

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

Кафедра геофизики

«Выявление осложнений в процессе бурения скважины №503 Лодочного
месторождения»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 Геология
профиль «Нефтегазовая геофизика»
геологического ф-та
Никитенко Никиты Аркадьевича

Научный руководитель

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Б.А. Головин

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2025

Введение. Бурение скважин является одной из ключевых операций в нефтегазовой и горнодобывающей промышленности, от успешного проведения которой во многом зависит эффективность добычи полезных ископаемых и безопасность производственного процесса. Однако в ходе бурения часто возникают различные осложнения, способные существенно замедлить работы, привести к аварийным ситуациям и значительным финансовым потерям. На всех этапах геологоразведочных работ используется широкий спектр геологических, геофизических, геохимических, дистанционных методов исследования земных недр. Открыть месторождение и осуществлять добычу нефти и газа можно исключительно посредством бурения скважины.

Цель данной работы является исследование методов и средств выявления осложнений в процессе бурения, анализ причин их возникновения.

Для этого были поставлены следующие **задачи**:

- } охарактеризовать геолого-геофизическую характеристику территории исследования;
- } изучить методику проведения геофизических исследований;
- } изучить возможные аварии и осложнения при строительстве скважины;
- } выделить осложнения и причины их возникновения;

Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов (геолого – геофизическая характеристика района работ, методика проведения геолого-технологических исследований, осложнения и аварии при строительстве скважины, результаты работ), заключения, списка использованных источников и приложений.

Основное содержание работы. Бурение скважин является одной из ключевых операций в нефтегазовой и горнодобывающей промышленности, от успешного проведения которой во многом зависит эффективность добычи полезных ископаемых и безопасность производственного процесса. Однако в

ходе бурения часто возникают различные осложнения, способные существенно замедлить работы, привести к аварийным ситуациям и значительным финансовым потерям. На всех этапах геологоразведочных работ используется широкий спектр геологических, геофизических, геохимических, дистанционных методов исследования земных недр. Открыть месторождение и осуществлять добычу нефти и газа можно исключительно посредством бурения скважины.

Успешность строительства скважины во многом предопределяет степень изученности геологического разреза вскрываемого скважиной, техническое и технологическое оснащение, квалификационный уровень профессиональных знаний и умений буровой бригады, уровень профессиональной подготовки инженерно-технических специалистов всех уровней имеющих отношение к сооружению скважины. И не смотря на все допустимые благоприятные условия, осложнения и аварии все же встречаются на разных этапах строительства отдельных скважин.

Целью данной бакалаврской работы является исследование методов и средств выявления осложнений в процессе бурения, анализ причин их возникновения.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения надежности бурения и оптимизации технологических процессов в условиях усложняющихся геологических условий и растущих требований к экологической безопасности. В работе рассматриваются современные подходы к мониторингу параметров бурения, применение геофизических и технологических методов диагностики, а также анализируются практические примеры выявления и устранения осложнений на различных этапах бурения. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования технологий бурения и повышения эффективности эксплуатации скважин.

Осложнение — это нарушение нормального процесса строительства скважины, требующее немедленных и эффективных мер для устранения и продолжения бурения. К осложнениям при бурении глубоких скважин относятся: поглощение бурового и тампонажного растворов,

газонефтеводопроявления через устье (переливы, выбросы, фонтаны) и за его пределами (грифоны), обвалы, желобообразования, образование уступов и резких искривлений ствола, прихваты и заклинивания бурильной и обсадной колонн, а также растепление многолетнемерзлых пород.

Авария — это нарушение непрерывности технологического процесса бурения или испытаний, требующее проведения внеплановых специальных работ. Аварии связаны с поломкой и оставлением в скважине частей бурильной или обсадной колонн, долот, забойных двигателей, потерей подвижности колонн из-за прихватов, а также падением в скважину посторонних предметов.

Лодочное нефтегазоконденсатное месторождение имеет семь богатых углеводородами пластов, на которых расположены девять участков залежи углеводородов. Их глубина составляет от полутора до трех тысяч метров.

В геологическом строении изучаемой территории принимают участие метаморфические образования архейско-среднепротерозойского возраста, осадочные образования палеозойского и мезозойско-кайнозойского возраста. Разрез мезозойско-кайнозойских отложений изучен по материалам глубокого бурения. В пределах Лодочного вала верхне-среднеюрские отложения вскрыты двумя пробуренными скважинами Лодочной - 6 и Лодочной - 12. Сведения о строении более древних отложений носят косвенный характер.

Фундамент сложен архейско-среднепротерозойскими кристаллическими породами, платформенный чехол составляют осадочные отложения позднепалеозойского-кайнозойского возраста: позднепротерозойские и раннесреднепалеозойские образования мощностью порядка 4 км сложены карбонатными и терригенными породами, позднепалеозойские-раннемезозойские толщи сложены терригенным и вулканогенным материалом, мощность их около 2 км. Мезозойско-кайнозойские отложения имеют юрско-меловой и четвертичный возраст. Возрастная датировка мезозойских отложений приведена в соответствии с Региональной стратиграфической схемой мезозойских отложений Западной Сибири.

