

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

Кафедра геофизики

**«Расширенный комплекс геолого-технологических исследований на
примере Лапенского месторождения»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 531 группы
направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
геологического факультета
Морозова Максима Александровича

Научный руководитель
к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

К.Б. Головин

Зав. кафедрой
к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

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

В сравнении с классическими методиками проведения геолого-технологических исследований в процессе бурения, расширенный комплекс позволяет получать более обширную, точную, качественную и оперативную информацию (время между вскрытием пласта и проведением исследований - минимальное).

Цель работы - показать преимущества и перспективы проведения расширенного комплекса ГТИ.

Для данной цели потребовалось решить задачи:

1. Ознакомиться с техникой и методикой проведения расширенного комплекса геолого-технологических исследований.
2. Учесть влияние технологических факторов для повышения информативности данных газового каротажа.
3. Изучить методику проведения дифференциального газового каротажа.
4. Провести фракционный анализ шлама и деление шлама по морфотипам.
5. Провести анализ эффективности работы долота.
6. Рассчитать и проанализировать удельную механическую энергию (MSE).

В настоящей бакалаврской работе было написано четыре главы:

1. Геологическое строение;

2. Оборудование для проведения расширенного комплекса геолого - технологических исследований;

3. Методика проведения расширенного комплекса геолого – технологических исследований;

4. Результат работ.

Основное содержание работы. Первый раздел «Геологическое строение». Эксплуатационная скважина №8000 Лапенского газоконденсатного месторождения (ГКМ) расположена северо-западнее села Усть – Илга, Жигаловского района Иркутской области.

Лапенское газоконденсатное месторождение расположено на юге Сибирской платформы в пределах Ангаро–Ленской ступени. Согласно нефтегеологическому районированию данная территория относится к Ангаро–Ленской нефтегазоносной области (НГО) Лено–Тунгусской нефтегазоносной провинции (НГП). По структурно–литологическим особенностям в строении осадочного разреза Лапенской площади выделяется три формационных комплекса: подсолевой, соленосный и надсолевой.

Кроме того, строение фундамента осложнено структурными элементами II порядка – разнообразными поднятиями и выступами. С одним из таких выступов, Братским, связано газоконденсатное месторождение Братское. Ангаро–Ленская ступень – область широкого развития терригенно–карбонатных, а также соляных пород позднедокембрийского и раннепалеозойского возраста.

Разрез осадочных отложений имеет платформенный характер и представлен породами рифея, венда, кембрия и ордовика. Особенностью осадочного разреза Ангаро–Ленской ступени является наличие мощной (600–800 м) соленосной толщи нижнего кембрия. Мощность рифейских отложений составляет 0,3–5,4 км, вендских – 0,4–0,5 км, палеозойских – 2,5 км. Максимальная мощность всего осадочного чехла не превышает 4 км.

В разрезе осадочного чехла выделяется три нефтегазоносных комплекса: рифейский карбонатный, вендский терригенный и нижнекембрийский

карбонатный. Они вмещают 12 продуктивных горизонтов мощностью от 10 до 100 м. Главным продуктивным горизонтом, к которому приурочены основные залежи УВ, является парфеновский горизонт венда. Пространственное размещение залежей УВ в вендском и кембрийском комплексах контролируется литологическими особенностями пород (фациальными замещениями и, как следствие, изменением коллекторских свойств), что значительно осложняет процесс поиска новых залежей УВ.

Второй раздел «Оборудование для проведения расширенного комплекса геолого - технологических исследований». Для проведения геологических исследований на эксплуатационной скважине №8000 Лапенского газоконденсатного месторождения применялось следующее оборудование:

1. Суммарный газоанализатор.
2. Газовый хроматограф высокого разрешения.
3. Комплект датчиков определения взрывоопасной смеси «Сенсон-СВ-5023».
4. Комплект датчиков сероводорода «Сенсон-СВ-5023».
5. Дегазатор постоянного объема с функцией подогрева раствора на входе и на выходе.
6. Автоматизированная газокаротажная панель (панель управления).
7. Обогреваемая фторопластовая ГВЛ.
8. Полевая лаборатория.
9. Автоматический кальциметр КП-10.
10. Микроскоп с фотофиксацией "Альтами" с комплектом взаимозаменяемых окуляров и с переменной фокусировкой (увеличение - от 20х до 200х).

Третий раздел «Методика проведения расширенного комплекса геолого–технологических исследований». Целью расширенного комплекса газового каротажа является повышение эффективности процесса строительства скважин с применением современного газоаналитического оборудования,

предназначенного для измерений объемной доли метана, этана, пропана, изобутана, н-бутана, изопентана, н-пентана из бурового раствора газоздушнoй смеси с учетом влияния газонасыщенности бурового раствора на входе.

