

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

Кафедра геофизики

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
бакалаврской работы

«Телеметрические системы в бурении.

**Особенности применения телеметрических систем в условиях
Самотлорского месторождения»**

Студента 5 курса 532 группы
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
профиль «Геолого-геофизический сервис»
геологического ф-та
Лазарева Егора Анатольевича

Научный руководитель
старший преподаватель
кафедры геофизики

Зав. кафедрой
к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.П. Санникова

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2024

Введение. Выпускная квалификационная работа объемом 39 страниц содержит 4 таблицы, 2 приложения, 8 рисунков, список использованных источников из 20 наименований. Объектом изучения в ходе написания данной работы являлось Самотлорское нефтяное месторождение.

Основной **целью** данной работы было изучение методики проведения телеметрии при бурении разведочных и эксплуатационных скважин на примере Самотлорского месторождения, а также систематизация данных по геофизическим исследованиям, полученным в ходе бурения, поиск путей повышения и реализация наработок. В частности, в данной работе были рассмотрены методики повышения эффективности измерений во время бурения (MWD) с помощью службы наклонно-направленного бурения и гамма-измерений, а также высокоскоростной телеметрии с гидроимпульсами. В сочетании с набором инструментов измерения во время бурения (MWD) и каротажа во время бурения (LWD) обе технологии быстро передают большие объемы данных на поверхность, что позволяет эффективно управлять траекторией скважины для достижения конечного забоя.

При написании данной работы использовались следующие **материалы:**

- геолого-геофизическая характеристика Самотлорского месторождения, включающая общие сведения о месторождении, его геологическую характеристику, а также историю и состояние разработки на сегодняшний день;

- методические данные по использованию телеметрических систем во время бурения, а также технологии, улучшающие качество сигнала, передаваемого данными системами. Работа телеметрических систем на Самотлорском месторождении рассмотрена на примере телеметрической системы «Orienteer»;

- данные геофизических исследований, производящихся во время бурения скважин на Самотлорском месторождении, а именно диаграммы данных ГК и резистивиметрии, получаемая в процессе работы

телеметрической системы, а также заключения об обработке данных инклинометрии.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 **основных разделов**.

1. Геологический раздел
2. Состояние разработки месторождения и фонд скважин
3. Телеметрическое сопровождение бурения в условиях Самотлорского месторождения
4. Методы подавления искажений сигнала

Основное содержание работы. В первом разделе описаны геолого-геофизические особенности района работ.

Самотлорское месторождение расположено в 25 км к северо-востоку от районного центра – г. Нижневартовска Ханты-Мансийского автономного округа на надпойменной террасе правобережья реки Оби. В орографическом отношении территория Самотлорского месторождения представлена следующими озерами и реками. Заболоченная на 80% площадь месторождения представлена четвертичными аллювиальными отложениями, сложена суглинно-супесчаными мощностью до 20 м пылеватыми грунтами с прослойками и линзами мелкозернистых песков, торфа, детрита, расчленена термокарстовоэрозийными формами глубиной до 5 м.

На глубине от 200 до 350 м располагаются многолетнемерзлые горные породы с температурой от 0 до -0.5°C .

Район со сложными природными условиями для освоения. Зима умеренно холодная. Периоды снежного покрова – 190, устойчивых морозов – 150, метелей – 50, отопительный – 265, безморозный – 100 дней. Среднегодовая минимальная температура воздуха -47°C максимальная – $+30^{\circ}\text{C}$, суточные колебания за год составляют 8°C ; 18 дней в году наблюдаются с температурой ниже 30°C и скоростью ветра от 10 до 30 м/с.

В основу стратиграфического расчленения разрезов скважин положена унифицированная стратиграфическая схема.

Геологический разрез Самотлорского месторождения представлен мощной толщей (2740÷2870 м) осадочных пород мезо-кайнозойского возраста. Сюда входят отложения от юрского до четвертичного периода включительно, которые несогласно залегают на размытой поверхности складчатого палеозойского фундамента. Палеозойский фундамент представлен сильно метаморфизированными глинистыми и глинисто-сланцевыми сланцами. Максимальная вскрытая мощность этих пород на месторождении составила 87 м.

Самотлорское нефтегазовое месторождение по данным сейсмических исследований приурочено к Тарховскому куполовидному поднятию, осложняющему северо-восточную часть Нижневартовского свода. Достоверные данные о дизъюнктивных нарушениях меловых и вышележащих отложений на площади месторождения отсутствуют.

Самотлорское месторождение введено в эксплуатацию в 1977 году. Объектами разработки являются горизонты АВ₁₋₂, БВ₈, БВ₁₀ и ЮВ₁.

Максимальный уровень добычи нефти на площади был достигнут в 1991 году и составил 4227,2 тыс. т. В дальнейшем отмечается неуклонное падение добычи нефти на фоне стремительного роста обводненности продукции. Состояние разработки Самотлорской площади определяется как сложное, характеризующееся высокой обводненностью продукции, низкими темпами отбора, высокой долей неработающего фонда (40 %).

Буровые работы являются наиболее затратными и рискованными видами деятельности, требующими проведения каротажа во время бурения, отслеживания эффективной работы инструмента и траектории проходки скважины, а также высокоскоростной передачи данных в режиме реального времени. Также для разработки старых месторождений нефти и газа, таких как Самотлорское, в настоящее время стал интенсивно развиваться способ разбуривания отдельных участков продуктивных залежей системами

горизонтальных скважин (ГС). Общеизвестно, что без достоверной информации нельзя качественно провести ствол по заданной траектории и при этом необходимо учитывать, что для навигационного сопровождения бурящихся горизонтальных скважин необходимы технические средства и технологические приёмы, коренным образом отличающиеся от традиционно используемых при бурении вертикальных скважин. Основную задачу любой навигационной системы можно сформулировать как постоянный контроль за соблюдением запланированной траектории и сохранение положения долота внутри выбранного «коридора», проходящего по простиранию в пределах вскрываемого пласта-коллектора. Именно эта задача обуславливает главные технические требования к забойным навигационным системам.

Задачи скважинных измерений телесистемами

Задачи скважинных измерений системами, использующими каналы связи забой – устье, можно разбить на три основные группы:

- 1) оперативный технологический контроль за режимом бурения скважин с целью его оптимизации;
- 2) контроль направления бурения скважин с целью управления процессом направленного бурения по заданной траектории;
- 3) литологическое расчленение геологического разреза скважины, исследование параметров пластов, не искаженных проникновением фильтрата промывочной жидкости в пласт, выделение пластов-коллекторов, прогнозирование зон аномальных пластовых давлений.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили три основных типа канала – ***электроприводный, акустический, электромагнитный и гидравлический.***

Телеметрические системы с электромагнитным каналом связи

По простоте конструкции глубинных и наземных устройств, пропускной способности электромагнитный канал связи является наиболее перспективным при организации устойчивой связи «забой — устье» при

турбинном и роторном бурении скважин. Вместе с тем электромагнитный канал связи обладает некоторыми недостатками, такими как ограничение дальности действия (из-за свойств геологического разреза), её зависимость от материала бурильных труб, а также отсутствие возможностей исследования в море и в соленосных отложениях, достаточно высокая сложность электронного управляющего блока.

Телеметрические системы с гидравлическим каналом связи

Наибольшее распространение получили сегодня гидравлический и электромагнитный каналы связи. В первом случае информация передаётся по столбу бурового раствора в бурильной колонне.

Для передачи информации используется изменение давления бурового раствора в бурильной колонне, которое регистрируется датчиками, преобразуется в электрический сигнал и передаётся в наземную систему регистрации. Нужные импульсы генерирует пульсатор путём регулировки открытия и закрытия клапана внутри передатчика.

Преимущества этого метода очевидны. Так как информация передаётся по столбу бурового раствора в бурильной колонне, не требуются дополнительные затраты на организацию канала связи. Также здесь стоит отметить большую дальность действия.