Лодочное месторождение на карте появилось в 1985 году. Всего на нем

было обустроено семь скважин. Одна с целью разведки, остальные поисковые. Часть скважин после ликвидировали, часть законсервировали.

Лодочное нефтегазоконденсатное месторождение имеет семь богатых углеводородами пластов, на которых расположены девять участков залежи углеводородов. Их глубина составляет от полутора до трех тысяч метров.

Характеристика лодочного месторождения – это запас нефти на уровне 44 миллиона тонн, запасы газа - 69 миллиардов кубометров, запасы конденсата 3,5 миллиона тонн.

В 2012 году Лодочное месторождение в Красноярском крае было выставлено на аукцион. Право исследования и добычи углеводородов на нем получило предприятие «Самотлорнефтегаз», дочерняя организация ТНК-ВР. В конкурсе так же принимали участие «Роснефть», «Сургутнефтегаз» и подразделение Газпромбанка компания «Статус».

Лодочное месторождение – не единственный участок залежи углеводородов, который разрабатывает компания ТНК-ВР в этом районе. Так же предприятие ведет работы на Сузунском и Тагульском залежах. Согласно исследованиям геологов Лодочное месторождение имеет два этажа нефтегазоносности. Нижний представлен коллекторами нижнехетского времени, верхний пластами яковлевской и малохетской свиты.

Месторождение имеет 7 продуктивных залежей: одна нефтеносная, две газовые и 4 конденсатные. Характеристика Лодочного месторождения – это литологически ограниченные пластово-сводные залежи. Добытая на участке нефть малосернистая. Они имеет разную плотность – от 0,82 до 0,90.

Методика исследования. Для исследований использовалась компьютеризированная станция ГТИ «Геоконтроль +» с автоматизированным газокаротажным хроматографом «Хромопласт», осуществляющим отдельный компонентный анализ по углеводородным газам предельного ряда C1-C5. А так же комплектом датчиков для регистрации технологических параметров. Параллельно информация о строительстве скважины в реальном времени передавалась на пульт бурильщика, установленный непосредственно на буровой.

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 обеспечении «GeoData».

Основным элементом газоаналитического канала является хроматограф (ХГ), в котором происходит деление газовой смеси, подаваемой на вход, на отдельные компоненты. В итоге мы получаем количественные и качественные значения первых пяти компонентов углеводородных газов, находящихся в газовой смеси (метан, этан, пропан, бутан, пентан).

Под газоаналитическим каналом в данном контексте подразумевается полная цепочка, отвечающая за регистрацию газонасыщенности промывочной жидкости: дегазатор, газовоздушная линия, хроматограф, система регистрации и программа «Регистратор». Для дегазации раствора используется поплавковый дегазатор или дегазатор активного типа, размещенный на участке восходящего потока бурового раствора перед выбросителем. Дегазатор отбирает всю поступающую из промывочной жидкости газовоздушную смесь без подтока воздуха. Газовоздушная линия обеспечивает поступление газа в станцию со временем отставания 2-9 минут (зависит от длины газовой линии). Хроматограф проводит отбор проб и в автоматическом режиме с циклом между анализами 2 мин. регистрируются следующие компоненты: метан, этан, пропан, бутан, пентан. Эти пять компонент используются для оценки характера насыщения пласта.

Обработывающий комплекс «Регистратор» установлен на компьютере-сборщике. Этот комплекс обеспечивает автоматический расчет многочисленных параметров при бурении скважины.

Производится расчет нагрузки на долото, текущей глубины забоя, глубина положения долота, ДМК, механической скорости бурения, относительной концентрации углеводородных газов, средняя скорость проходки, рейсовая скорость проходки, нормализованная скорость проходки, скорость СПО, суммарный объем во всех емкостях, изменение объема в рабочих емкостях в

процессе циркуляции, объёмы и интенсивность поглощения и проявления, балансы объёмов при вытеснении и доливе скважины. «Привязка» данных хроматографического анализа к истинным глубинам с учетом отставания по раствору и газовой линии. Производится автоматическое определение технологических этапов на буровой.

Вся информация обрабатываемым комплексом «Регистратор» сохраняется во внутреннем формате. Внутренний формат содержит три типа файла: временной файл с расширением *.realtime с шагом записи 10 сек., файл параметров бурения с учетом времени отставания - *.reallag и файл с параметрами записи по глубине *.realdep с шагом записи 0,2 м.