Задачи расширенного комплекса газового каротажа:

1. Проведение дифференциального газового каротажа;
2. Оценка влияния технологических факторов для повышения информативности данных газового каротажа (влияние технологических этапов на дегазацию на входе и выходе: при циркуляции раствора (бурение или движение инструмента); после прекращения циркуляции и т.д.);
3. Подбор методик для прогноза фазового состава пластового флюида;
4. Выделение продуктивных зон с оценкой характера насыщения (с учетом газонасыщенности раствора на входе, обеспечение посредством современного оборудования стабильного коэффициента дегазации).

Анализ экстрагированной смеси осуществляется основным элементом схемы – хроматографом. В рамках расширенного газового каротажа применяется СНГС 05ПЖД. Принцип работы газоанализаторов с ПЖД-детектором (пламенно-ионизационный детектор) основан на изменении электрической проводимости газа в факеле водородно-кислородного пламени при попадании в него органических соединений. Осуществляется регистрация нормальных компонентов УВ газов (С1 – nС5), а также изобутана и изопентана. Чувствительность газоанализаторов с ПЖД-детектором составляет менее 5ppm (0.0005%). Время цикла не более 45сек.

Перед проведением оценки характера насыщения продуктивных зон газовый каротаж проанализирован на влияние технических и технологических факторов:

- скорость проходки;
- расход на входе (интенсивность промывки);
- плотность и реологические свойства бурового раствора;
- ввод «новых» пачек раствора.

При бурении на равновесии (когда плотность раствора соответствует пластовому давлению) газ может поступать только из выбуренной породы (шлама), и поэтому его количество пропорционально диаметру ствола и скорости проходки.

Для оценки влияния плотности и реологических свойств бурового раствора, влияния ввода «новых» пачек раствора в систему циркуляции на определение характера насыщения продуктивных зон применялась технология дифференциальной схемы регистрации (вход-выход).

Шлам в зависимости от типа породы, типа долота, параметров бурения имеет различную дисперсность, форму и текстуру.

Выделяют четыре основных морфологических типа:

- угловатый;
- пластинчатый;
- блочный;
- осколочный.

Для пород угловатого типа характерны непараллельные, плоскоизогнутые грани, которые недавно созданы поверхностями разрыва.

Пластинчатый тип представлен в виде фрагментов ранее существовавших зон трещиноватости. Характеризуется относительно гладкими и плоскими поверхностями с одной или более параллельными плоскостями.

Блочный тип схож с пластинчатым, проявлен фрагментами ранее существовавших зон трещиноватости, является индикатором выхода основной породы, что особенно важно при бурении горизонтальной части ствола.

Осколочный тип имеет перьевую структуру, указывающую на растягивающий тип разрушения.

Определение лигнина в пробах шлама с использованием азотной кислоты проводится для выявления органической составляющей в выбуренной породе.

Работы с использованием азотной кислоты проводят в вытяжном шкафу, в специальном халате, перчатках и защитных очках.

Проба шлама (20г) промывается дистиллированной водой 2 раза для полного удаления бурового раствора, высушивается до полного удаления влаги. Навеска измельчается в ступке и просеивается через сито с отверстиями 0,25мм.

Просеянный сухой шлам (10г, фракция 0,25мм) помещается в коническую колбу, заливается смесью 40мл азотной кислоты 65%-ой и 160мл дистиллированной воды, перемешивается, помещается на плиту с асбестовой сеткой, накрывается конической колбой стеклянной воронкой, чтобы избежать сильного выпаривания раствора, и выдерживается при 80°C в течение 1 часа. По истечении этого времени смесь фильтруется через бумажный фильтр «Синяя лента» и промывается дистиллированной водой до нейтральной реакции по универсальному индикатору. Остаток на фильтре переносится в стакан, сушится при 110-120°C до полного удаления влаги.

Для безаварийного бурения скважины и оптимизации отработки долот, а также: минимизации неопределенности в отношении производительности бурового долота, сокращения НПВ, вызванного скопившимися на забое металлическими обломками от избыточного износа долота, избегания дорогостоящих операций по расширению ствола скважины, станцией ГТИ и ГК был предусмотрен комплекс программно-методического обеспечения для анализа эффективности работы долота.

Прогрессивным средством оптимизации бурения для достижения наибольшей механической скорости является процесс работы с данными удельной механической энергии (mechanicalspecificenergy). Удельная механическая энергия (MSE) показывает объем работы, проделанной для бурения единичного объема породы.