Среди других технологий каротажа телеметрия на основе гидроимпульсов получила широкое распространение при измерении данных бурения и каротажа в режиме реального времени для принятия решений по оценке буримости пластов.

Самотлорское месторождение характеризуется довольно сложным геологическим строением, большой глубиной залегания продуктивных пластов, а также высокой разбуренностью, в том числе скважинами с горизонтальным окончанием ствола. Все перечисленные факторы не позволяют производить бурение без применения современных телеметрических систем.

Телесистема «Geolink Orienteer» позволяет гибко и мобильно

осуществлять все задачи по точной проводке скважины, используя различные блок-модули телесистемы, подбираемые в зависимости от целей бурения.

Для передачи информации используется изменение давления бурового раствора в бурильной колонне, которое регистрируется датчиками давления, преобразуется в электрический сигнал и передается в наземную систему регистрации. Изменение давления производится электроникой на короткое время, и полученные импульсы бурового раствора являются носителем информации. Телеметрическая система «Geolink» использует отрицательные импульсы бурового раствора посредством сброса его части через клапан передатчика в затрубное пространство. Система построена таким образом, что, имея автономное батарейное питание, производит полное измерение всех параметров при выключенных насосах, а затем передаёт их после подачи давления. В режиме бурения производится измерение только положения отклонителя. Для экономии батарейного питания имеется возможность переходить в режим, при котором посылается только минимум информации.

Узел передатчика (его ещё называют пульсатором) генерирует импульсы бурового раствора для передачи данных из скважины на поверхность. Импульсы создаются путём регулировки открытия и закрытия клапана внутри передатчика, позволяя малому количеству бурового раствора пройти изнутри бурильной колонны в затрубное пространство ствола, минуя долото. Этим создаётся малая потеря давления внутри бурильной колонны, которая улавливается на поверхности как незначительное падение давления на стояке. Это называется телеметрией негативного импульса.

В передатчике также имеется реле давления, способное обнаруживать, включены или выключены насосы бурового раствора. Это реле используется для управления функциями колонны прибора. Узел источника питания имеет мощные литиевые тионил-хлоридные батареи, поставляющие питание

на всю скважинную компоновку. Имеется возможность дополнительного подключения узла источника питания ниже узла для предоставления достаточного питания при более длительных ходах прибора. Регулятор питания исполнительного механизма регулирует период между открытиями клапана передатчика и длину импульса в соответствии с инструкциями, получаемыми с узла электроники ГИС. Это позволяет преобразовать передачу данных из скважины на поверхность в виде кодированной последовательности импульсов давления. Фрагмент диаграммы, получаемые оператором телеметрической системы представлены на рисунке 1.

