

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

Кафедра геофизики

**«Выделение интервалов прихвата буровой колонны по данным ГТИ (на
примере Квасниковского месторождения).»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы очной формы обучения
геологического факультета
направление 21.03.01 «Нефтегазовое Дело»
профиль «Геолого-геофизический сервис »
Каркукли Али Валид Ибрахим

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

_____ М.В. Калининкова

подпись, дата

Зав. Кафедрой

К. г.- м.н., доцент

_____ Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов, 2025

Введение. Выявление и ранняя диагностика осложнений в процессе бурения нефтяных и газовых скважин является одной из самых актуальных задач при строительстве нефте-газовых скважин. Осложнения в процессе бурения, к которым относится прихват бурового инструмента, сопровождаются значительными затратами времени и средств на ликвидацию их последствий и могут привести к серьезным авариям. Прихват буровой колонны означает невозможность подъема ее из скважины при технически допустимых натяжениях или сжатии.

В настоящее время успешное предотвращение данной проблемы в значительной степени связано с использованием методов геолого-технологических исследований в процессе бурения скважин (ГТИ), позволяющих в режиме реального времени получать информацию о геологическом разрезе скважины, а также решать задачи ранней диагностики и предупреждения осложнений в процессе бурения.

В данной выпускной квалификационной работе исследуются возможности комплекса ГТИ при бурении для ранней диагностики прихвата буровой колонны. В качестве объекта исследования выбрана скважина №1 Квасниковская, расположенной на юго-западной окраине Степновского сложного вала.

Цель выпускной квалификационной работы состояла в изучение методики прогнозирования и выявления мест прихватов бурового инструмента в процессе бурения нефтегазовой скважины №1 Квасниковская в геологических условиях Степновского сложного вала.

Для выполнения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- изучить геолого-геофизическую характеристику района работ;
- дать классификацию осложнениям, имеющим место в нефтяных и газовых скважинах в процессе бурения;

- охарактеризовать прихват бурового инструмента, как одно из основных осложнений возникающих в процессе бурения нефтегазовых скважин;
- рассмотреть причины и методы выявления прихватов в бурящихся скважинах по данным ГТИ;
- описать приборы, используемые для регистрации прихватов колонны труб в скважинах;
- выявить прихваты бурового инструмента по данным ГТИ в нефтегазовой скважине №1 Квасниковского месторождения.

Работы содержат следующие разделы :

Введение

Раздел 1 Геолого-геофизическая характеристика района работ

Раздел 2 Методика исследования

Раздел 3 Аппаратура для регистрации прихватов колонны труб

Раздел 4 Результаты исследования

Заключение

Основное содержание работы. **Раздел 1 Геолого-геофизическая характеристика района работ**

1.1 Общие сведения о Квасниковском месторождении

Квасниковское месторождение располагается, на территории Энгельского района Саратовской области, в 24 км юго-восточнее г. Энгельса и в 14 км юго-восточнее с. Квасниковка в пределах Ближнего Саратовского Заволжья.

Во втором подразделе 1.2 Литолого-стратиграфическая характеристика разреза

В строении геологического разреза принимают участие отложения протерозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов (Приложение А). Стратиграфическое описание приводится на основании данных бурения поисковой скважины №1 учетом материалов, полученных в результате бурения на соседних площадях. Установлена неполнота геологического разреза данного района. В разрезе полностью отсутствуют палеогеновые,

верхнемеловые и триасовые отложения, частично неогеновые и карбонатные отложения верхнего девона. Все это свидетельствует о сложной геологической истории развития этого района

В третьем подразделе 1.3 Тектоника Квасниковская площадь располагается на юго-западной окраине Степновского сложного вала.

Переход Степновского сложного вала в бортовую зону происходит через флексурно-разрывные зоны, наиболее выделяющиеся в отложениях верхнего девона. Бортовая зона – это зона перехода от окраины мелководно-морского шельфа Русской платформы к более мористым отложениям окраины Прикаспийского палеобассейна, развивавшегося как глубоководная впадина в герцинский тектонический этап. Окраины карбонатного шельфа в виде крупно-амплитудных седиментационных уступов различного времени формирования обрамляют Степновский сложный вал с юга.

В четвертом подраздел 1.4 Нефтегазоносность содержится информация о нефтегазоносности района Нижне-Волжской нефтегазоносной области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции [6].

На Квасниковской структуре продуктивными являются коллекторы пашийского (D_3I, D_3II), воробьевского (D_2V, D_2VI), клинцовского и бийского (D_2^{bs}) горизонтов. Пашийские, воробьевские и клинцовские коллекторы Квасницовского месторождения представлены кварцевыми песчаниками, разнотекстурными с глинистыми и карбонатными цементами. Эффективные толщины песчаных пластов варьируют в широких пределах.

Раздел 2 Методика исследования Содержит два подраздела. Подраздел 2.1 Осложнение - это замедление (приостановление) непрерывного цикла буровых работ, вызванное влиянием природных и/или геологических факторов [7]. Различают следующие основные типы осложнений: 1) поглощение буровых и тампонажных растворов; 2) нефте-газо-водо-проявления; 3) нарушение устойчиво-

сти стенок скважины; 4) желобообразование; 5) прихваты колонн бурильных и обсадных труб;

6) сероводородная агрессия; 7) растепление многолетне-мерзлых пород и их обратное промерзание; 8) осложнения при бурении с продувкой .

К основным осложнениям при бурении, как правило, относится разрушение стенок скважины, поглощение бурового и тампонажного растворов, прихваты колонны труб, пластовые флюидопроявления .

Подраздел 2.2 Прихватами называется невозможность вертикальных перемещений и вращений инструмента в скважине при технически допустимых натяжениях [9].

прихват колонны труб обусловлен: перепадом давления; заклиниванием колонны; желобной выработкой и сочетанием всех этих факторов.

Прихваты колонн труб - это непредвиденная потеря подвижности колонны труб вследствие прилипания под действием перепада давления; заклинивания в желобах, в местах сужения ствола или посторонними предметами; в результате обвала или осыпания горных пород со стенок скважины или оседания шлама за счет нарушения режима промывки, а также из-за образования сальника на бурильной колонне [7].

прихват может выражаться следующими разновидностями:

- осыпями и обвалами стенок скважины;
- желобообразованием на стенках скважины;
- кавернообразованием;
- образованием уступов и козырьков на стенках скважины;
- образованием сужений в стволе;
- образованием сальников на бурильном инструменте;
- образованием пробок в стволе.

Раздел 3 Аппаратура для регистрации прихватов колонны труб

Применение приборов, регистрирующих прихваты колонны труб находит широкое применение. Они используются для установки и снятия сверла, подключения и отключения насосно-компрессорной установки, а также для циркуляции бурового раствора. Аппаратура обеспечивает надежное крепление труб, предотвращают их движение и гарантируют безопасность рабочих процессов. От точности показаний и надежности работы датчиков во много зависит эффективность работы службы ГТИ при решении задач по контролю и оперативному управлению процессом бурения [7].

Каждый датчик должен обеспечивать измерение соответствующего параметра с указанной точностью и иметь на выходе цифровой аналоговый сигнал. далее рассмотрим каждый датчик более подробно.

Датчик положения талевого блока (глубиномер)

Датчик используется для определения или вычисления многих параметров: положения тальблока относительно стола ротора, глубины скважины, положения долота в скважине относительно забоя, механической скорости проходки, скорости спускоподъемных операций.

Датчик веса на крюке

В связи с тем, что механическая скорость бурения в значительной степени зависит от нагрузки на долото, для обеспечения оптимальной проходки необходимо постоянно контролировать нагрузку. Уменьшение нагрузки приводит к снижению скорости проходки, а чрезмерное увеличение – к поломке бурильных труб, долота, искривлению ствола скважины. Нагрузку на долото определяют, как разницу между весом свободно висящей бурильной колонны и весом на крюке во время бурения

Датчик давления промывочной жидкости в нагнетательной линии

Очень важным параметром промывки скважины является давление нагнетания промывочной жидкости (давление на входе в скважину). Контроль изменения давления позволяет судить о работе насосов и всей циркуляционной системы, эффективности промывки скважины.

Значения давления на входе также используется для определения реального давления на забой и стенки скважины, определения аварийных ситуаций, связанных с состоянием бурильного инструмента или осложнениями.

Датчик плотности промывочной жидкости на входе и выходе скважины Датчики плотности промывочной жидкости используются для контроля промывки, решения геологических задач и предотвращения осложнений. По методам измерения они подразделяются на: гравитационные, гидростатические (пьезометрические), поплавковые, радиоактивные, резонансные (вибрационные).

Датчик температуры промывочной жидкости Датчик используется для контроля промывки, решения геологических задач и предотвращения осложнений.

