

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

Кафедра геофизики

**«Навигация горизонтальных скважин в процессе бурения  
(на примере Поспеловского месторождения)»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5курса531 группы  
заочной формы обучения  
геологического факультета  
направления 21.03.01«Нефтегазовое дело»,  
профиль «Геолого-геофизический сервис нефтегазовых скважин»  
Ишанова Жаната Габиденовича

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 2021

**Введение.** Мировой опыт показывает, что при разработке с помощью горизонтальных скважин повышается нефтеотдача пластов на 2-5%, дебит скважин увеличивается в 4-10 раз, сокращается число скважин на месторождениях.

Основное преимущество горизонтальных скважин состоит в многократном увеличении дебита по сравнению с вертикальными скважинами за счет существенно большей площади фильтровой зоны скважины на контакте с продуктивным пластом. Поэтому, несмотря на значительные затраты при сооружении горизонтальных скважин, во многих случаях им отдают предпочтение.

**Целью** работы является информационное геолого-геофизическое обеспечение процесса эксплуатации скважины с использованием информационно-измерительной системы LWD в конкретных геологических условиях.

Для реализации указанной цели в настоящей работе решены следующие **задачи:**

-изучены геолого-геофизическую характеристику Поспеловского месторождения;

-рассмотрены методические основы и принципы проводки LWD исследования скважины 177 Поспеловского месторождения;

-проведены замеры информативных параметров горизонтального участка исследуемой скважины, обеспечивающих контроль и оперативную корректировку положения ствола соответствующую проектным условиям.

Автор выражает благодарность за предоставленные материалы ООО «Телесистема».

В настоящей бакалаврской работе было написано разделы:

- 1 Геолого-геофизическая характеристика района работ;
- 2 Методика выполнения работы;
- 3 Результаты исследований.

**Основное содержание работы. Первый раздел «Геолого-геофизическая характеристика района работ».** Район работ находится в Кошкинском районе Самарской области.

Максимальная температура воздуха приходится на июль месяц и достигает 42°C, минимальная температура зафиксирована в январе и составляет минус 47°C. Среднегодовая температура составляет 3,4°C. Среднегодовое количество осадков составляет 469 мм. Ветры зимой – северные и северо-восточные, летом северные и восточные, скоростью до 1,7-2,2 м/сек. Высота снежного покрова – 23 см. Глубина промерзания грунта от 40 см до 180 см.

Ведущими отраслями народного хозяйства являются сельское хозяйство, животноводство, нефтедобыча.

Нефтепровод проходит в 78 км на юго-восток от участка работ. Источниками тепло- и электроснабжения служат ЛЭП, передвижные электростанции.

Среди общераспространенных полезных ископаемых развиты пески, глины, суглинки.

Район работ изучался различными видами геолого-геофизических исследований. Плановое, целенаправленное изучение территории с целью выяснения перспектив нефтеносности, началось с 30-40 гг. прошлого столетия, когда была проведена геологическая съёмка северо-восточной части Куйбышевской области. Съёмкой отмечено широкое развитие плиоценовых и четвертичных отложений, что затрудняло расшифровку тектонического строения более глубоких горизонтов осадочного чехла.

Сейсморазведочные работы МОГТ в исследуемом районе начинаются с 1979 года. Одновременно с сейсморазведочными работами велось бурение параметрических скважин с целью изучения сейсмогеологической характеристики верхней части разреза. В результате этих работ по отражающим горизонтам перми, карбона и девона подготовлены к поисковому бурению ряд поднятий.

По результатам сейсморазведочных работ МОГТ-3D в 2015 г. к бурению

была подготовлена Пospelовская структура.

В строении осадочного чехла принимают участие отложения четвертичной, неогеновой, пермской и каменноугольной систем.

Бобриковский горизонт сложен песчаниками бурыми, буровато-коричневыми, мелко- и среднезернистыми, кварцевыми, пористыми, тёмно-серыми, неяснослоистыми, алевролитистыми. В подошве глины тёмно-серые, плотные, известковистые. К песчаникам приурочена нефтяная залежь пласта Б<sub>2</sub>.

**Второй раздел «Методика выполнения работы».** В процессе бурения ГС возникают вопросы увеличения точности информационно-измерительных систем.

Создание телеметрических систем контроля за положением отклонителя, забойными параметрами ствола скважины в процессе бурения (включая устройства управления режимами бурения) придало существенный импульс научно-техническому прогрессу в области бурения скважин на нефть и газ. В настоящее время телеметрические системы контроля в сочетании с методико-математическим и программным обеспечением дали технологам небывалые возможности, в корне изменив методы их работы.

