

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

Кафедра геофизики

**«Оценка характера насыщения рифейских отложений в карбонатных
разрезах в условиях южной части Сибирской платформы»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 403 группы очной формы обучения
геологического факультета
направление 05.03.01 «Геология»
профиль «Нефтегазовая геофизика»
Матвеева Кирилла Андреевича

Научный руководитель

кандидат геол.-мин.наук, доцент

подпись, дата

Б.А. Головин

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин.наук, доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2023

Введение. Осуществление типичных методов геофизических исследований в условиях южной части Сибирской платформы крайне проблематично из-за характерных черт геологического строения района работ. По этой причине особую роль получают геолого-технологические исследования. Неотделимой частью геофизических исследований газовых и нефтяных скважин являются геолого-технологические исследования, которые в свою очередь проводятся для установления контроля над состоянием скважины на каждом этапе ее строительства, а также для запуска в эксплуатацию с целью исследования геологического разреза, и реализации значительных технико-экономических результатов, в том числе выполнение экологических обязательств. Большую роль здесь играют технологии промывки скважин и буровые растворы. От их способности выполнять свои функции в различных геолого-технологических условиях во многом зависит эффективность буровых работ. При этом различают физические и химические свойства бурового раствора. Физические свойства делятся на фильтрационные, тепло-физические, термодинамические, коллоидно-реологические, химические и электрические.

Цель написания бакалаврской работы заключается в оценке характера насыщения перспективных интервалов в процессе бурения, в геологических условиях развития, в рифейских карбонатных отложениях, являющихся высокоперспективным поисково-разведочным предметом на газ и нефть в южной зоне Сибирской платформы.

Для достижения указанной цели в процессе написания данной работы автором выполнено следующее:

- изучено геологического строения района работ;
- выполнен обзор комплексов геолого-технологических исследований, применяемых для выделения перспективных интервалов;
- в разрезе исследуемой скважины выполнены перспективные интервалы для определения характера их насыщения;

- проведено ознакомление и адаптация к конкретным геологическим условиям методик, определения характера насыщения коллекторов по данным газового каротажа;

- Охарактеризован технико-методический комплекс для определения параметров бурового раствора;

Полученная информация позволила осуществить безаварийную проходку скважины №791 Юрубчено-Тохомского месторождения путём поддержания реологических характеристик бурового раствора согласно выполнению проектных требований к вскрытию продуктивных пластов.

В данной бакалаврской работе были составлены следующие разделы:

- Введение;
- Геолого-геофизическая характеристика территории исследования;
- Методика работ;
- Результаты работ;
- Заключение.

Основное содержание работы. Первый раздел «Геолого-геофизическая характеристика территории исследования».

Юрубчено-Тохомское месторождение находится на юге Восточной Сибири, в автономном округе Эвенкия, которое расположено между реками Подкаменной Тунгуской и Ангарой. Данное нефтегазоконденсатное месторождение входит в Лено-Тунгусскую нефтегазоносную провинцию.

Геологическая среда Куёмбинско-Юрубчено-Тохомского месторождения образована архейско-протерозойским кристаллическим фундаментом и перекрывающим его рифейско-фанерозойский осадочный чехол. Также, осадочная толща разделена на два совершенно разных по типу деформированности структурных этажа: вендско-фанерозойский и рифейский. Первый выстраивает более простые по строению структуры, а также плащеобразно перекрывает складчато-блоковые рифейские комплексы. Наиболее крупной из них структурой является Камовский свод, который

занимает вершинную часть Байкитской антеклизы. В Юрубчено-Тохомской местности сводный разрез осадочных отложений рифея классифицируются на 12 свит: токурскую, ирэмэкэнскую, куюмбинскую, рассолкинскую, копчерскую, зелендуконскую, юрубченскую вэдрэшевскую, мадринскую, долготинскую, юктенскую и вингольдинскую. Литологический состав свит представлен сменой песчаников, глинистых доломитов, мергелей, аргиллитов и доломитов. Песчаники имеются, преимущественно, в составе вэдрэшевской, мадринской и зелендуконской свит. Карбонатные породы преобладают, главным образом, в вышележащей части разреза.

Второй раздел «Методика работ». Неотделимой частью геофизических исследований газовых и нефтяных скважин являются геолого-технологические исследования, которые в свою очередь проводятся для установления контроля над состоянием скважины на каждом этапе ее строительства, поэтому при бурении скважин важнейшее значение имеют буровые промывочные растворы и технология промывки скважин. От их способности выполнять свои функции в различных геолого-технологических условиях зависит эффективность буровых работ.

Удельный вес - В большинстве случаев на практике плотность означает вес (более строго — массу вещества) на единицу объема и измеряется путем взвешивания раствора. Вес раствора можно выразить через градиент гидростатического давления в фунтах/кв.дюйм на 1000 футов глубины по вертикали (фунты/ кв.дюйм/1000 футов).

