

3. Контроль повышения надежности на каждом этапе строительства скважины должен быть обоснован на существующих методиках, технологиях и технических решений разрабатываемого месторождения нефти.

Литература

1. Овчинников В. П., Курбанов Я. М. Технологии освоения нетрадиционных коллекторов углеводородов баженовской свиты // Тюменский международный инновационный форум «Нефть и газ»: сб. Междунар. конф. – Тюмень, 2014.
2. Павельева О.Н. Разработка технологий и технических средств бурения скважин / сборник статей, докладов и выступлений Всероссийской научно-технической конференции «трудноизвлекаемые запасы нефти и газа 2019». Уфа, 15 мая 2019 г. – С. 79-80.
3. Шемелина О.Н. Анализ фильтрационных свойств в породах коллекторах при бурении / Сборник статей по материалам VI Всероссийской конференции молодых ученых «Наука и инновации XXI века», г. Сургут, 27 сентября 2019. Т. 2. – С. 84-89
4. Шемелина О.Н. Разработка рецептуры бурового раствора / О.Н. Шемелина, В.П. Овчинников // Труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне «Проблемы геологии и освоения недр», г. Томск, 06-10 апреля 2020 г. Т. 2. – С. 439-440

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Щербачков Р.Э.

Научный руководитель - старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основное предназначение телеметрической системы MWD заключается в определении и передаче в режиме реального времени во время бурения на поверхность данных инклинометрии (зенитного угла и магнитного азимута) для определения пространственного положения (траектории) скважины. При этом данные инклинометрии очень часто дополняются информацией о параметрах бурения, температуре на забое и гамма-каротажем [2]. Гамма-каротаж позволяет измерять естественную радиоактивность горной породы, разделяя геологический разрез на глинистую и неглинистую составляющие, что хорошо работает, особенно в условиях терригенного разреза Западной Сибири и не только. В случае применения, для более детального изучения свойств коллектора, различных систем каротажа во время бурения LWD, телеметрическая система MWD, кроме прочего, выполняет роль связующего звена – передает данные на поверхность [3]. На сегодняшний день телеметрические системы MWD стали абсолютной неотъемлемой частью при бурении наклонных и горизонтальных скважин. Без применения телеметрических систем практически невозможно решать задачи, которые перед буровиками ставят геологи – выполнение необходимых траекторий скважин и попадание в геологические цели [2].

Телеметрические системы позволяют повысить эффективность бурения, обеспечивая точное размещение скважин и предоставляя информацию о динамике бурения в реальном времени для оптимизации параметров бурения и улучшения скорости проходки и долговечности скважины [3]. Оперативная информация о состоянии пласта, полученная с помощью замеров гамма-излучения, сопротивления и других телеметрических измерений позволяют оператору регулировать траекторию скважины в реальном времени, чтобы обеспечить размещение скважины в наиболее продуктивной части пласта [1].

Кроме того, телеметрические системы позволяют измерять ряд параметров, отражающих состояние буровой колонны, КНБК и ствола скважины, что обеспечивает бурение согласно плану и позволяет выявлять обстоятельства, которые могут привести к повреждению оборудования или другие чреватые простоями условия. Измерения в процессе бурения дают возможность своевременных действий по сохранению проектной траектории ствола скважины [5].

Указанные измерения позволяют получать информацию о [1]:

- силах, воздействующих на буровую колонну и КНБК, включая динамические характеристики и вибрацию;
- статическое и динамическое давление внутри буровой колонны и в затрубном пространстве;
- размеры и форму самого ствола скважины.



Рис. Общая схема телеметрической системы

Любая телеметрическая система (система связи) состоит из пяти основных (рисунок 1). Источником информации является забойный датчик, создающий сообщение о величине измеряемого параметра. В передатчике это сообщение обрабатывается определенным образом и формируется сигнал, удобный для передачи по каналу связи. Обработка сообщения включает преобразование показаний датчика, например, в пропорционально изменяющееся электромагнитное поле, его кодирование и модуляцию [2]. Первичным источником питания передатчика является скважинный генератор или блок литиевых батарей.

В настоящее время, существуют несколько каналов передачи скважинных измерений/каротажа в процессе бурения (MWD / LWD) телеметрическими системам [4]:

- по гидроимпульсному каналу связи (положительному, отрицательному, модулированному);
- при помощи электромагнитных волн;
- через кабель на колонне бурильных труб;
- геоакустический (геосейсмический);

Необходимо отметить, что выбор канала связи имеет большое значение как в объеме информации, передаваемой в реальном масштабе времени, так и в надежности и эксплуатационных качествах MWD и LWD систем.

Классификация телеметрических систем достаточно обширная. Выделим наиболее значимые уровни. На первом уровне в основе классификации лежит главная эксплуатационная функция, определяемая наличием или отсутствием канала связи забой – устье, так как от этого зависят возможности использования инклинометрических приборов и систем. По этому признаку все телесистемы подразделяются на два класса:

- автономные (без канала связи);
- с каналом связи забой-устье.

Дальнейшая классификация автономных приборов может быть проведена по следующим признакам:

- число регистрируемых параметров;
- принцип работы датчика азимутального угла;
- число точек регистрации; способ регистрации.