Все телеметрические системы в той или иной степени осуществляют измерение первичной скважинной информации, ее передачу по каналу связи забой — устье, прием наземным устройством, обработку и представление оператору результатов обработки. Существующие телесистемы включают следующие основные части:

- забойную аппаратуру;
- наземную аппаратуру;
- канал связи;
- технологическую оснастку (для электропроводной линии связи);
- антенну и принадлежности к ней (для электромагнитной линии связи);
- немагнитную УБТ (для телесистем с первичными преобразователями азимута с использованием магнитометров);
- забойный источник электрической энергии (для телесистем с

беспроводной линией связи).

На первом этапе становления основным препятствием для практического использования измерений в процессе бурения был канал связи. Он является основным и решающим фактором, так как именно от него зависит конструкция телесистем, компоновка, информативность, надежность, удобство работы, а также условия прохождения сигналов.

За годы проведенных исследований и практического использования в реальных условиях бурения широкое применение нашли следующие три канала связи:

- электропроводный;
- гидравлический;
- электромагнитный.

У всех этих каналов связи имеются свои преимущества и недостатки. Разнообразие условий бурения, а также экономическая целесообразность определяют каждому каналу связи свою область применения.

Одним из существенных достижений в области совершенствования телеметрических систем являются модульные системы. Рассчитанные на максимальную эффективность и гибкость, эти системы более дешевы и экономичны по сравнению с любыми другими. Все оборудование такой системы имеет модульную конструкцию с полной совместимостью модулей, что дает возможность приобретать его в любом наборе, в виде отдельных секций или полным комплектом. Использование подобных систем помимо контроля навигационных и технологических параметров позволяет частично проводить комплекс геофизических исследований без остановки процесса бурения (технология logging while drilling (LWD) — геофизические исследования в процессе бурения).

Например, с помощью систем подобного типа можно осуществлять контроль за следующими параметрами:

- естественное гамма-излучение разбуриваемых горных пород;
- кажущееся сопротивление горных пород КС;

- сопротивление поляризации ПС;
- электромагнитный каротаж;
- гамма-гамма каротаж;
- нейтронно-нейронный каротаж;
- акустический каротаж;
- кавернометрия;
- виброметрия.

Однако при современном уровне развития техники и технологий бурения информация о характеристиках пласта, получаемая в процессе бурения, является недостаточной. Необходимо иметь данные о кровле и подошве пласта, информацию о разрезе впереди долота, а также информацию о приближении к соседним скважинам, что особенно важно при разбуривании новых месторождений, где количество скважин, построенных относительно близко друг от друга, достигает нескольких десятков.

Задачи скважинных измерений системами, использующими каналы связи забой - устье, можно разбить на три главные группы:

- 1) оперативный технологический контроль за режимом бурения скважин с целью его оптимизации;
- 2) контроль направления бурения скважин с целью управления процессом направленного бурения по заданной траектории;
- 3) литологическое расчленение геологического разреза скважины, исследование параметров пластов, не искаженных проникновением фильтрата бурового раствора в пласт, выделение пластов-коллекторов, прогнозирование зон аномальных пластовых давлений.

Имея с забоя данные о частоте вращения долота и истинной осевой нагрузке на долото, существует возможность поддерживать режим таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная механическая скорость проходки, следить за износом долота, не допуская критических режимов его работы.

В связи с постоянно увеличивающимися объемами кустового,

направленного и горизонтального бурения (в том числе для охраны окружающей среды), весьма актуальной становится проблема контроля за направлением ствола скважины в процессе ее бурения, проблема возможности управления этим процессом по намеченной программе. Комплекс измерительных датчиков контроля направления ствола скважины должен состоять из датчиков измерения угла наклона скважины, ее азимута. Для управления процессом направленного бурения измерительную систему оборудуют также датчиком положения отклонителя. Описанные две группы датчиков могут быть объединены в одной телеизмерительной системе для оптимизации процесса бурения скважин наклонно-направленного и горизонтального бурения.

Инклинометрия – это определение пространственного положения ствола буровой скважины путем непрерывного измерения инклинометрами. По данным замеров угла (он образуется пересечением оси скважины и абсолютной вертикали) и азимута искривления скважины по отношению к устью, а также глубины ствола в точке замера строится план (инклинограмма) – проекция оси скважины на горизонтальную плоскость и профиль – вертикальная проекция на плоскости магнитного меридиана, геологического разреза по месторождению, проходящего через исследуемую скважину.