Четвертый раздел «Результат работ». При бурении скважины механическая скорость проходки, расход бурового раствора в продуктивном интервале по стволу и по вертикали были подвержены детальному анализу. Была проведена нормализация газового каротажа с учетом средней и

мгновенной механической скорости, и среднего и мгновенного значения расхода бурового раствора по каждой секции отдельно.

Установка газоаналитического оборудования на входе в скважину позволила проконтролировать состав промывочной жидкости, закачиваемой в скважину, покомпонентно.

В ходе проведения дифференциального газового каротажа было выявлено незначительное влияние компонентов бурового раствора на входе на данные газового каротажа на выходе.

На скважине по всем пробам шлама проводилась экспресс-оценка морфологических свойств пород в интервале 12-4532м. Было выявлено наличие всех морфотипов. Результаты анализа шлама сопоставлены с данными кавернометрии, сопоставленные данные проявляют зависимость друг к другу. При помощи дополнительного анализа шлама получен еще один критерий определения обвальности породы, который в свою очередь позволяет определять участки с неэффективной очисткой ствола скважины для учета при литологическом расчленении разреза по данным ГТИ.

В ходе анализа полученных данных по содержанию лигнина на скважине было выявлено, что наибольший процент органических остатков содержится в верхней части разреза скважины (устькутская, ийская, верхоленская, илгинская свиты). При бурении нижнего отдела кембрийской и части вендской системы, сложенных доломитами, солями и ангидритами, доломитовыми известняками, процент лигнина снизился до 0-6,6%. В терригенном разрезе чорской свиты лигнин также содержится в незначительном количестве 1,2-4,6%.

По результатам анализов с использованием ализарина в интервале 1010-1030м разрез представлен глинами, ангидритами, доломитами, алевролитами. Реакция выбуренной породы с ализарином дала фиолетовое окрашивание, что свидетельствует о наличии железистого кальцита с избытком Fe^{2+} , кальцит 8-10%, доломит 22-26%, Н/О 70-64%.

В интервале 3280-3300м разрез представлен солями, доломитами, известняками, реакция с ализарином дала розовато-лиловое окрашивание –

железистого кальцита с недостатком Fe^{2+} , кальцит 20-21%, доломит 5-8%, Н/О 75-71%.

В интервале 3370-3740м разрез представлен доломитами, ангидритами, алевролитами. При реакции с ализарином пробы шлама не окрасились, что свидетельствует о наличии доломита, кальцит 3-7%, доломит 52-63%, Н/О 30-45%.

Посекционный анализ эффективности работы долот по сравнительному анализу плановой и механической скорости показал, что механическая скорость выполнялась сверх установленного плана.

По результатам анализа эффективности долот выявлена основная причина снижения эффективности при строительстве секции скважины под хвостовик - вскрытие тонкослоистых пластов с различной прочностью пород под большим углом. Полученная информация может быть использована при оптимизации процесса бурения на последующих скважинах данного куста, а также других скважин Лапенского ГКМ.

Заключение. В результате геолого - технологического сопровождения скважины помимо стандартных исследований шлама, был проведен анализ морфотипов, определение лигнина. Для подтверждения и контроля данных, полученных при проведении кальциметрии, а также для более детальной характеристики карбонатного разреза проводился анализ с использованием ализарина (определение доломитов в пробах шлама).

Было проведено литолого-стратиграфическое разделение разреза с использованием данных ГТИ, ГИС, информации по соседним скважинам, а также сравнение фактических и проектных значений границ стратиграфических подразделений.

Реализована техническая задача проведения дифференциального газового каротажа. При анализе результатов расширенного комплекса было оценено влияние технических и технологических факторов на информативность газового каротажа. Также было выявлено несущественное влияние компонентов бурового раствора на входе на данные газового каротажа на

выходе.

Для безаварийного бурения скважины и оптимизации отработки долот, а также минимизации неопределенности в отношении производительности бурового долота, сокращения НПВ, вызванного скопившимися на забое металлическими обломками от избыточного износа долота, избегания дорогостоящих операций по расширению ствола скважины, станцией ГТИ и ГК был предусмотрен комплекс программно-методического обеспечения для анализа эффективности работы долота. По результатам анализа эффективности долот выявлена основная причина снижения эффективности применения долот PDC при строительстве секции скважины под хвостовик - вскрытие тонкослоистых пластов с различной прочностью пород под большим углом, отмечено увеличение эффективности строительства секции под хвостовик.

Для выделения условий, в которых при наименьшей затрате энергии достигается наибольшая скорость проходки, был проведен анализ MSE. По результатам анализа подтверждена «крайне сложная» для разбуривания зона в кровле чорской свиты. В данном интервале бурения рекомендуется расширить методы проведения тестов на буримость и, возможно, рассмотреть замену долота на более соответствующее вскрываемым породам.