Для обработки данных бурения с учетом времени задержки применяется программа «GeoData». С помощью функции автоматического поиска данных бурения все необходимые параметры, такие как газопоказания, ДМК и механическая скорость, связываются с технологическими параметрами и отображаются в так называемом поглубинном файле. Данная процедура обеспечивает геолога возможностью внесения данных геохимических исследований и фракционного анализа шлама и в дальнейшем позволяет с достаточной точностью строить литологический разрез пробуриваемой скважины. Все полученные результаты работ за сутки геологом и геофизиками станции ГТИ оформляются в виде суточного рапорта с указанием технологических параметров, технико-экономических показателей бурения, баланса времени работы вахты, буровой бригады (буровой установки). Результаты геохимических исследований и фракционного анализа шлама, предполагаемое литологическое расчленение пробуренного интервала.

Осложнение в бурении - это отклонение технологии ведения работ от проекта или приостановка технологического цикла работ, восстановление которого возможно после устранения причин, повлиявших на это. Авария – это непредвиденное нарушение непрерывности технологического процесса бурения или испытания скважин, требующее для его ликвидации проведения специальных работ, не предусмотренных проектом с привлечением

дополнительных ресурсов. По терминологии принятой в Федеральном законе (ФЗ-116) «О промышленной безопасности» различают также понятия инцидента и аварии. В практике ведения буровых работ, все виды осложнений, которые продолжаются свыше 48 часов переходят в аварии, так как их ликвидация связана с увеличением экономических и экологических потерь. Аварии в бурении подразделяются условно на следующие виды: - аварии с элементами колонны бурильных труб; - прихват бурильных и обсадных колонн; - аварии с долотами; - аварии с обсадными колоннами и элементами их оснастки; - аварии из-за неудачного цементирования; - аварии с забойными двигателями; - падение в скважину посторонних предметов; - прочие аварии.

Результаты исследований. В соответствии с выше изложенной методикой, в скважине №503 во время строительства, было зафиксировано несколько осложнений.

На 3 рисунке представлена диаграмма ГТИ на котором в процессе строительства кондуктора, в 6:00 по местному времени, на глубине 655 метров произошло поглощение бурового раствора на 8 м³. Поглощение было в планах по программе бурения. Буровая бригада была немедленно предупреждена, контроль за скважиной со стороны ГТИ усилился, объем поглощенного бурового раствора был посчитан.

Поглощения бурового раствора в кондукторе — серьезное осложнение, которое может привести к нежелательным последствиям как для самого процесса бурения, так и для последующей эксплуатации скважины.

В процессе строительства скважины (пилотного ствола) в 9:30 по местному времени станция ГТИ зафиксировала падение давления и рост параметра ДМК на глубине 1500 метров, что видно на рисунке 4. Буровая бригада была немедленно проинформирована, после чего контроль за процессом бурения усилился. На глубине 1540 метров было принято решение о полном подъеме инструмента. После подъема и осмотра инструмента был выявлен износ клиньев долота. Долото было заменено.

Износ клиньев долота произошел из-за истирания и повреждения их

поверхности во время бурения.

На рисунке 5 видно, что с глубиной около 2745–2770 м наблюдается увеличение показателей газосодержания (метан %, общий газ, C1-C6), что может указывать на попадание в газонасыщенный пласт или на утечку газа. Газовое проявление стабильно и соответствует геологическим данным, событие происходило согласно плану бурения без отклонений.

В 2 часа ночи, по местному времени, в процессе бурения под хвостовик, при забуливании 112 свечи, оператором станции ГТИ было зафиксировано повышенное давление на пласт, это видно на рисунке 6. В тоже время был немедленно оповещен бурильщик, после чего давление было приведено в норму.

Проектное давление на этом интервале не должно превышать 180 атмосфер, а пластовое давление составляет 170 атмосфер. Было выявлено повышение давления до 175 атмосфер, что могло привести к гидроразрыву пласта.

Закключение. Комплекс ГТИ играет ключевую роль в процессе бурения скважин. Он способствует снижению вероятности аварий и оптимизации этапов строительства скважины. С помощью данного комплекса возможно в реальном времени отслеживать технологические параметры на буровой, что позволяет принимать оперативные решения на основе полученных данных. При подготовке и написании данного исследования подробно ознакомился с геолого-геофизической характеристикой исследуемого района. В соответствии с государственными стандартами Российской Федерации были изучены основные цели и задачи геолого-технических исследований. По литературным данным были изучены осложнения при строительстве скважин, такие как износ клиньев долота, поглощение бурового раствора. На основе полученных знаний были интерпретированы материалы ГТИ по скважине №503 месторождения, связанные с ранней диагностикой осложнений и предаварийных ситуаций в процессе бурения комплексом ГТИ. Материалы, изложенные в данной работе, дают основание считать, что цель бакалаврской работы, касающаяся выявления осложнений в процессе бурения с использованием комплекса геолого-

технологических исследований, достигнута. Полученные результаты подтверждают эффективность применения таких информационно-измерительных систем и методических подходов для решения задач, связанных с выявлением поглощений, износа долота, а также мониторинг за параметрами бурения, чтобы предотвратить их повышение до критического значения.