

Технология применения телеметрических систем MWD и LWD при бурении искривленных и горизонтальных скважин.

¹ Хундадзе Н.Ш., ¹ Хитаришвили В.Э., ¹ Размадзе Т.Д.

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0175, საქართველო,
თბილისი, კოსტავას 77

Во многих странах мира применяются телеметрические системы MWD и LWD для контроля, измерения процессов и пространственного управления нефтяных и газовых скважин в наклонно-направленном и горизонтальном бурениях. С помощью этих систем производятся геофизические каротажные работы, определяются температура на забое, плотность и другие параметры бурового раствора, давление в стволе и затрубном пространстве, физико-механические свойства горных пород: трещиноватость, слоистость и прочность, пористость и проницаемость пластов, отличие глинистых и неглинистых пород друг от друга в геологическом разрезе, измеряются и уточняются углы поворота отклонителя, зенитные и азимутальные углы ствола скважины, угол наклона скважины и угол встречи с пластом, угол радиуса искривления, интенсивность искривления и другие параметры профиля скважины. Обеспечивается точность проводки ствола скважины с ориентированием низа бурильной колонны и контроля направления, что дает возможность качественно и в короткие сроки осуществлять строительство и заканчивание наклонно-направленных и горизонтальных скважин.

Применение MWD и LWD телеметрических систем при бурении искривленных и горизонтальных скважин облегчает сделать выводы и принимать решение по проблематичным вопросам, особенно в осложненных условиях бурения. Для этого MWD и LWD системы оснащены специальными датчиками и чувствительными сенсорами.

Действующие компании при проводке наклонно-направленных и горизонтальных скважин применяют MWD и LWD системы различных видов и назначений, которые выбирают в зависимости от геолого-технических условий бурения, особенностей технологических процессов и поставленных задач. Необходимо также учитывать, какие виды MWD и LWD системы имеют компании, уровень профессиональной подготовки персонала и оснастки механической ремонтной базы. При бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин применяются два вида вышеуказанных систем по расположению, назначению и слияния:

1. MWD и LWD телеметрические системы расположены выше УБТ или винтового забойного двигателя (ВЗД);

2. MWD и LWD системы соединены и слиты в одну систему, которая называется только MWD системой.

В первом случае, когда MWD и LWD системы поставлены в немагнитной трубе выше УБТ или ВЗД, длина телесистемы в немагнитных трубах или УБТ зависит от количества регистрируемых параметров и составляет как правило 10-11 метров.

Чувствительные сенсоры LWD (logging while-drilling sensors) применяются для геофизических исследований в процессе бурения, ту же информацию без сенсора возможно получить геофизическими приборами, но их применение без прекращения бурения невозможно.

Сенсорами также возможно получить данные о физико-механических свойствах горных пород, агрессивности пластовых флюидов. Использование полученных информации необходимо при бурении горизонтальных скважин, где спуск геофизических приборов стальным канатом сложно и затруднительно, а также требует много времени и высоких материальных и капитальных затрат.

С помощью ДДС сенсором LWD системы получаем информацию о колебании бурильных колонн и влияющих на них силах (кручение, растяжение, осевая нагрузка и другие).

Современный сенсорный испытатель пласта (Geo Tan LWD formation tester) дает возможность получить с большой точностью величину пластового давления при бурении скважин. Этот прибор сэкономит время бурения, снижает капитальные затраты по сравнению с применением традиционных испытателей пласта, которые могут зафиксировать пластовое давление и изменчивость плотности раствора после прекращения циркуляций. Современный испытатель пласта может определить давление пласта при циркуляции раствора, когда в низе бурильной колонны нет забойного двигателя, что облегчает отправить данные давления на поверхность к устью скважины.

Спектральный чувствительный сенсор (SLD spectral sensor) дает информацию о набухании глинистых пород. Дипольное продольное зондирующее устройство датчикам и сенсорам дает информацию о набухании разбуривших горных пород, о физико-механических свойствах горных пород, об интенсивности изнашивания долота и газопроявлений в скважине. Прибор (LWD, NMR, MRLI-WD) магнитным резонансом может исследовать пористость, трещиноватость и водонасыщенность пород, пластовых вод и движений флюидов, определить проявление углеводородов и качество газа.

Прибор (Gamma-ray-measurement) выполняет гамма каротажные работы с помощью двух различных типов чувствительных сенсоров, LWD телеметрические системы при измерениях применяют датчики различных видов, в частности датчик (РСД) для контроля давления, датчик для определения плотности бурового раствора, используются также нейтронные и ультразвуковые датчики, которые могут получать информации для горизонтального бурения.