Преимущества и недостатки систем с различными каналами связи приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика способов передачи информации в процессе бурения

Канал связи	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Проводной электрический канал связи (сбрасываемый кабель, кабельные секции в трубах)	Высокая скорость передачи данных, возможность двухсторонней связи и передачи электроэнергии для питания скважинной аппаратуры. Универсальность. Малый коэффициент затухания при использовании непрерывного кабеля	Высокая стоимость, проблема надёжности соединений, износ и повреждение кабеля вследствие абразивного износа и вращения труб, затруднения при ловильных работах, необходимость специального оборудования для работы с кабелем. увеличение времени СПО. максимальная глубина использования до 6000м.
Электромагнитный канал связи	Простота преобразования измеряемой величины в электрический сигнал, высокая помехоустойчивость, меньшая стоимость скважинного оборудования, отсутствие специальных труб с встроенным уплотнением для присоединения к наземной аппаратуре	Значительное затухание сигнала с увеличением глубины зависящее от свойств породы. необходимость в забойном генераторе большой мощности. максимальная глубина использования до 5000м.
Акустический канал связи	Простота организации, широкополостность спектра излучения, дальность связи определяется количеством ретрансляторов	Низкая информативность и помехоустойчивость, трудности, связанные с выделением сигнала на фоне помех, отражение и интерференция сигнала, вызванная наличием замковых соединений и изменением диаметра бурильных труб, наличие в буровой колонне ретрансляторов. Максимальная глубина использования до 4000м.
Гидравлический канал связи с использованием излучателя давления высокой частоты	Простая система излучения и приёма	Малая дальность передачи, большое затухание сигнала, низкая помехоустойчивость
Гидравлический канал связи с использованием излучателя давления низкой частоты	Большая дальность передачи. Глубина использования более 12000м.	Низкая пропускная способность, большие потери гидравлической мощности на формирования информативного сигнала
Геоакустический канал связи	Отсутствие забойных датчиков	Сильное затухание сигнала. Трудности с выделением информационного сигнала на уровне помех

В результате выполненного обзора каналов связи телеметрических систем, можно отметить, что в России широкое практическое использование в реальных условиях бурения получили телесистемы со следующими каналами связи:

- гидравлический;
- электромагнитный.

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

Литература

1. Арапов К.С. Выбор оптимального комплекса каротажа в процессе бурения нефтяных и газовых скважин // Геология в развивающемся мире. – Пермь, 2020. – С. 253 – 255.
2. Двойников В.М., Милашин С.С. Определение оптимальных режимных параметров наклонно направленного бурения скважин на основе информации с систем MWD // Бурение скважин в осложненных условиях. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 31 – 32.
3. Колонских Д.М., Жиляев Ю.П. Обеспечение точной проводки горизонтальных скважин в тонких нефтяных пластах // Нефть. Газ. Новации. – Самара, 2020. – С. 22 – 25.
4. Кольчев И.Н., Радаев Д.А. Применение телеметрических систем MWD в процессе бурения горизонтальных скважин // Advances in science and technology. – Москва, 2019. – С. 63 – 64.

УСЛОВИЯ И ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРИМЕНИМОСТИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

Щербаков Р.Э.

Научный руководитель - старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Принимая решение об использовании телеметрических систем, необходимо учитывать ряд факторов и эксплуатационных требований. Оператору необходимо понимать ожидаемые условия эксплуатации и выбирать оборудование, отвечающее соответствующим требованиям.

Критические параметры, которые имеют значение при выборе телеметрического оборудования: максимальная температура и давление; характеристики бурового раствора; планируемые траектории скважин и их размеры; возможные осложнения при бурении, такие как зоны поглощения промысловой жидкости; концентрация H_2S и геологический профиль удельных сопротивлений [1].

Вместе с тем электромагнитный канал связи ограничен по дальности действия свойствами геологического разреза, такими как проводимость и чередование слоев горных пород, сила сигнала зависит от материала бурительных труб, а также отсутствует возможность исследования в море и в соленосных отложениях [3].

Рассмотрение вышеуказанных факторов позволяет выбрать правильный для конкретной области применения тип телеметрического оборудования – с гидроимпульсным или электромагнитным каналом связи, фиксированной установки или извлекаемого типа. При выборе телеметрической системы также следует рассмотреть ее совместимость с прочими компонентами КНБК, такими как роторные управляемые системы и возможность компоновки забойной части телеметрической системы дополнительным оборудованием.

Обеспечение качества передаваемых данных – отдельная область. Качество данных начинается с качества и точности установленных в системах MWD магнитометрах и акселерометрах, качества электронных плат и компонентов, качества сборки оборудования на заводе, уровня своевременного текущего обслуживания оборудования, включая калибровку и тарирование приборов в специальных «немагнитных» помещениях, установки необходимого количества немагнитных труб в компоновку низа буровой колонны.

При инклинометрии ствола скважины ошибки измерения различного происхождения приводят к неопределённости фактического положения ствола скважины. Типы ошибок могут быть разделены на случайные и систематические.

Различие между результатом измерений (когда одним и тем же прибором проводят ряд измерений на фиксированной глубине) является примером случайной ошибки. В общем случае случайные ошибки устраняются при переходе от одной точки измерения к другой. Случайная составляющая погрешности измерений при прочих равных условиях значительно меньше влияет на размер области неопределённости положения точки измерения параметров ствола скважины [2]. Влияние случайной ошибки на результаты расчётов траектории бурения снижается с увеличением числа измерений.

Систематические ошибки присутствуют при каждом измерении по мере перемещения прибора по стволу скважины. Систематические ошибки от одной точки измерения к другой накапливаются в одном направлении (положительном или отрицательном) [2]. Систематические ошибки являются основной причиной неопределённости положения расчётной траектории бурения в пространстве.

Далее, расчет всех необходимых поправок на географическое положение устья скважины и величины магнитного поля и введение поправочных данных в сопровождающий компьютер. И, в дополнение, непосредственно в процессе бурения, получаемые в реальном времени данные инклинометрии обрабатываются программным обеспечением для подтверждения качества или отбраковки, так же скважинный прибор передает в заданных промежутках времени диагностические данные по своему текущему состоянию и функционированию элементов [3].

Систематические ошибки измерения возникают вследствие различных причин [2]: