

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

Кафедра геофизики

**Ранняя диагностика осложнений в процессе бурения по данным ГТИ  
(на примере скважины №17 Лоскутовской площади)**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 2 курса 261 группы  
направление 05.04.01 геология  
профиль «Геофизика при поисках  
нефтегазовых месторождений»  
геологического ф-та  
Татаринова Артема Александровича

**Научный руководитель**

К.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

К.Б. Головин

подпись, дата

**Зав. кафедрой**

К.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2026

**Введение.** **Научная новизна** работы заключается в разработке и обосновании комплексного подхода к предупреждению осложнений при бурении скважин, основанного на объединении современных методов ГТИ с учётом специфики геологических условий Центральной части России. В отличие от традиционных методов, где основное внимание уделяется ликвидации уже возникших осложнений, в данной работе акцент сделан на раннем выявлении и предотвращении нештатных ситуаций, что позволяет снизить риск их перерастания в аварии. Такой подход обеспечивает не только повышение безопасности и технологичности бурения, но и существенное снижение экономических затрат за счёт минимизации времени на ликвидацию осложнений и аварий.

**Введение.** В Центральной части России преобладают горные породы невысокой прочности. Такие породы при бурении буровыми промывочными жидкостями на водной основе склонны к гидратации и набуханию, что в итоге приводит к её обваливанию и сужению стенки скважины, налипанию глины к элементам компоновки низа бурильной колонны (КНБК), что снижает скорость бурения и приводит к различным осложнениям и авариям. Возникновение какого-либо вида осложнений или аварий зависит от многих причин, главным образом, от соответствия технологии бурения геологическим условиям, а также от исправности бурового оборудования.

При этом осложнения и аварии представляют собой физические процессы с определенными значениями параметров и их взаимодействием.

Характер возникновения осложнений в результате прихвата бурильной колонны: вызывается прилипанием бурильных труб или элементов КНБК к стенкам скважины, заклиниванием долот, возникновением сальников в скважине, обвалами и осыпаниями стенок скважины

**Актуальность работы** состоит в том, что в настоящее время нефтегазовая отрасль сталкивается с возрастающей сложностью разработки месторождений по причине возникновения нештатных ситуаций и несвоевременной ликвидацией. Эта тенденция проявляется по-разному в

зависимости от «возраста» нефтегазоносных провинций:

В старых регионах (Волго Уральская и Прикаспийская провинции) бурение смещается на всё большие глубины. В относительно молодых провинциях (Западно и Восточно Сибирская) приходится вскрывать сложнопостроенные, неоднородные продуктивные отложения.

В обоих случаях наблюдается усложнение объектов разработки, что повышает риск нештатных ситуаций в процессе бурения. При этом технологический прогресс в области проводки скважин частично компенсирует ухудшение геологических условий.

В буровой практике различают два типа нештатных ситуаций:

Осложнение — проявление геологических факторов, которые:

- делают дальнейшее бурение нерентабельным;
- препятствуют продолжению работ;
- создают угрозу безопасности процесса.

Авария — нарушение технологического процесса, вызванное:

- потерей подвижности бурильной колонны;
- поломкой колонны с оставлением её элементов в скважине;
- попаданием в скважину посторонних предметов и инструментов, требующих специальных работ по извлечению.

Важно отметить, что осложнение нередко перерастает в аварию — как правило, из-за некачественного или несвоевременного реагирования. В связи с этим профилактика осложнений экономически и технологически выгоднее их последующей ликвидации.

Ключевой инструмент раннего выявления осложнений — геолого технологические исследования (ГТИ). Они обеспечивают:

- оперативный мониторинг состояния скважины;
- своевременное выявление признаков начинающихся осложнений.

**Объектом исследования** является скважина №17 Лоскутовской площади, строительство которой было осложнено прихватом бурильной колонны.