LWD телеметрическая система сама не может добывающую информацию хорошо обработать в глубине скважины и полученную информацию передать наверх к устью скважины. Для этой цели применяется MWD телеметрическая система, которая, как связное звено из LWD системы, получаемую необработанную информацию передает на поверхность к станции получения, расшифровки и обработки информации (компьютерным системам управления и контроля), где принимаемые данные расшифровываются, обрабатываются и

разработанные характеристики передаются в блок управления LWD системы для наблюдения над управлением технологических процессов или корректировки. Именно работой этого блока управления обеспечен выбор оптимальных параметров режима бурения, плотности и других свойств бурового раствора, снижается риск аварии, который связан с прихватами буровых труб и гидроразрывами пласта. Все это повышает механическую скорость и другие технико-экономические показатели бурения. Для передачи информации из систем LWD в систему MWD и потом на поверхность к станции получения, расшифровки и обработки информации применяется два метода:

1. Передача информации пульсацией бурового раствора;
2. Передача информации электромагнитными волнами.

Выбор метода передачи информации пульсацией бурового раствора определяется изменением потока раствора в затрубном пространстве и буровой колонне, которая изображается в датчике давления.

При избыточной пульсации бурового раствора система ограничивает пропускание потока раствора ближе низа буровой колонны. В этом случае давление повышается т.е. имеем положительную пульсацию раствора, которая отображается на поверхности, когда система пульсации моментально и избыточно пропускает поток раствора в циркуляционных дырах долота в затрубном пространстве и происходит внезапное падение давления буровых колонн, т.е. имеем отрицательную пульсацию раствора, которая также отображается на поверхности. Методом электромагнитных волн информация, передаваемая электромагнитными волнами низкой частоты, проходит через горные породы на поверхность к заземленной антенне. Метод электромагнитных волн предназначен для бурения на суше. Применение этого метода эффективнее, когда бурение скважины производится продувкой, пенами и аэрированными растворами.

MWD система, кроме передачи информации, полученной из LWD системы на поверхность, производит сенсорами (vorehole caliper measurement), кавернометрами акустическую кавернометрию, которая дает также информацию о стабильности ствола скважины и обрушении стенок скважины. Существующими к системе MWD чувствительными сенсорами регулируются параметры режима бурения, частота вращения долота и осевая нагрузка. Проводится гамма каротаж, с помощью которого определяется радиоактивность горных пород. Система MWD сенсорами и датчиками фиксирует траекторию ствола скважин, пространственное положение, ее азимут, угол зенита и наклона. Полученные информации передаются к микрокомпьютеру, отсюда данные направляются на поверхность к станции получения расшифровки и обработки информации, где информация обрабатывается, устанавливаются координаты траектории ствола и отсюда информация передается к блоку управления системы MWD. С помощью этого блока происходит управление пространственной траектории низа бурового инструмента. (На рисунках 1 и 2 представлены схемы MWD системы и импульсные передатчики с отрицательной пульсацией бурового раствора).

На рисунке. 1. Представлена схема MWD системы.

Централизация (собираение)



На рисунке. 2. Показаны импульсные передатчики с отрицательной пульсацией бурового раствора

Импульсные передатчики с отрицательной пульсацией бурового раствора

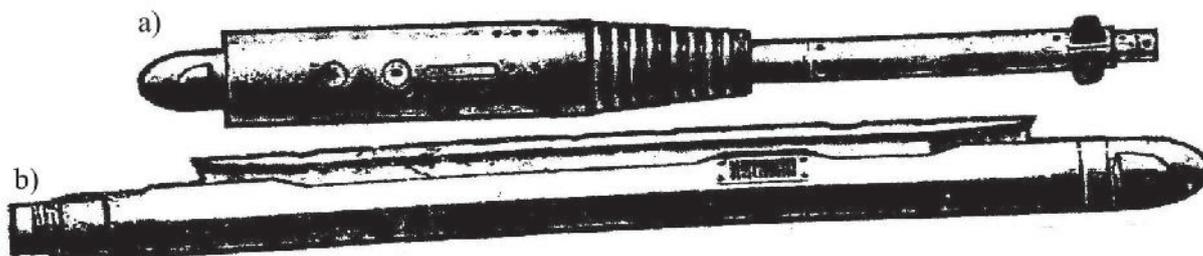


Рис.2. Импульсные передатчики с отрицательной пульсацией бурового раствора

а) ультрамелкие передатчики диаметром 89 мм.

