

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

Кафедра геофизики

**«Применение современных технологий ГТИ
на примере месторождений Нижневартовского свода»
АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 2 курса 261 группы направления подготовки
05.04.01 «Геология» геологического факультета
СГУ им. Н.Г.Чернышевского
Герасина Дмитрия Алексеевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов, 2019

Введение. Выпускная квалификационная работа посвящена проблеме применения современных технологий ГТИ при бурении.

Актуальность выбранной темы определяется тем, что эффективность и безопасность бурения нефтяных скважин во многом определяется качеством применяемых в процессе ГТИ технологий. С помощью современных методов и технологий ГТИ, а также полученных на их основе данных возможно:

1. Провести литологическое и стратиграфическое расчленение разреза.
2. Подготовить прогноз по глубине нахождения нефтеносного пласта.
3. Разработать подходящую для вскрытия нефтяного пласта траекторию стволов скважины.
4. Проводить при необходимости быстрые корректировки направления ствола.
5. Снизить расходы на бурение скважины и свести к минимуму риски аварийности.

Изучение применения таких технологий ГТИ и стало целью настоящего исследования. Для достижения цели были поставлены задачи:

1. дать краткую характеристику геолого – геофизических условий на исследуемых участках;
2. изложить теоретические представления о методах ГТИ, кратко рассмотреть теоретические основы применения LWD - приборов, проанализировать особенности, преимущества и недостатки их использования.
3. проанализировать результаты применения современных технологий ГТИ на примере месторождений Нижневартовского свода.

Для исследования были использованы материалы, полученные при прохождении производственной практики в ООО «ИМСС». Работы проводились на территории Покамасовского и Нивагальского месторождений Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа.

Основное содержание работы. В первом разделе содержится геолого-геофизическая характеристика района исследования. Покамасовское месторождение расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа в 55 км от города Сургут. Месторождение приурочено к долине реки Обь, характеризующейся широкой поймой (до 40 км) и многочисленными притоками.

Залежь нефти приурочена к верхней части васюганской свиты - пласту ЮВ1. Промышленная разведка закончена.

Нивагальское месторождение в административном отношении находится в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа. В орографическом смысле район месторождения представляет слабо расчлененную, очень заболоченную и залесенную равнину с абсолютными отметками от +70 до 80м.

Гидрографическая сеть представлена большим числом мелких притоков бассейна реки Аган. Около 85% территории месторождения покрыто труднопроходимыми болотами и топями, плохо промерзающими зимой. Месторождение находится в непосредственной близости от нефтепровода Нижневартовск - Омск.

В результате проведенных геологоразведочных работ открыто крупное месторождение нефти, находящееся в непосредственной близости от разрабатываемых Покачевского, Урьевско-Поточного, Южно-Покачевского. Выявлены залежи нефти промышленного значения в пластах ЮВ1-1, АВ2, АВ1-3, АВ1-2.

В тектоническом плане Покамасовское месторождение приурочено к западному борту Нижневартовского свода в зоне его сочленения с Ярсомовским мегапрогибом и представляет собой структурный выступ, осложняющий Локосовское локальное поднятие. Амплитуда поднятия по отражающему сейсмогоризонту «Б» около 150 м. Угол наклона оси - около 1 градуса. Крылья структурного выступа не превышают 1 град. 30 мин. на юге.

Сейсморазведочными работами в пределах свода и его погруженных крыльевых зон выделяется более 3-5 локальных структур. Это типично платформенные, пологие структуры с амплитудой от 50 до 100 м и углами наклона крыльев 1-2 градусов.

Тектонически Нивагальское месторождение приурочено к западному склону Нижневартовского свода, представляющему собой структурный нос, в пределах которого по отражающему горизонту «Б» отмечаются малоамплитудные локальные поднятия, состоящие из 2 куполов: северный (Шаманное поднятие) и южных (Нивагальское поднятие) с амплитудой -10 +20 м, Средне-Обской нефтегазоносной области (НГО) Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП) [21].

Тектонически месторождение связано с Нижневартовским сводом, представляющим собой структуру 1^{го} порядка с размерами 300*200 км² и амплитудой более 300 м.

Второй раздел посвящен описанию методики исследования, содержит общую характеристику методов ГТИ: механический каротаж (МК), газовый каротаж (ГК), радиоактивный каротаж (РК), интегральный гамма-каротаж (Г.К), электрический каротаж (ЭК), электромагнитный каротаж (ЭМК), инклинометрические исследования.