Вязкость - Измерительные приборы для рутинных полевых замеров вязкости буровых растворов используется воронка Марша [9,10]. В дополнение к информации, полученной с помощью воронки Марша, используется вискозиметр Фанна. Вискозиметр способен давать параметры: эффективную вязкость, пластическую вязкость, динамическое напряжение сдвига и статическое напряжение сдвига (первоначальное и во времени).

Фильтрация - Фильтрация, или коркообразующая характеристика бурового раствора, определяется при помощи фильтр-пресса. Анализ

заключается в определении скорости течения жидкости через фильтровальную бумагу. Анализ производится в заранее установленных условиях, в течение определенного времени, под определенной температурой и давлением.

Обеспечение методов ГТИ проводится комплектом датчиков, фиксирующих параметры бурения и являющимися первоначальными источниками данных. Устройства создают регистрацию таких технологических параметров, как:

Вес на крюке, давление на входе нагнетательной, высота положения тальблока, число ходов бурового насоса, обороты ротора, расход промывочной жидкости на входе, расход промывочной жидкости на выходе, уровень промывочной жидкости в емкостях, температура промывочной жидкости.

Геолого-геохимический модуль станции содержит в себе газовый хроматограф, газоздушную линию, дегазатор бурового раствора, анализатор суммарного газосодержания, а так же рычажные весы, фильтр-пресс и вискозиметр.

Наиболее серьёзным сегментом модуля считается газовый хроматограф. Для надёжного, четкого, выделения продуктивных зон в момент их вскрытия необходим безошибочный, точный, высокочувствительный прибор, способствующий определять концентрацию и состав пиковых углеводородных газов в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до 100 %.

Для обособления забойного газа, растворенного в буровом растворе, применяются дегазаторы таких типов, как поплавковые дегазаторы пассивного действия и дегазаторы, активные с принудительным дроблением потока. Так же, геолого-геохимический модуль станции снаряжён отдельными приборами и методикой для определения реологических параметров бурового раствора. Дегазаторы с принудительным дроблением потока обеспечивают коэффициент дегазации до 80-90 %, но в меньшей степени надежны и требуют безостановочной проверки.

Карбонатомер микропроцессорный КМ-05АМ необходим для установления минерального состава горных пород в карбонатных разрезах по шламу и керну.

Плотномер шлама ПШ-1 предназначен для быстрого измерения плотности и оценки общей пористости горных пород по шламу и керну.

Люминоскоп ЛУ-1М с выносным УФ-осветителем и устройством для фотографирования специализирован на анализе бурового шлама и образцов керна под ультрафиолетовым освещением с целью диагностирования присутствия в породе битуминозных веществ, а также для их количественной оценки.

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

Выделение интервалов аномальных значений УВ выполнено по пороговому аномальному значению суммы УВ об.% Са.ув.

Пороговое аномальное значение вычислено по формуле 1:

$$\text{Са.ув.} = \text{Сф.ув.} + 3 \cdot \sigma, \quad (1)$$

где Сф.ув.- среднее фоновое значение суммы УВ.

σ – среднеквадратичное отклонение фоновых значений суммы УВ.

Расчет флюидных коэффициентов с последующим определением характера насыщения продуктивной толщи проведен в интервалах аномальных значений суммы УВ по трем методикам

1. По параметрам Wh, Bh, Ch (методика «Geoservices»).
2. По коэффициентам ОПУС (Обобщенный показатель УВ по методике Лукьянова Э.Е.).
3. По значениям параметра «Сумма ТУ (% отн.).

При наличии данных по шламу (керну) – микро и макро описание, ЛБА и др., эти данные используются для уточнения интервалов коллекторов и характера насыщения.

Третий раздел «Результаты работ». При определении геолого-геохимических параметров, большое значение было уделено исследованию бурового раствора. В соответствии с планом программы промывки скважины, поставленной задачей являлась безаварийная проходка скважины №791 Юрубчено-Тохомского месторождения, которая осуществлялась путём поддержания реологических характеристик промывочной жидкости на основании госта. Регистрация технологических свойств бурового раствора была проведена во время бурения эксплуатационной колонны. Регистрация проводилась на глубине 2300 , 2500 и 2694 метров соответственно.

При определении зон аномалий УВ, пороговое аномальное значение по сумме УВ составило 0,1 об.%. В результате чего в отложениях Осинского горизонта (2175-2290м), Тэтэрская (2405-2465м), Собинская (2465-2555м), Катангская (2555-2710м), Оскобинская (2555-2888м) свит и Рифея (2888-3315м) были выделены зоны аномалий.

В интервалах аномалий, выделенных выше, был произведён расчет флюидных коэффициентов по методике «Geoservices» по формуле 2

$$W_h = \frac{(C_2 + C_3 + \dots + C_5)}{(C_1 + C_2 + \dots + C_5)} \times 100; \quad B_h = \frac{(C_1 + C_2)}{(C_1 + C_4 + C_4 + C_5)}; \quad C_h = \frac{(C_4 + C_4 + C_5)}{C_3}. \quad (2)$$

Таблица 1 - расчет флюидных коэффициентов по методике «Geoservices»

Стратиграфия	Wh	Bh
Осинский горизонт	7	12
Тэтэрская , Собинская, Катангская	31.66	40
Оскобинская	50.5686	38
Оскобинская Рифей	55.25	36
Рифей	43.5	39

Далее в интервалах аномалий, выделенных выше, был произведён расчет при помощи методики «ОПУС», по формуле (3).

$$\text{ОПУС} = \frac{C_1 \times C_2 \times C_3 \times \dots \times C_{n-1}}{(C_2 + C_3 + \dots + C_n)^{n-1}}, \quad (3)$$

Таблица 2 - расчет флюидных коэффициентов по методике «ОПУС»

Стратиграфия	ОПУС
Осинский горизонт	8
Тэтэрская , Собинская, Катангская	0.97
Оскобинская	0.21
Оскобинская Рифей	0.15
Рифей	0.78

На втором этапе исследования было проведено обобщение полученных результатов. По полученным результатам в отложениях Осинского горизонта (2175-2290м) выделена аномалия, охарактеризованная как газоконденсатная. В интервале Тэтэрской (2405-2465м), Собинской (2465-2555м), Катангской (2555-2710м) свит выделенная аномалия, характеризующаяся как нефтенасыщенная. В породах Оскобинской свиты (2555-2888м) и Рифея (2888-3315м) выявленные аномалии, приуроченные к интервалам, насыщенным малоподвижной нефтью. За время бурения интервала реологические свойства промывочной жидкости находились в пределах допустимых значений согласно плану промывки скважины №791. Бурение проходило в штатном режиме и без каких-либо осложнений.

Заключение. В соответствии с поставленной задачей в работе выполнено описание комплексов геолого - технологических исследований, изучено геолого-геофизическое строение разреза скважины по данным ГТИ.

Описаны методы и методики выполнения геолого - технологических исследований и приёмы интерпретаций результатов. Дано описание трёх методик определения характера насыщения – Geservis, ОПУС и суммы тяжёлых компонентов.

В процессе написания работы выполнен анализ глубинных диаграмм геолого-технологических исследований, а также материалов ГИС, который позволил выделить в разрезе скважины 5 перспективных зон при помощи методики порогового аномального значения, залегающих на глубинах (2175-2215), (2450-2685), (2710-2740), (2860-2953) и (3275-3310) метров. В дальнейшем в данных интервалах было произведено определение характера насыщения при помощи методики Geservis, ОПУС и суммы тяжёлых компонентов. Была реализована регистрация реологических параметров бурового раствора на глубине 2300, 2500 и 2694 метров, в соответствии с регламентом плана программы промывки. Проектные характеристики промывочной жидкости по данным ГТН составляли: Плотность 1,17 г/см³, ПВ 10-40 сП, ДНС 15-35, СНС 4-15/5-30, УВ/В 30-40/60%. Фактические параметры колебались в пределах допустимых значений. Плотность 1,15-1,18 г/см³, ПВ 20-23, ДНС 16-19, СНС 5-7/6-9, УВ/В 35/65.

В процессе интерпретации данных геолого-технологических исследований в отложениях Осинского горизонта на глубине 2175-2215 метров, выделена аномалия, приуроченная к интервалу насыщенному газоконденсатом. В интервалах Тэтэрской, Собинской, Катангской свит 2450-2685м, выделены аномалии, приуроченные к нефтенасыщенной толще. В породах Оскобинской свиты 2710-2740 и 2860-2953м, и Рифея 3275-3310м выявленные аномалии, приуроченные к интервалам, насыщенным малоподвижной нефтью.

На заключительном этапе исследования было проведено сравнение полученных результатов по данным ГТИ с заключением по данным геофизических исследований скважин. В результате этого сравнения полученные результаты по данным интерпретации материалов ГТИ были

полностью подтверждены заключением по ГИС - в отложениях Осинского горизонта выделена аномалия, охарактеризованная как газоконденсатная. В интервале Тэтэрской, Собинской, Катангской свит выделенная аномалия, характеризующаяся как нефтенасыщенная. В породах Оскобинской свиты и Рифея выявленные аномалии, приуроченные к интервалам, насыщенным малоподвижной нефтью. Методика проведения ГТИ в данных геологических условиях, обеспечила безаварийное бурение скважины №791 Юрубчено-Тохомского месторождения.