**Цель настоящей работы** — предупреждение осложнений при бурении скважин на основе данных ГТИ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

- проанализировать геологические условия проведения буровых работ;
- описать методику и аппаратуру, используемые при ГТИ сопровождении бурения;
- реализовать описанную методику при бурении скважины в конкретных геологических условиях.

Работа изложена на 63 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех разделов: общие сведения о районе работ, осложнения при бурении скважин, результаты работ, заключения и списка использованных источников, включающего 16 наименования. Работа содержит 12 рисунков и 2 таблицы.

**Основное содержание работы.** В административном отношении район работ находится на территории Ровенского района Саратовской области. В геоморфологическом отношении район расположен в левобережной части реки Волга.

Литолого-стратиграфическое разреза района работ составлено на основании сейсмических работ с использованием материалов бурения скважин на прилегающей территории.

В геологическом строении района работ принимают участие разновозрастные образования от архейских до четвертичных включительно.

Район работ приурочен к Приволжскому нефтегазоносному району Нижневолжской нефтегазоносной области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Перспективы поисков углеводородов нефтегазоносной области связываются с палеозойскими отложениями, в пределах которых выделяются пять нефтегазоносных комплексов (НГК):

- средне-верхнедевонский (нижнефранский);

- верхнедевонско-нижнекаменноугольный;
- нижневизейский;
- верхневизейско-башкирский;
- среднекаменноугольный-нижнепермский.

В качестве перспективных комплексов рассматриваются верхнедевонско-нижнекаменноугольный, нижневизейский и верхневизейско-башкирский.

**Методика исследования.** В буровой практике различают осложнения и аварии. В настоящее время их принято различать по экономическому признаку. Нарушение нормального процесса строительства скважины, которое требует принятия безотлагательных и эффективных мер для его устранения и продолжения процесса бурения, называется осложнением. При этом предполагается, что требования технического проекта на строительство скважин выполняются.

К основным видам осложнений относят:

- поглощение буровых и тампонажных растворов при бурении, промывке и креплении скважин;
- разрушение стенок скважины:
  - осыпи, обвалы, обрушения горных пород, слагающих ствол скважины;
  - желобообразование в местах резкого изменения направления оси скважины;
  - набухание горных пород;
  - растворение отложений солей;
  - растепление многолетнемерзлых пород;
- нефтегазоводопрооявления (НГВП):
  - газирование бурового раствора;
  - межпластовые перетоки;
  - заколонные флюидопроявления;
  - возникновение грифонов;
  - переливы, выбросы, фонтаны пластовых флюидов;

- прихваты бурильных и обсадных колонн в необсаженном стволе скважины:

- дифференциальный прихват;
- заклинивание элементов бурильной колонны и обсадных колонн в результате сальникообразования;

- заклинивание бурильных и обсадных колонн в суженной части ствола скважины;

- прихват колонн обвалившимися породами;
- заклинивание бурильных и обсадных колонн посторонними предметами;

- заклинивание бурильных и обсадных колонн в желобной выработке;

- самопроизвольное искривление ствола скважины. Приведенная классификация позволяет разделить технологические приемы и операции по борьбе с ними.

На борьбу с ликвидацией осложнений при строительстве скважин на нефть и газ в некоторых случаях затрачивается 20–25 % календарного времени, что делает проблему предупреждения осложнений и их ликвидации весьма актуальной.

Опыт практической работы показывает, что большинство осложнений легче предупредить, чем ликвидировать.

В практике строительства скважин имеется множество случаев, когда одно возникшее осложнение может стать причиной других.

Наиболее типичные последствия неликвидируемых осложнений:

- осыпи и обвалы могут стать причиной прихвата бурильной колонны с потерей циркуляции;

- вскрытие зоны поглощения бурового раствора может вызвать НГВП из-за снижения давления в стволе скважины, а также инициировать процессы обвалообразования;

- самопроизвольное искривление скважин может привести к непроходимости или заклинке бурильных и обсадных колонн в местах резкого

изменения направления оси скважины, образованию желобной выработки;

- большое давление в кольцевом пространстве при глушении НГВП может вызвать гидроразрыв пород в открытом стволе скважины, что в дальнейшем приведет к поглощению промывочной жидкости.

Осыпи – медленно текущий процесс разрушения стенок скважины. В процессе бурения могут обнаруживать себя только с ростом плотности и вязкости бурового раствора из-за повышения содержания твердой фазы.

Обвалы – быстroteкущий процесс разрушения стенок скважины. В ствол скважины в течение короткого промежутка времени попадает большая масса горной породы.

При обвалообразовании могут произойти:

- скачки давления на буровых насосах;
- затяжки и посадки при движении бурильной колонны;
- недохождение долота до забоя после его замены или наращивания;
- прихват бурильной колонны осевшим шламом при недостаточной интенсивности промывки скважины или остановке циркуляции;
- полное перекрытие кольцевого пространства;
- кавернообразование.

К одной из основных причин обвалов, осыпей относят набухание и размокание глинистых пород.

Прихваты являются одним из наиболее распространенных и одновременно тяжелых видов осложнений, встречаемых в ходе бурения скважин различного типа. Прихват бурового инструмента – это потеря подвижности инструмента вследствие различных причин. Прихваты бурового инструмента оказывают крайне негативное влияние на показатель производительности буровых работ, а также способны стать причиной потери отдельного отрезка или даже всей скважины. Почти 30% прихватов в глубоких скважинах ликвидируется бурением нового ствола. Также прихват бурового инструмента часто сопровождается значительными показателями потери бурильных и обсадных труб.

**Заключение.** В соответствии с вышеизложенной методикой, в скважине №17 Лоскутовской площади представилось возможным выделить прихваты инструмента на глубинах 2644м и 2668м, зафиксированные в бобриковском горизонте (С1bb – нижний карбон, визейский ярус).

При бурении в интервале 2577-2644м, с промывками, проработками и наращиваниями, на диграмме ГТИ на глубине 2604м зафиксировано увеличение газопоказаний до 2,3%абс, а также на глубине 2644м зафиксирован рост момента до 37кН\*м с рабочего 25кН\*м, с последующей остановкой ВСП.

После попыток отрыва от забоя на глубине 2644м зафиксирована затяжка до 5т с потерей подвижности КНБК. Было принято решение о снижении производительности буровых насосов до 8,5л/сек с 30л/сек и ликвидации прихвата инструмента с помощью ясса.

Всего было предпринято 5 попыток ликвидации прихвата и освобождения КНБК.

Первая попытка. Собственный вес 76т, вес на подъем 77т, вес на спуск 53т, разгрузка КНБК на забое до 10т, натяжение КНБК 92т - результат отрицательный.

Вторая попытка. Произвели разгрузку КНБК на забое до 12т, натяжение КНБК 96т, результат отрицательный.

Третья попытка. Увеличение разгрузки КНБК на забое до 16т, натяжение КНБК 98т - результат отрицательный.

Четвертая попытка. Произвели разгрузку КНБК на забое до 16т, с увеличением натяжения КНБК 100т - результат отрицательный.

Пятая попытка. Произвели разгрузку КНБК на забое до 13т, натяжение КНБК 102т с последующим освобождением КНБК – результат положительный.

Далее проработали интервал 2642-2638м и приступили к дальнейшему бурению в интервале 2644-2748м, где с глубины 2744м зафиксировано падение механической скорости с 7м/ч до 1м/ч. В процессе дальнейшей проработки пробуренного интервала на глубине 2668м зафиксирован рост момента до 34кН\*м с рабочего 14кН\*м, с последующей остановкой ВСП на глубине 2668м

зафиксирована затяжка до 12т с потерей подвижности КНБК.