Геолого-технологические исследования (ГТИ) скважин в процессе бурения — являются объединением трех самостоятельных направлений, существовавших до появления ГТИ — газового каротажа, экспрессных петрофизических исследований, информационно-измерительных систем (ИИС) для контроля процесса бурения. Геолого-технологические исследования предназначены для осуществления контроля за состоянием скважины на всех этапах её строительства и ввода в эксплуатацию с целью изучения геологического разреза, достижения высоких технико-экономических показателей, а также обеспечения выполнения природоохранных требований. Основная цель геологических исследований состоит в детальном изучении геологического разреза скважин в процессе

бурения и выяснения всех, потенциально перспективных на нефть и газ, интервалов.

Для исследования скважин было применено оборудование, предназначенное для каротажа в процессе бурения LWD (logging while drilling). Такое оборудование в значительной степени позволяет оптимизировать время на анализ геологической информации в связи с существенным уменьшением зоны проникновения фильтрата бурового раствора в структуру нефтяного или газового коллектора, что сокращает время его освоения и, что особенно актуально при разработке пластов малой мощности, осуществления процесса геонавигации траектории ствола скважины в соответствии с морфологией пласта. Приборы LWD включаются в состав компоновки низа бурильной колонны и позволяют вести запись полного комплекса каротажа, а также имиджей (развёрток ствола скважины) одновременно с углублением скважины, отправляя все геофизические данные на поверхность в онлайн-режиме. Преимущество такого метода над стандартными комплексами ГИС очевидно: сокращение временных затрат, исключение рисков аварий и недохождения приборов ГИС, «зрячее» управление траекторией скважины на основании геологических онлайн данных. Однако есть один существенный недостаток, — стоимость.

Эффективность бурения (более глубокие скважины, более высокая скорость проходки) была увеличена благодаря использованию приборов КВБ (LWD). Приборы LWD позволяют максимально увеличить степень вскрытия пласта, в том числе с помощью азимутального электрического сканирования, модуля измерения пластового давления в процессе бурения, а также измерения сопротивления и данные затрубного и забойного давлений для расчета оптимальной плотности бурового раствора и его расхода для контроля эквивалентной плотности циркуляции.

Методы КВБ дают ответы в режиме реального времени, что позволяет минимизировать риски при бурении и избежать простоев оборудования или связанные с ними потери ствола. Также в процессе бурения проводится

измерение скважинного давления, что позволяет контролировать эквивалентную плотность циркуляции (ЭПЦ) бурового раствора, что помогает оценить ситуацию с накоплением шлама в призабойной зоне и принять корректирующие меры для предотвращения ее закупоривания или прихвата труб в скважине.

На начальном этапе исследования с целью получения геолого-геофизической информации осуществлялись выбор и корректировка интервалов отбора керна, шлама, образцов грунтов; интервалов, методов и времени проведения изменяемой части обязательных детальных исследований ГИС.

На основе полученной информации были произведены оперативные работы:

- литолого-стратиграфическое расчленение разреза;
- выделение в разрезе пластов-коллекторов;
- оценка характера насыщения выделенных коллекторов.

Задача оператора в ходе бурения стратиграфического комплекса, состоящего из переслаиваний различных пород, состояла в том, чтобы вскрыть пропласток песчаника. Выше и ниже залегающие породы обладали схожими петрофизическими характеристиками, что стало причиной высокой неопределённости при проводке скважины. Для уменьшения неопределенности при бурении горизонтальной секции были использованы приборы каротажа в процессе бурения с азимутальными данными. Азимутальным называют каротаж, с помощью которого получают данные из определенного сектора (азимута) ствола. Этот метод дает больше информации по сравнению с усредненным значением или каротажем по одному сектору, но является более дорогостоящим. Для определения угла падения пласта вдоль траектории скважины используются кривые верхнего и нижнего секторов. При пересечении стволом скважины породы вниз по

напластованию, нижний сенсор отбивает пропласток первым, затем отбивают правый и левый боковые сенсоры и последним пропласток отбивается верхним сенсором. При пересечении пропластка вверх по напластованию, порядок отбивки сенсорами будет обратный. Для получения геолого-геофизической информации в процессе бурения был использован современный отечественный LWD-комплекс ЛУЧ-М-2014. Комплекс позволяет получить полный комплекс каротажных данных с выдачей оперативных и окончательных заключений для оценки емкостных и фильтрационных свойств пласта и литологического расчленения.