Температура промывочной жидкости измеряется на входе в скважину в приемных емкостях буровых насосов и на выходе из скважины на участке выкидной трубы (желоба) от устья до вибросита. Датчик температуры состоит из самого датчика и блока усиления.

Датчик оборотов ротора Датчик оборотов ротора используется для контроля режима бурения и предотвращения аварийных ситуаций, представлен на рисунке 9. В настоящее время для измерения числа оборотов ротора используются датчики: тахеометрический, оптический, индуктивный.

Основным исполнительным узлом датчика оборотов ротора является индуктивный датчик, который срабатывает от приближения металла, выдавая импульсы кратно оборотам вала ротора. Датчик размещается в непосредственной близости от карданного привода и крепится с помощью крепежного механизма, входящего в состав датчика.

Раздел 4 Результаты исследования В соответствии с задачами исследования, в скважине №1 Квасниковской площади были выявлены интервалы

прихватов буровой колонны. Прихваты были выявлены в процессе проведения ГТИ (Приложение Б).

Исследуемый в работе интервал скважины №1 Квасниковская расположен на глубине 885- 1865м и стратиграфически приурочен к породам среднего девона D_2 эйфельский, воробьевский, ардатовский ярус, к породам верхнего девона D_3 франский+фаменский ярус, к отложениям нижнего карбона C_1 серпуховский+окский и башкирский ярус и к отложениям среднего карбона C_2 врейский ярус.

Как следует из рассмотрения сводного планшета ГТИ-ГИС (Приложение Б) верейские отложения $C_{2\text{вт}}$ представлены глинистой толщей мощностью $h_{\text{общ}} = 145$ м. Глина серого цвета, жирная, пластичная. В верхней части встречаются прослои известняка глинистого, светло-серого, мелко-средне-кристаллического, плотного, средней крепости. В нижней части верейской терригенной толщи $C_{2\text{вт}}$ глины переходят в аргиллиты серого цвета до черного, слоистые, слабой крепости.

По данным ГИС (приложение Б) этот интервал разреза характеризуется высокими значениями интенсивности гамма – излучения

$I_\gamma = 15$ мкр/ч на диаграммах гамма каротажа (ГК) и низкими значениями интенсивности нейтронного гамма излучения $In_\gamma = 2$ у.е на диаграммах нейтронного гамма каротажа (НГК), наблюдается увеличение диаметра скважины $d_c > d_n$ на каверномере (КВ), что соответствует литологическим признакам глинистых пород по диаграммам ГИС.

В процессе бурения, согласно данным ГТИ на рисунке 12 в данной толще в 12:00 производилась промывка призабойной зоны в течение 10 минут. Затем с 12.10 до 12.35 происходило наращивание буровых труб.

В 12.35 происходил ремонт переводника, который продолжался 105 мин. Во время замены переводника буровая колонна циклично проворачива-

лась, что видно по периодическим во времени скачкам показаний оборотов ротора на диаграмме оборотов ротора на рисунке 12.

После замены, при попытке начать бурение в 13:45 произошло осложнение – прихват бурового инструмента.

Прихват возник на глубине 1009,13 м, при прохождении верейского горизонта.

На суточной диаграмме ГТИ, на рисунке 12, об этом осложнении свидетельствуют два технологических параметра:

1. показание веса на крюке. Значения резко увеличиваются в несколько раз с 5 до 50 единиц и в дальнейшем ведут себя скачкообразно;
2. показание давления на входе, которое в момент времени 13.50 резко увеличилось с 10 до 100 и затем продолжает вести себя нестабильно.

Можно предположить, что на образование прихвата на глубине 1009,13 м. способствовали, во-первых геологические условия. Так как наличие пластичной и мощной глинистой толщи привели к зашламлению и сужению ствола скважины, как показано на рисунке 4,н.

Во –вторых, технологические условия. Так как на протяжении 105 минут, пока шел процесс замены переводника не производилась промывка скважины, о чем свидетельствуют данные бурового раствора на выходе и на входе и давления на входе. Их значения не изменяются в течении времени. А также небольшого цикличного прокручивания колонны могло не хватить для предупреждения аварии.

Данное осложнение должно быть ликвидировано при помощи установки нефтяной ванны в комплексе с расхаживанием инструмента.

В сумме на ликвидацию прихвата было потрачено около 48 часов работ. При дальнейшем бурении на глубине 1647 м так же возник прихват бурового инструмента, соответствующий интервалу залегания воробьевских отложений D₂vb.