б) стандартные передатчики диаметрами 120 и 171 мм.

Во втором случае бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин применяется второй вид телесистемы, где MWD и LWD системы соединены и слиты в одну систему, которая называется только MWD система. Эта система также находится в немагнитной трубе наверху УБТ или ВЗД и выполняет все те же работы, которые выполняли MWD и LWD системы в отдельности. Пример этого MWD “p-360” телеметрическая система, которую принимает “phoenix technology services” компания и система “orientear” MWD фирмы ГЕРС (Россия). Они применяются для бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин. MWD “p-360” телеметрическая система специальными сенсорами и датчиками регулирует траекторию ствола скважины для того, чтобы ствол точно поместился в самой продуктивной части пласта. Применением этой системы возможно точно установить глубину скважины вертикально и расположение забоя. MWD “p-360” система имеет гидравлические и электромагнитные каналы подачи информации для передачи данных на поверхность к станции приема, расшифровки и обработки информации.

Система “orientear” MWD предназначена для проведения инклинометрии, управления и сбора данных всех типов. Уникальное интегрирование скважинных и наземных модулей с отрицательным гидравлическим импульсом и наземной системой измерения регистрации информации и управления строительства скважин фирмы ГЕРС позволяет осуществлять проводку наклонно-направленных и горизонтальных скважин на самом современном и высокотехнологическом уровне. Данное оборудование транспортируется, хранится,

обслуживается и эксплуатируется на базе передвижной станции ЗТС (Забойная телеметрическая система).

В таблице.1.показаны технические характеристики инклинометрических датчиков системы “orienteer MWD”.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Таблица.1.

параметр	диапазон	точность	повторяемость	Разрешение	Время обновления	Тип данных
Азимут	0-360 ⁰	± 0,5 ⁰	± 0,5 ⁰	0,1 ⁰	Среднее время полной передачи – 70-90 секунд	Обработанные и сырые
Наклонение	0-180 ⁰	± 0,05 ⁰	± 0,5 ⁰	0,1 ⁰		
Температура	0-200 ⁰	± 1,0 ⁰	± 1,0 ⁰	0,1 ⁰	Каждая передача (в каждой съемке)	
Магнитное поле	0-5Г	± 0,075 ⁰ мГ	± 0,075 ⁰ мГ	0,1 ⁰ мГ		
Отклонитель гравитационный	0-360 ⁰	± 0,5 ⁰	± 0,5 ⁰	0,1 ⁰	Стандарт – 30 сек	Только обработка сырые
Отклонитель магнитный	0-360 ⁰	± 1,0 ⁰	± 1,0 ⁰	0,1 ⁰	Турбо - 8 сек	
Азимут метки (отклонителя)	0-360 ⁰ до 3 ⁰ наклона	± 1,0 ⁰	± 1,0 ⁰	0,1 ⁰	Эконом– 60 сек	

Стандартный передатчик последовательно генерирует потери давления бурового раствора, чтобы передавать полученные в скважине данные на поверхность. Эти импульсы создаются открытием и закрытием внутреннего клапана, который открывается на короткий промежуток времени и тем самым пропускает небольшой объем бурового раствора из внутренней части бурильной колонны в затрубное пространство. Тем самым создается небольшое изменение давления внутри бурильной колонны, которое регистрируется на поверхности как относительно малое. (2-3,5 атм.) падение давления в напорной линии, и называется “импульсом отрицательного давления”.

Наземная система из датчиков и оборудования, необходимого для получения сигнала от скважинного прибора, а также распознавания и обработки измеренных данных инклинометрии в скважине. Сигналы от скважинного модуля, через датчик давления в нагнетательной линии, поступают в системный интерфейсный блок, где автоматически извлекаются из кривой давления, фильтруются и передаются на персональный компьютер. Полученный сигнал декодируется в измеренные значения отклонителя, зенита, температуры и контроля состояния забойного оборудования. Измеренные данные записываются в общую базу данных и выводятся на экран инженера по бурению и

Индикаторный Пульт Бурильщика на столе ротора в режиме реального времени. Также полученные данные могут передаваться в геологическую службу заказчика и службу суперваизинга по каналам связи в международном формате VIDS.O.