Наличие фактических координат бурящихся скважин позволяет судить о качестве проводки скважины и точно определять точки пересечения скважиной различных участков геологического разреза, т.е. установить правильность бурения в заданном направлении, что позволяет правильно оценивать запасы месторождений по данным буровой разведки и выбирать рациональную систему их разработки.

Использование электрических инклинометров целесообразно при обследовании необсаженных скважин. Основа такого прибора — подвешенная в корпусе рамка, расположенная горизонтально по отвесу. По реохордам азимутов и углов наклона скользят стрелка буссоли и указатель наклона, расположенные на рамке. Стрелка буссоли и указатель наклона поочередно

подключаются к источнику тока и обеспечивают передачу напряжения с реохордов.

**Третий раздел «Результаты исследований».** В результатах работы отражены результаты проведенных исследований. Условно горизонтальная скважина 177 Поспеловского месторождения спроектирована для разработки бобриковской залежи.

С начала бурения ГК варьируют от 5 до 10 gAPI. Ствол скважины находится в центральной части целевого пласта. В процессе бурения скважины 177 Поспеловского месторождения наблюдается отклонение ЗУ от планового – набор ЗУ более 90 град (92.3 град) как показано на рисунке 3.2.

Рекомендация продолжить бурение согласно плановой траектории – с ЗУ 90 град.

На глубине 2062 м при бурении с углом 90 град отмечен рост показаний ГК до 120 gAPI как показано на рисунке 3.3. По геонавигационной модели в данном интервале ожидалось пересечение глинистого пропластка между верхним и нижним коллекторами толщиной около 5 м.

Для скорейшего выхода в целевой нижний коллектор рекомендовано сбросить угол до 88 град, не превышая технологических ограничений по интенсивности.

Далее снижение показаний ГК до уровня значений 6-8 gAPI, текущий забой скважины находится в нижнем песчаном пласте.

Рекомендовано продолжить бурение с плавным набором угла и дальнейшей стабилизацией на 90 град.

Однако набор угла и стабилизацию на 90 град выполнить не удалось, так как во время вращения ротором происходило падение угла, а непромер в 16 метров не позволял своевременно вывести траекторию к заданному углу. Угол упал до 88 град, наметилась опасная тенденция приближения к нижней границе коридора допуска.

Проведена работа по набору угла в диапазоне 90,0-91,0 град. Максимальное значение составило 91,5 градусов, ствол скважины начал

возвращаться к проектной траектории.

Далее скважина достигла проектного забоя 2350 м, зенитный угол на забой составил 89 градусов.

Зенитный угол при бурении горизонтального участка отклонялся от проектного 90 градусов и изменялся в пределах 87,8-92,3 град, что связано с ограничением технологии проведения измерений и невозможностью мгновенного внесения корректировок.

**Заключение.** Бурение горизонтальных стволов является передовой технологией, направленной на многократное увеличение дебитов и рост коэффициента извлечения по сравнению с вертикальными скважинами. Помимо этого, забурка боковых горизонтальных и субгоризонтальных стволов способна реанимировать старые скважины с истощенными запасами и низкими дебитами.

В то же время проводка горизонтального ствола является намного более сложным и ответственным процессом как по причине необходимости поддержания заданной траектории в узком коридоре продуктивного пласта, так и по причине многократно возрастающих рисков осложнений, связанных с неустойчивостью стенок скважины и трудностями стопроцентной очистки ствола от разбуриваемой породы (шлама). Эти причины взаимосвязаны еще и потому, что бурение горизонтальных стволов сопровождается забойными телеметрическими системами, стоимость которых зачастую достигает сотен миллионов рублей.

Проведение замеров телесистемы при бурении горизонтального участка скважины 177 Поспеловского месторождения позволило в режиме реального времени контролировать положение ствола и оперативно корректировать траекторию в соответствии с проектной. Определенные сложности при проводке были связаны с произвольным падением угла при вращении колонны ротором в целях профилактики прихвата, а также с непромером данных на величину 16 м от долота, что привело к отклонениям от проектной траектории.

Тем не менее, ствол пробурен в пределах проектного коридора допуска, задачу телеметрического сопровождения бурения горизонтального участка ствола скважины 177 Поспеловского месторождения следует признать успешно выполненной, что позволяет рекомендовать описанную информационно-измерительную систему LWD к широкому внедрению в геологических условиях Самарского Поволжья.