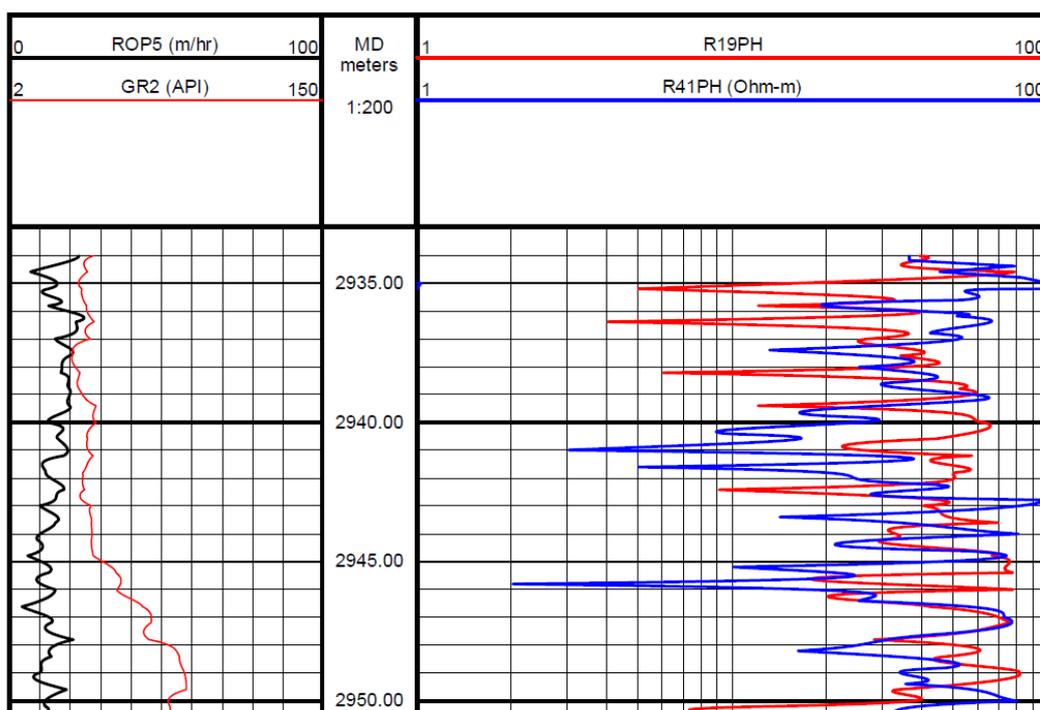


Рисунок 1 – Диаграмма импульсов, получаемых на поверхности (данные ГК и резистивиметрии)

Для повышения качества сигнала и снижения уровня помех в телеметрических системах с гидроимпульсным каналом применяются различного рода фильтрации и методики преобразования сигнала, позволяющие оптимально корректировать итоговые данные каротажа.

На ранних стадиях применения телеметрии на базе гидроимпульсов согласованный фильтр продемонстрировал способность обнаруживать

сигналы гидроимпульсов в присутствии смоделированного или реального шума. Метод согласованного фильтра устранил эффекты грязевого шума путем расчета коэффициентов самокорреляции принятого сигнала, смешанного с шумом. Фильтр нижних частот с режущей коррекцией эффектов был предложен для удаления высоких частот бурового насоса и улучшения обнаружения поверхностного сигнала. Однако метод согласованного фильтра был пригоден только для ограниченного одночастотного сигнала, модулированного с помощью частотной манипуляции (FSK) с низкой эффективностью передачи, и не мог работать с сигналами полосы частот, модулированных с помощью фазовой манипуляции (PSK).

Метод вейвлет-преобразования был разработан, широко принят и использовался при обработке сигналов для преодоления ограничений преобразования Фурье во временной области. Хотя Фурье и его пересмотренные быстрые преобразования являются мощным математическим инструментом, они слабо подходят для обнаружения быстрых изменений в сигналах, таких как сейсмические данные и данные испытаний скважин в нефтяной промышленности, содержащие множество структур разных масштабов (многомасштабные структуры).

Требование мониторинга в реальном времени и нестационарные частотные характеристики сделали использование традиционных методов фильтрации шума весьма трудными. Практическая проблема операций МРТ содержит ложные пики частоты или выбросы, которые стандартная конструкция фильтра не может эффективно устранить без возможности уничтожения некоторых данных. Поэтому для отделения компонентов шума от компонентов сигнала необходимы новые алгоритмы фильтрации.

Заключение. Развитие наклонно-направленного бурения, а также разработка старых месторождений требует более тщательного контроля за проходкой скважин. Современные телеметрические системы позволяют

эффективно отслеживать точное положение ствола скважины, интенсивность изменения зенитного угла и азимута и оперативно корректировать траекторию. Это позволяет минимизировать отклонения от проектных целей и повысить эффективность бурения.

В ходе написания данной работы были решены все поставленные задачи, а именно:

- Изучены геолого-геофизические данные Самотлорского месторождения;

- Рассмотрена методика и особенности технологии применения телеметрических систем в бурении в общем и в частности на Самотлорском месторождении на примере телеметрической системы «Geolink Orienteer»;

- Рассмотрены методы повышения качества сигнала в телеметрических системах с гидроимпульсным каналом.