Система сбора, установленная на буровой и в станции ЗТС, позволяет собирать, обрабатывать и хранить основные технологические параметры: давление и расход раствора в нагнетательной линии, перемещение талевого блока, вес на крюке. Вывод измеренных и расчетных технологических параметров на монитор инженера по бурению и на стол буровой в режиме реального времени, позволяет контролировать процесс бурения и проводки скважины по заданной траектории.

Из вышеуказанного можно заключить, что применение телеметрических систем MWD и LWD, оснащенных специальными чувствительными и сенсорами и датчиками значительно улучшает технологический процесс проводки скважины и работы буровых оборудований, измеряет и контролирует параметры режима бурения, устанавливает, корректирует и управляет траекторию скважин, с этим обеспечивает точность проводки ствола скважин в продуктивный пласт. Все это значительно повышает эффективность бурения скважин и технико-экономические показатели проводки.

ლიტერატურა

1. Варшаломидзе Г.Х. Современные методы и технологии бурения нефтяных и газовых скважин. Технический университет. Тбилиси, 2010г, 1001 с.
2. ი. გოგუაძე. ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკა და ტექნოლოგია, II ნაწილი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2004წ, 457გვ.
3. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. ხითარიშვილი, ნ. მაჭავარიანი. MWD და LWD სისტემების გამოყენება დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების გაყვანისას. საქართველოს ნავთობი და გაზი N 30,2015წ. 128-132გვ.

MWD და LWD ტელემეტრიული სისტემების გამოყენების ტექნოლოგია გამრუდებული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვისას

ხუნდაძე ნ., ხითარიშვილი ვ., რაზმაძე თ.

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვისას ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების კონტროლის, გაყვანის პროცესების გაზომვის და სივრცობრივი მართვის MWD და LWD ტელემეტრიული სისტემების გამოყენების შედეგები. ამ სისტემების დახმარებით ტარდება გეოფიზიკური გამოკვლევები. განისაზღვრე-

ბა ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, საბურღი ხსნარების და ბურღვის რეჟიმის პარამეტრები, გაიზომება ჭაბურღილის ზენიტური და აზიმუტური კუთხეები, გამრუდების პარამეტრები. MWD და LWD სისტემები აღჭურვილია სენსორებითა და გადაამწოდებით. მიღებული ინფორმაცია გადაეცემა ზედაპირზე მიღების, გაშიფვრისა და დამუშავების სადგურს, სადაც დაუმუშავებელი ინფორმაცია დამუშავდება და გადაეცემა ტელესისტემის მართვის ბლოკს. ამ ბლოკის საშუალებით კორექტირდება და იმართება ჭაბურღილების ტრაექტორია. ყველა ეს კი მნიშვნელოვნად ზრდის ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

Технология применения телеметрических систем MWD и LWD при бурении искривленных и горизонтальных скважин.

Хундадзе Н.Ш., Хитаришвили В.Э., Размадзе Т.Д.

Резюме

В работе рассматриваются результаты применения MWD и LWD телеметрических систем контроля, измерения процессов проводки и пространственного управления нефтяными и газовыми скважинами в наклонно-направленном и горизонтальном бурения. С помощью этих систем проводятся геофизические исследования. Определяются физико-механические свойства горных пород, параметры бурового раствора и режима бурения. Измеряются зенитные и азимутные углы и другие параметры искривления скважины. MWD и LWD системы оснащены сенсорами и датчиками. Полученная информация передается на поверхность к станции получения, расшифровки и обработки информации. Таким образом, полученные данные обрабатываются и передаются к блоку управления телесистемы. С помощью этого блока корректируют и управляют траекторией скважины. Все это значительно повышает технико-экономические показатели бурения.

Application MWD and LWD telemetry technology systems of contorted and horizontal well drilling

N. KHUNDADZE, V. KHITARISHVILI, T. RAZMADZE

Абстракт

The paper considers the results of MWD and LWD telemetry system use for controlling, measuring of withdrawal processes and spatial management during directed and horizontal drilling of oil and gas wells. These systems are organized with the help of geophysical researches. The physical and mechanical properties of rocks, drilling fluids and drilling mode settings, azimuth and zenithal angles measured in wells, distortion parameters are determined. MWD and LWD systems are equipped with sensors and transducers. The information is transferred to the surface of the receiving, decrypting and processing stations, where the information is processed and transferred to the control block telesystems. The block adjusts and operates the well trajectory. All this significantly increases the drilling technical-economic indicators.