Как следует из рассмотрения диаграмм ГТИ (Приложение Б) верхняя часть разреза воробьевских отложений C_2vb представлена отложениями известняка доломитистого, светло-коричневого, светло-серого, скрыто- мелко- кристаллического, плотного, от слабой до средней крепости. Ниже по разрезу залегают отложения глины серого и зеленоватого цвета, липкой, пластичной. В нижней части горизонта глины переходят в аргиллиты темно-серого цвета, зеленовато-серого цвета, тонкослоистые, слабой крепости.

По данным ГИС (приложение Б) этот интервал разреза делится на два литологически разных пласта. Первый характеризуется низкими значениями интенсивности гамма – излучения $I_\gamma = 4$ мкр/ч на диаграммах гамма каротажа (ГК) и повышенными значениями интенсивности нейтронного гамма излучения $In_\gamma = 3$ у.е на диаграммах нейтронного гамма каротажа (НГК), наблюдается сохранение номинального диаметра скважины $d_c = d_n$ на каверномере (КВ), что соответствует литологическим признакам карбонатных пород (известняка) по диаграммам ГИС.

Второй пласт характеризуется возрастанием значений интенсивности гамма – излучения $I_\gamma =$ до 6 и 10 мкр/ч на диаграммах гамма каротажа (ГК) и понижением значений интенсивности нейтронного гамма излучения In_γ до 1.8 у.е на диаграммах нейтронного гамма каротажа (НГК), наблюдается увеличение диаметра скважины $d_c > d_n$ на каверномере (КВ), что соответствует литологическим признакам терригенных пород (глины и аргиллиты) по диаграммам ГИС.

Согласно данным ГТИ на рисунке 13 примерно в 12:19 по местному времени проводилось бурение скважины, что следует из нулевых показаний оборотов ротора и неизменяющимся остальным технологическим показаниям .

В 12:40 стало наблюдаться увеличения веса на крюке, положения крюка и уменьшения параметра нагрузки на долото. Из этих признаков следует,

что начался прихват инструмента. Была проведена первая попытка оторвать долото от забоя.

Процесс бурения продолжился до 12:52ч. Однако по - прежнему наблюдалось увеличение веса на крюке и уменьшения параметра нагрузки на долото. Поэтому была предпринята попытка второй раз оторвать долото от забоя.

После чего процесс бурения продолжился до 13:04ч. В это время была предпринята попытка третий раз оторвать долото от забоя, но не удачно. На глубине 1647 зафиксирован второй прихват бурильной колонны в скважине №1 Квасниковская.

Процесс ликвидации данного прихвата проводился путем расхаживания инструмента, в результате чего возникают затяжки до 65т.

Процесс ликвидации виден по скачущим показаниям положения крюка, пиковым значениям веса на крюке. Немного спавшие показания давления на входе в комплексе с предыдущими показаниями говорят нам о том, что в это время процесса бурения не происходило.

В результате предпринятых действий, инструмент был освобожден. На ликвидацию осложнения в сумме было потрачено около 30 минут.

В данном случае можно предположить, что осложнение возникло по причине смены литологии, так как на сводном планшете ГТИ-ГИС на данной глубине отмечена смена известняка на аргиллит и пластичную, липкую глину. Возникло образование сальника на инструменте, потому что именно глинистые породы при разбуливании способны набухать, адсорбировать воду из бурового раствора и налипать на породоразрушающий инструмент.

Заключение. В результате выполненного исследования в выпускной квалификационной работе:

- представлена геолого-геофизическая характеристика Квасниковского месторождения;

- дана классификация осложнений, имеющим место в бурящейся скважине;
- охарактеризованы геологические и технологические причины прихватов бурового инструмента в скважинах;
- рассмотрены методы выявления прихватов в бурящихся скважинах;
- описаны датчики ГТИ, используемые для выявления прихватов;
- в процессе проведения ГТИ в скважине № 1 Квасниковская в оперативной форме выявлено два объекта прихвата бурового инструмента.

Первый прихват выявлен на глубине 1009,13 м, при прохождении верейского горизонта. Прихват связан с сужением ствола скважины и плохой промывкой скважины. Второй прихват выявлен на глубине 1647 м при вхождении в воробьевские отложения D₂vb. Данное осложнение возникло по причине смены литологии с известняка на аргиллит и пластичную, липкую глину и образования сальника на породоразрушающем инструменте. В итоге работы даны рекомендации по ликвидации выявленных прихватов. Потери производственного времени на устранение данных осложнений составило в общей сложности 48ч30мин, что подтверждает необходимость прогнозировать осложнения в процессе бурения по данным ГТИ.