочувствительный прибор, позволяющий определять концентрацию и состав предельных углеводородных газов в диапазоне от 1-10<sup>-5</sup> до 100%. Для этой цели для комплектации станции ГТИ разработан газовый хроматограф «Геопласт 04М».

Для выделения забойного газа, растворенного в буровом растворе, используются дегазаторы двух типов:

- поплавковые дегазаторы пассивного действия;
- дегазаторы активные с принудительным дроблением потока.

Поплавковые дегазаторы просты и надежны в эксплуатации, однако обеспечивают коэффициент дегазации не более 1-2%.

Дегазаторы с принудительным дроблением потока могут обеспечить коэффициент дегазации до 80-90%, но менее надежны и требуют постоянного контроля.

Непрерывный анализ суммарного газосодержания производится с помощью выносного датчика суммарного газа. Преимущество данного датчика перед традиционными анализаторами суммарного газа, размещаемыми в станции, заключается в оперативности получаемой информации, так как датчик размещается непосредственно на буровой и время задержки на транспортировку газа с буровой на станцию исключается. Кроме этого, для комплектации станций разработаны газовые датчики для измерения концентраций неуглеводородных компонентов анализируемой газовой смеси: водорода H<sub>2</sub>, окиси углерода CO, сероводорода H<sub>2</sub>S.

Геологический модуль станции обеспечивает исследование бурового шлама, керна и пластового флюида в процессе бурения скважины, регистрацию и обработку получаемых данных.



Исследования, выполняемые операторами станции ГТИ, позволяют решать следующие основные геологические задачи:

- литологическое расчленение разреза;
- выделение коллекторов;
- оценка характера насыщения коллекторов.

Для оперативного и качественного решения этих задач определен наиболее оптимальный перечень приборов и оборудования и исходя из этого разработан комплекс геологических приборов.

Люминоскоп ЛУ-1М с выносным УФ-осветителем и устройством для фотографирования предназначен для исследования бурового шлама и образцов керна под ультрафиолетовым освещением с целью определения наличия в породе битуминозных веществ, а также для их количественной оценки.

Принцип измерения прибора основан на свойстве битумоидов при их облучении ультрафиолетовыми лучами излучать «холодное» свечение, интенсивность и цвет которого позволяют визуально определить наличие, качественный и количественный состав битумоида в исследуемой породе с целью оценки характера насыщения коллекторов.

Устройство для фотографирования вытяжек предназначено для документирования результатов люминесцентного анализа и способствует исключению субъективного фактора при оценке результатов анализа. Выносной осветитель позволяет осуществлять предварительный осмотр крупногабаритного керна на буровой с целью выявления наличия битумоидов.

Осушитель шлама ОШ-1 предназначен для экспресс-осушки проб шлама под воздействием теплового потока. Осушитель имеет встроенный

регулируемый таймер и несколько режимов регулировки интенсивности и температуры воздушного потока.

Перечисленные датчики являются базовым комплектом станции ГТИ который является достаточным минимумом для решения технологических задач. Помимо выше перечисленных, используются также дополнительные датчики при бурении сверхглубоких скважин с зонами АВПДВ подразделе в

В подразделе **2.2 геолого-технологические задачи, решаемые по данным ГТИ** указано, что по целевому назначению основные задачи ГТИ проводимые в ООО «Ямалпромгеофизика» подразделяются на геологические, технологические, планово-экономические, и информационные. Самыми важными и главными являются геологические и технологические задачи. Они очень тесно взаимосвязаны и поэтому должны быть рассмотрены вместе.

В подразделе **2.3 методика исследования скважины комплексом ГТИ** описано что для исследований используется компьютеризированная станция ГТИ с автоматизированным газокаротажным хроматографом «Геопласт04М», осуществляющим отдельный компонентный анализ по углеводородным газам предельного ряда C1-C5. А также комплектом датчиков для регистрации технологических параметров. Параллельно информация о строительстве скважины в реальном времени передавалась на пульт бурильщика, установленный непосредственно на буровой. Данные регистрировались с шагом опроса 10 сек. во временном масштабе, 0.2 метра в глубинном масштабе. Реально-временная визуализация параметров проводилась непрерывно на экранах компьютеров с привязкой по глубине и по времени в заданном масштабе. Обработка и визуализация геолого-технологических исследований производилась в специализированном программном пакете «GeoData».

Основной первичной производственной единицей службы ГТИ является партия, осуществляющая круглосуточное сопровождение процесса строительства скважины.

В подразделе **2.4 методика проведения газового каротажа** указано, что газовый каротаж - это метод выявления нефтяных и газовых залежей путём систематического определения газообразных и лёгких жидких углеводородов.