Принято решение о немедленном снижении производительности буровых насосов до 8,5л/сек с 34л/сек и повторной работе яссом. Для освобождения КНБК на глубине 2668м было предпринято 3 попытки.

Первая попытка. Собственный вес 76т, вес на подъем 77т, вес на спуск 53т. Произвели разгрузку КНБК до 15т, натяжение КНБК 104т - результат отрицательный.

Вторая попытка. Увеличение разгрузки КНБК до 17т, натяжение КНБК 108т - результат отрицательный.

Третья попытка. Разгрузка КНБК до 17т, с увеличением натяжения КНБК 110т с последующим освобождением КНБК – результат положительный.

При последующем подъеме КНБК были зафиксированы затяжки до 13т, а также зафиксированы скачки момента на ВСП с 13 до 27кН\*м.

В результате предпринятых действий, инструмент был освобожден.

На ликвидацию осложнений в сумме было потрачено около двух часов. При ликвидации прихвата на глубине 2644м было затрачено 1 час и 10 минут, при ликвидации прихвата на глубине 2668м было затрачено 50 минут.

В данном случае можно предположить, что осложнения возникли по причине смены литологии и наличия обвальнoй породы в шламе (аргиллит), так как на сводном планшете ГТИ-ГИС, на данных глубинах отмечено переслаивание песчаников и аргиллитов.

Песчаники мелкозернистые, на глинистом цементе, слабой крепости, аргиллиты темно-серый, пластинчатые, слабой крепости. В соответствии с главой 2.1, можно сделать вывод, что данное осложнение возникло по причине образования сальника на инструменте и зашламления забоя скважины обвальнoй горной породой. В ходе чего, глинистые породы при разбуривании способны набухать, адсорбировать воду из бурового раствора и налипать на породоразрушающий инструмент, что приводит к прихватообразованию и осложнению ствола скважины.

В соответствии с программой на бурение скважины №17 в интервале 1963-2825м ожидаемые осложнения при бурении: поглощения бурового раствора; газонефтепроявления; образование каверн в интервалах аргиллитов и песчаников (реже гравелитов) в зонах трещиноватости различной интенсивности, набухания аргиллитов и их осыпание при бурении на промывочной жидкости с высокой водоотдачей.

Таким образом, во всех представленных осложнениях мы наблюдаем эффективность работы комплекса ГТИ, где на ранних стадиях были оперативно зафиксированы отклонения технологических параметров и диагностированы возникшие осложнения. Во втором случае буровой бригаде, анализируя показания датчиков, удалось предотвратить затратные по времени и средствам последствия осложнений и снизить время на ликвидацию прихвата на 20 минут.

Резюмируя выше изложенное, при бурении последующих скважин на Лоскутовской площади для минимизации набухания и осыпания аргиллитов рекомендуется:

1. Использовать буровые растворы с низкой водоотдачей для уменьшения количества воды, проникающей в породу.
2. Применять ингибирующие добавки для снижения гидратации и набухания глинистых минералов.
3. Использовать кольматирующие и микрокольматирующие агенты. Они закупоривают поры и микротрещины, препятствуя проникновению раствора в породу.
4. Избегать резких колебаний параметров бурового раствора (плотности, вязкости и др.).
5. Применять безводные растворы на углеводородной основе (РУО) или инвертно-эмульсионные растворы (ИЭР) в сложных случаях (например, при бурении горизонтальных скважин под большими зенитными углами).
6. Проводить геомеханическое моделирование и лабораторные исследования для адаптации состава раствора под конкретные горно-геологические условия.

Выбор конкретного решения зависит от характеристик аргиллитов, глубины бурения, траектории скважины и других факторов. Комплексный подход, сочетающий технологические и химические методы, позволяет снизить риск осложнений при бурении через аргиллитовые отложения.

Своевременные меры по ликвидации прихватов позволили не допустить возникновения аварий на скважине №17 Лоскутовской площади.