Третий раздел посвящен результатам исследования. Литологическая разбивка вскрытого разреза проведена по данным исследования проб шлама, ДМК, газового каротажа. В итоге исследования был сделан вывод о том, что по данным ГТИ пласт ЮВ1 вскрыт на глубине 3007 м. (суммарным газопоказаниям, качественному составу газовоздушной смеси, полученной в результате частичной дегазации бурового раствора, данным исследования проб шлама и результатам ЛБА) отложения породы пласта с признаками нефтенасыщения.

Если на Покамасовском месторождении работа проводилась в соответствии с проектными данными, то на Нивагальском месторождении была решена задача своевременной оптимизации траектории бурения скважины. Корректировка была вызвана необходимостью проводить скважину в нефтенасыщенных породах, которые обладают улучшенными коллекторскими свойствами. В процессе бурения скважины на Нивагальском месторождении система показала фактор необходимости изменения параметров. В процессе бурения добывающей скважины №6208Г куст №926 Нивагальское месторождение геолого-геохимические исследования проводились в интервале 2000 – 2492м.

LWD-комплекс ЛУЧ-М-2014 в процессе бурения позволил решать задачи петрофизической оценки свойств пластов и насыщающего флюида не только после завершения бурения интервала скважины, но и в процессе бурения в режиме реального времени. По данным такого каротажа целевым горизонтом разрабатываемого месторождения являлись пласты ЮВ1 васюганской свиты, представленные песчаниками от светло-серых до бурых, мелко-среднезернистых, среди песчаников отмечаются прослой алевролитов и аргиллитов. Песчаники являлись нефтеносными и характеризовались латеральной и вертикальной неоднородностью, что осложнило процесс проводки горизонтальных стволов. Был использован расширенный анализ данных технологических параметров и шламового материала.

Также был проведен анализ траектории на предмет стабильности ствола скважины. Было обнаружено, что бурение предполагало расположение горизонтальных скважин близко к максимальному горизонтальному стрессу, что отрицательно сказывается как на устойчивости пород околоскважинного пространства, так и на распространении трещин ГРП. Траектории были максимально оптимизированы с целью снижения рисков в процессе строительства скважин.

Априорные модели устойчивости были построены по траекториям скважин и сопровождалась в процессе и корректировались совместно с уточнением геологической обстановки, геомеханических свойств и изменения траектории. Построенные геомеханические модели согласуются с фактическими данными, и проведенные процедуры на этом этапе позволили уменьшить осложнения при бурении. Параметры бурения, которые были подвергнуты корректировке.

Технологическое сопровождение включало в себя как априорные расчеты механической скорости, весов, моментов и нагрузок, возникающих при строительстве скважин, так и технологическое сопровождение при

помощи современного оборудования технологического контроля на буровой и в системе.

Каждый интервал скважин, в котором был проведен комплекс каротажа в процессе бурения, был дополнительно исследован каротажом на кабеле и инструменте с применением аналогичных методов. При сравнении была обнаружена высокая степень сходимости по всем методам, а отличия не превышали погрешности измерения или обусловлены влиянием геолого-технологических условий из-за разного времени проведения измерений.

Заключение. В результате исследований в работе было осуществлено литолого-стратиграфическое расчленение разреза, включая результаты исследования керна и шлама. Были выделены коллектора в продуктивных пластах по данным ГТИ, определен характер насыщения коллекторов по данным ГТИ.

Если на Покамасовском месторождении работа проводилась в соответствии с проектными данными, то на Нивагальском месторождении была решена задача своевременной оптимизации траектории бурения скважины. Корректировка была вызвана необходимостью проводить скважину в нефтенасыщенных породах, которые обладают улучшенными коллекторскими свойствами. В процессе бурения скважины на Нивагальском месторождении система показала фактор необходимости изменения параметров.

Априорные модели устойчивости были построены по траекториям скважин и сопровождалась в процессе и корректировались совместно с уточнением геологической обстановки, геомеханических свойств и изменения траектории. Построенные геомеханические модели согласуются с фактическими данными, и проведенные процедуры на этом этапе позволили уменьшить осложнения при бурении и спуско-подъемных операциях.

Описанный в работе комплекс методик в совокупности с интерпретацией данных LWD в процессе бурения, позволил своевременно

оптимизировать траекторию и проводить скважину в нефтенасыщенных породах, которые обладают улучшенными коллекторскими свойствами.