При бурении скважин производится эпизодическая или непрерывная дегазация бурового раствора, а полученный газ анализируется. Результаты анализов наносятся на диаграммы, показывающие изменения состава и содержания углеводородов по разрезу скважины. По этим диаграммам возможно определить глубину нахождения нефтеносного или газоносного пласта. Газовый каротаж проводится и при остановке бурения скважины. Буровой раствор стоит некоторое время в скважине и обогащается углеводородами на тех участках раствора, которые находятся против нефтеносных и газоносных пластов. Затем начинается обычная циркуляция бурового раствора, как при бурении скважины, и проводится газовый каротаж, позволяющий определить интервалы раствора, обогащенные углеводородами. Вводя поправки, учитывающие глубину скважины и скорость циркуляции бурового раствора, определяют местоположение нефтяных и газовых залежей по разрезу скважины

В подразделе **2.5 способы и оборудование для дегазации бурового раствора** указано, что различают два способа дегазации. Первый – это непрерывная дегазация бурового раствора. Второй – периодический отбор проб и исследования на установке термовакуумной дегазации. При втором способе исследуется промывочная жидкость, пробы из пробоотборника при ИПТ, шлам и керн и определяется удельное газосодержание. Причем изучение газоносности шлама и керна производится только этим способом.

В подразделе **2.6 выделение коллекторов в разрезе продуктивного пласта по данным ГТИ** указано, что расчленение продуктивной части разреза скважины заключается в выделении слоев различного литологического состава, в установлении последовательности их залегания и, в конечном итоге, в выделении коллекторов и непроницаемых разделов между ними. Решаются эти задачи с помощью комплекса методов, в котором основное место занимают геофизические методы исследования скважин. Методами ГИС в обязательном порядке исследуются скважины всех категорий (поисковые, разведочные, эксплуатационные и др.).

В подразделе **2.7 геофизические исследования скважин** указано, что геофизические исследования скважин являются априорными данными для расчленения разреза и определения характера насыщения.

Геофизические исследования скважин (ГИС) — это совокупность физических методов, предназначенных для изучения горных пород в околоскважинном и межскважинном пространствах. Геофизические исследования, предназначенные для изучения горных пород, непосредственно примыкающих к стволу скважины, называют каротажем, совокупность методов каротажа — промысловой геофизикой.

В третьем разделе бакалаврской работы **результаты работ методами ГТИ** указано, что настоящая работа выполнена автором по материалам, полученным по результатам геолого-технологических исследований проведенных в процессе бурения наклонно-направленной скважины Яро-Яхинского месторождения, станцией ГТИ АО "Ямалпромгеофизика".

В подразделе **3.1 регистрация технологических операций ГТИ** описано, что на Яро-Яхинском месторождении, заполняют журнал регистрации технологических операций в процессе строительства скважины в течении суток. Ведение данного журнала неотъемлемая часть трудового процесса ГТИ. Все технологические операции журнала переносятся в суточный рапорт.

В подразделе **3.2 суточный анализ данных ГТИ** описано, что суточный рапорт ГТИ я заполняют каждые сутки в временном интервале с 0:00 по 24:00 он в себя вмещает большой объём информации необходимый заказчику для наблюдения за соблюдением технологических этапов строительства скважины. В подразделе

В подразделе **3.3 анализ результатов исследований при вскрытии продуктивных пластов** указано, что в отчёте о вскрытии пласта описывают параметры, изменяющиеся во время вскрытия кровли продуктивного горизонта. Принцип его в том, чтобы заказчик мог сопоставить проектные данные и данные предоставленные комплексом ГТИ. Несоответствие данных может привести к переориентировке профиля скважины, что может привести к большим затратам на скважину. Из этого можно сделать вывод что отчёт о вскрытии пласта несёт очень важную информацию для заказчика и является основной частью наблюдений геолога станции ГТИ.

В подразделе **3.4 итоги проведения исследований ГТИ** описано как на втором этапе исследования было проведено обобщение полученных результатов. По полученным результатам в отложениях Ю1-1 в интервале 3072-3130м выделена аномалия, охарактеризованная как газоконденсатная.

На последнем этапе подготовки данной работы было проведено сравнение полученных результатов по данным ГТИ с заключением по данным геофизических исследований скважин. В итоге этого сравнения полученные результаты по данным интерпретации материалов ГТИ были полностью подтверждены заключением по ГИС

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной задачей в работе предпринята попытка дать описание комплексов геолого-технологических исследований, изучить геологическое и тектоническое строение района работ, описаны методы и методики выполнения геолого-технологических исследований, газового каротажа, дать описание методик определения характера насыщения.

В процессе написания работы выполнен анализ глубинных диаграмм геолого-технологических исследований, а также материалов ГИС, который позволил выделить в разрезе скважины перспективную зону при помощи методики порогового аномального значения. В дальнейшем в данных интервалах было произведено определение характера насыщения при помощи методик Geoservis и ОПУС.

По полученным результатам в отложениях Ю1-1 в интервале 3072-3130м выделена аномалия, охарактеризованная как газоконденсатную.

На последнем этапе исследования было проведено сравнение полученных результатов по ГТИ с заключением по данным геофизических исследований скважин. В сравнении полученные материалы по данным интерпретации ГТИ были полностью подтверждены заключением по ГИС - интервал 3070-3130м – газонасыщен.

Данный факт указывает на высокую эффективность определения характера насыщения перспективных интервалов в процессе бурения в условиях Яро-Яхинского месторождения при помощи методик Geoservis и ОПУС.