

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

Кафедра геофизики

**«Методика измерения веса бурильной колонны в комплексе геолого-
технологических исследований скважин»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы очной формы обучения
геологического факультета
по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Геолого-геофизический сервис
нефтегазовых скважин»
Ал-Сулайтти Мохаммед Джасим Наеиф

Научный руководитель
кандидат геол.- мин.наук, доцент

подпись, дата

Б.А. Головин

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин.наук, доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2020

Введение. Для оптимизации бурения нефтегазовых скважин особенно перспективным является развитие прогрессивного направления промышленной геофизики - геолого-технологических исследований в процессе бурения. Геолого-технологические исследования оперируют комплексом регистрируемых параметров бурения. Одним из самых важных из них является вес бурильной колонны.

Названный параметр необходим для решения ряда технологических задач, в числе которых определение нагрузки на долото, выявление посадок и затяжек и пр. Кроме того, именно параметр «вес на крюке» является определяющим в логике работы системы «перевода в клинья» в программном обеспечении станции ГТИ.

При подготовке данной работы необходимо решить следующие задачи:

- определить методы измерения веса бурильной колонны;
- кратко рассмотреть каждый из методов с выявлением принципиальных отличий, сильных и слабых сторон каждого из них;
- дать краткое описание установке датчиков;
- изучить способы определения нагрузки на долото в современном программном обеспечении станции ГТИ;
- дать классификацию датчиков измерения веса на крюке;
- определить характерные черты затяжек и посадок при спуско-подъёмных операциях.

Данная работа включает введение, 5 разделов, заключение, список использованной литературы, приложение: **Раздел 1** Геолого-геофизическая характеристика изучаемой территории; **В разделе 2** «Технические основы работы датчиков измерения веса бурового инструмента в составе станции ГТИ»; **Раздел 3** «Определение веса бурильной колонны и нагрузки на долото»; **В разделе 4** «Идентификация осложнений по диаграмме веса на крюке», **Раздел 5** «Результаты исследований».

Основное содержание работы. Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика территории исследования» содержит четыре подраздела.

Подраздел 1.1 «Основные сведения о районе работ». Содержит общие сведения о территории исследования. В административном отношении район работ скважины ОНГКМ местоположение расположена в юго-восточной части Оренбургской области, близ села Верхняя Платовка, Новосергиевский район.

Новосергиевский район относится к юго-восточной Оренбуржью, это один из тридцати пяти муниципалитетов оренбургской области. Административный центр - посёлок Новосергиевка. Расположен в центральной части Оренбургской области, занимая отрезки долин рек Киндельки, Самары и ее правых притоков — Кувай, Большой и Малый Уран, Тока. Граничит: с Александровским, Переволоцким, Илекским, Ташлинским, Сорочинским и Красногвардейским районами области.

Во втором подразделе 1.2 «Литолого-стратиграфическая характеристика участка исследования». На территории ОНГКМ в сводном разрезе осадочный чехол представлен отложениями пермской, каменноугольной и девонской систем. Большая часть толщи сложена преимущественно известняками. Знание основных характеристик разреза позволяет прогнозировать значения различных параметров, в том числе и механическую скорость, в начале бурения новой скважины.

(Описание разреза ведётся снизу-вверх) **Палеозойская группа PZ, Девонская система D, Нижний отдел D₃, Эмский ярус D_{1e}**

Во втором подразделе 1.2 «Тектоническая характеристика участка исследования», приведены данные о структурном плане изучаемой площади. Исследуемая территория залегает на юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и располагается в пределах юго-восточного склона

Волго-Уральской антеклизы. Кристаллический фундамент сложен в основном гнейсами и гранито-гнейсами различного состава: биотитовыми, биотит-рогообманковыми, гранат-биотитовыми и др. На поверхности кристаллического фундамента выделяется крупная положительная структурная форма: Жигулевско-Оренбургский свод. Жигулевско-Оренбургский свод расположен к югу от Серноводско-Абдулинской впадины. По поверхности кристаллического фундамента Жигулевско-Оренбургский свод занимает значительную часть территории Оренбургской и Самарской областей. Последняя на территории Оренбургской области располагается в пределах восточной части Жигулевско-Оренбургского свода (на юго-восточном краевом блоке), в Предуральском краевом прогибе и прослеживается далеко на север в Башкирию.

Анализ структуры поверхности кристаллического фундамента с привлечением данных геофизических исследований в скважинах глубокого бурения позволил установить достаточно интенсивный характер его расчлененности разломами. В пределах Жигулевско-Оренбургского свода отмечены многочисленные разломы, прослеживаемые на ограниченных участках, фиксируемые резкими перепадами глубин залегания фундамента.

По условиям залегания осадочного чехла на данной области выделяется Восточно-Оренбургское сводовое поднятие.

Восточно-Оренбургское сводовое поднятие представляет обширную незамкнутую положительную структуру, вытянутую в субмеридиальном направлении почти на 400 км. Поднятие выделяется с некоторой долей условности по основным маркирующим горизонтам палеозоя. Погружение оси - юго-восточное, амплитуда погружения по бобриковскому горизонту составляет 2,0-2,3 км.

Восточно-Оренбургское сводовое поднятие на севере ограничивается крутым флексуорообразным погружением слоев на южном крыле Большекинельского вала. На юге оно отделено глубоким и узким прогибом от Соль-Илецкого свода, на востоке - западной границей полосы рифов

Предуральского краевого прогиба, на западе - по восточному борту Бузулукской впадины. В целом для Восточно-Оренбургского сводового поднятия характерно замедленное погружение основных опорных горизонтов в южном направлении и сокращение мощности осадочного чехла. По кровле пашийского горизонта абсолютная отметка изменяется с севера на юг от 2250 м до 3500 м, по кровле турнейского яруса от 1650 м до 2966 м, артинского яруса от 500 м до 1700 м. Восточно-Оренбургское сводовое поднятие сформировано в результате пассивных тектонических процессов, что нашло свое отражение в развитии на его территории малоамплитудных неантиклинальных ловушек в девоне и карбоне. По кровле пашийского горизонта четко выделяется Донецко-Сыртовская зона, осложненная Капитоновским, Донецким, Сыртовским поднятиями. Севернее выявлены Кариновское, Дачно-Репинское, Ольшанское и другие локальные поднятия.

В южной части Восточно-Оренбургского сводового поднятия представляет интерес для геолого-поисковых работ внутриформационная структура - Колгано-Борисовская аккумуляционная впадина. Геологическую основу этой структуры составляет так называемая колганская толща, представленная терригенными образованиями верхнефранско-нижнефаменского возраста. Мощность колганской толщи в центральной части впадины достигает 220-250 м. Карбонатное ложе впадины образуют в основном отложения нижнефранского возраста. В разрезе колганская толща представлена двумя разновозрастными комплексами пород: нижним верхнефранского возраста, выполняющим прогибы, и верхним - нижнефаменского возраста, плащеобразно покрывающим разновозрастной рельеф на значительном расстоянии. Представляют интерес особенности формирования периферийных участков впадины, связанных с выклиниванием терригенных толщ, замещением их карбонатными глинисто-карбонатными образованиями.

В подразделе 1.3 «Нефтегазоносность участка исследования» содержит информацию о нефтегазоносности района, в котором расположено исследуемое месторождение. Целевым объектом разработки на ОНГКМ является нефтенасыщенный Франский ярус девонской системы D_{3f}. Он представлен толщей массивных известняков и вторичных доломитов. Встречаются также линзовидные прослои известковистых аргиллитов и глинисто-битуминозных карбонатов.

Массивные известняки, часто доломитизированные, представлены переслаиванием различных литологических типов от пелитоморфно-микрозернистых и тонкомелкозернистых до органогенных. Залежь нефти находится в условиях средних пластовых давлений и температур. По значениям большинства физических параметров эта нефть близка к средней нефти.

В разделе 2 «Технические основы работы датчиков измерения веса бурового инструмента в составе станции ГТИ» содержится три подраздела.

Подраздел 2.1. «Измерение веса бурового инструмента по натяжению неподвижного конца талевого каната». Данный метод, получивший широкое распространение, отличается от других простотой монтажа силоизмерительного датчика. Измерители веса бурового инструмента, работающие на этом принципе, по способу монтажа датчика можно разделить на две группы. К первой группе относятся измерители, в которых датчики монтируются непосредственно на канате; в измерителях второй группы датчики устанавливаются в специальном устройстве, предназначенном для крепления каната.

В геологоразведочных буровых установках, оснащенных гидравлической системой подачи, измерение веса инструмента и нагрузки на долото осуществляется датчиками, контролирующими давление в гидросистеме подачи.

Следует отметить, что конструкция этих датчиков за последние 25 лет принципиально не изменилась. Изменению подвергнуты лишь схемы преобразования сигналов в связи с успехами в микроэлектронике.

Подраздел 2.2. «Непосредственные измерения веса бурового инструмента на буровом крюке или вертлюге» описывает метод измерения веса бурового инструмента на буровом крюке или вертлюге. Данный метод является наиболее точным, поскольку полностью исключает влияние трения в талевой системе.

Контроль можно осуществлять с помощью датчика, подвешенного между крюком и вертлюгом. В этом случае конструкция датчика вместе с элементами крепления получается громоздкой, увеличивается длина наземного бурового оборудования, что может затруднить работу бурильщика. Наиболее целесообразным решением является установка датчика непосредственно на крюке или вертлюге. При этом обеспечивается лучшая защита датчиков от ударов, конструкция получается герметичной и компактной.

Подраздел 2.3. «Измерение веса бурового инструмента по усилиям, передаваемым кронблоком на подкронблочные балки» описывает главные характеристики бурового инструмента.

В зависимости от направления движения инструмента изменяются усилия в рабочих ветвях, на неподвижном и ходовом концах каната, и равнодействующая всех усилий перемещается вдоль оси кронблока. Силоизмерительные датчики должны быть расположены таким образом, чтобы перемещение точки приложения равнодействующей не сказывалось на результатах измерения.

Преимуществами контроля веса бурового инструмента на кронблоке по сравнению с другими методами контроля являются: более высокая точность измерения по сравнению с контролем на неподвижном конце каната; надежная связь датчиков со вторичными приборами, поскольку не требуется гибкая связь, что необходимо при установке датчика на крюке; возможность использования силоизмерительных датчиков, серийно выпускаемых промышленностью;

относительная простота смены датчиков, которую можно производить непосредственно на буровой. Некоторым недостатком измерителя веса на кронблоке является то, что натяжения неподвижного и ходового концов каната включаются в общую нагрузку, действующую на датчики. Указанные недостатки не являются существенными и не препятствуют использованию измерителя на кронблоке для контроля веса бурового инструмента.

Раздел 3 «Определение веса бурильной колонны и нагрузки на долото» исследует значения, которые влияют на вес бурильной колонны и нагрузки на долото. Натяжение концов талевого каната находится в зависимости от оснастки талей, поэтому одно и то же показание индикатора веса может соответствовать разным действительным весам колонны. Вследствие потерь на трение и жесткости каната натяжение в каждой струне талевого каната во время работы изменяется. Это объясняется тем, что натяжение в неподвижном и ходовом концах каната различно. Так как направление вращения роликов зависит от выполняемой операции (спуск или подъем инструмента), распределение усилий в канатах будет неодинаковым.

Значения кажущейся нагрузки на долото в современных системах ГТИ определяются автоматически после проведения операции «взвешивание» инструмента, заключающейся в отрыве долота от забоя и подъеме инструмента над забоем на 3—4 метра с продолжением циркуляции. Время оставления инструмента в этом положении — 45—60 с. После постановки инструмента на забой и его разгрузки информационно-измерительная система ГТИ определяет значение кажущейся нагрузки на забой.

Операцию «взвешивания» инструмента желательно проводить при каждом наращивании, но не реже одного раза через 40—50 метров бурения.

В разделе 4 «Идентификация осложнений по диаграмме веса на крюке» выявляются осложнения при резком изменении бурильной колонны. Резкое изменение веса бурильной колонны является главным признаком наиболее распространённых из осложнений бурения – посадок и затяжек. В обоих случаях службой ГТИ должны быть даны рекомендации по проработке

данных интервалов ствола скважины с вращением и циркуляцией до свободного хождения компоновки.

Раздел 5 «Результаты исследований». На месторождении нами был проведён комплекс геолого-технологических исследований в процессе бурения. Все данные по исследованию отображены на рисунке 10. В процессе бурения столкнулись со затяжкой бурового инструмента свыше 10 т.

При бурении слайдом в 9:13 в интервале 506 – 510м (рабочие режимы $Q=49$ л/сек $P=100-110$ $N=50$ $M=1-2$ кН/м $G=7-10$ т) произошел резкий рост давления при нагрузке 10т $P=$ до 140 атм (рабочее давление 100 над забоем, на забое 110 атм).

После подрыва инструмента от забоя в 9:16 зафиксировано, что давление упало до 90атм над забоем. Дальше производили с 9:16 по 9:50 углубление ротором и слайдом, в слайде также происходит резкий рост давления на 30атм. Было принято решение идти на подъем для ревизии КНБК.

Произвели промывку перед подъемом с 9:50 по 10:45. Начали производить подъем БИ в интервале 512–427м с 10:45-11:50 (в этом интервале зафиксированы затяжки от 5-7т срывающиеся), на глубине 427м была получена жесткая затяжка до 10т. После чего бурильщику поступила команда проработать этот участок, наверху ВСП вышли на рабочий режим $Q=49$ $P=78$ в 11:55 при включении 15 оборотов зафиксировано падение давления до 48атм и падение веса на крюке до 8т – до30т с 38т (собственный вес с циркуляцией и вращением 38т; вес на вира 42т на сухую).

После этого инцидента начали подъем с 12:00 по 15:30 для ревизии слома БИ. После того как подняли БИ, увидели, что произошел промыв и слом переводника в КНБК М3133/НЗ-152. С15:30 по 16:30 производили разборку УБТ 203. Диаграмма (12 число с 10:30-12:30).

Заключение. Вес на крюке является крайне важным параметром, регистрируемым станцией ГТИ. От его информативности зависит как своевременная идентификация аварийных ситуаций (например, слом бурового

инструмента), так и точность определения интервалов затяжек и посадок. Кроме того, основополагающий параметр бурения – глубина долота, не может быть определён без адекватно-работающего датчика веса на крюке.

Тем не менее в составе станций ГТИ (как отечественного, так и зарубежного производства) применяются измерители натяжения неподвижного конца талевого каната тензометрического типа, отличающиеся конструкцией, применяемыми тензоэлементами (полупроводниковые, фольговые), преобразованием сигнала (аналоговый, цифровой) и удобством монтажа и демонтажа их на «мертвый» конец талевой системы, но существенно не модернизированные за последние 40 лет. Так приведенная погрешность измерения датчиков веса инструмента не ниже 1 %.

Также, серьезной проблемой остается определение нагрузки на долото по показаниям датчика веса на крюке, особенно при бурении с гидравлическим забойным двигателем без вращения бурильной колонны в скважинах со сложной траекторией ствола (наклонно-направленных и горизонтальных), когда значительная часть веса колонны воспринимается стенками скважины и не доходит до забоя.

Подводя краткий итог всему сказанному становится очевидной необходимость развития данного направления.

Актуальным решением видится разработка современных датчиков веса на крюке, а также оснащения систем измерения в процессе бурения (MWD-систем) датчиками нагрузки на долото хотя бы с редкой передачей этой информации по каналу связи для «калибровки» показаний нагрузки на долото.