

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 промывочной 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]:

- ошибка в определении глубины расположения измерительного прибора;
- собственная ошибка прибора (характеристика датчиков);
- магнитные помехи (магнитная интерференция – наложение на магнитное поле Земли магнитных полей горной породы, элементов буровой колонны и конструкции скважины);
- ошибка, связанная с перекосом прибора в скважине;
- ошибка, обусловленная деформацией и несоосным расположением измерительного прибора;
- субъективная ошибка;
- ошибка, связанная с движением измерительного прибора в стволе скважины в процессе измерения (измерительный прибор при измерении должен находиться в покое при отсутствии вибраций).

Ошибка вследствие влияния магнитных масс на датчик инклинометра или телесистемы состоит из следующих компонент [2]:

- магнитное поле буровой колонны;
- влияние магнитных горных пород;
- близость обсадной колонны;
- влияние магнитных масс соседних скважин;
- влияние дефектов диамагнитных элементов буровой колонны и оборудования (местные магнитные включения или соединительные элементы, например, стальные замковые соединения буровых труб из алюминия).

Свести к минимуму влияние магнитной интерференции буровой колонны позволяют диамагнитные УБТ, а также забойные двигатели из диамагнитного сплава. Минимальная длина диамагнитной трубы выбирается в зависимости от проектного азимута и географического положения скважины (географической широты) в соответствии с разработанными специальными таблицами [3].

Субъективные ошибки (человеческий фактор) возникают, в основном, при использовании инклинометров с цифровой шкалой, фотоинклинометров, а также при интерпретации результатов измерений.

Ошибки, возникающие при расчёте положения ствола скважины, зависят от точности выбранного метода расчёта его координат.

Когда указанные ошибки учитываются, то результатом расчёта координат ствола является некоторая область в пространстве, в которой вероятно располагается ось ствола скважины, с этой целью производится 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.

Для некоторых MWD/LWD систем агрессивные скважинные условия (такие как высокие температуры) могут представлять сложность. С другой стороны, в России также приходится сталкиваться с низкими температурами окружающей среды, что может затруднять инициализацию прибора во время подъема КНБК над роторным столом.

Скважины с высоким (более 2%) содержанием песка также могут представлять сложности для MWD систем, в частности при использовании систем с гидравлическим каналом связи, ввиду быстрого износа низа пульсатора и промыву резьбовых соединений. Также использование кольматирующих добавок накладывает ограничения на применимость телесистем с гидравлическим каналом связи [1].

При всех положительных качествах гидравлического канала связи имеется ряд технологических ограничений, степень очистки и аэрации промывочной жидкости, неравномерная работа буровых насосов порой не позволяет использовать данные телесистемы при бурении скважин на нефть и газ.

Телеметрические системы позволяют улучшить 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.

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 другим чреватые простоями условия. Измерения в процессе бурения дают возможность своевременных действий по сохранению проектной траектории ствола скважины.

На протяжении многих лет основным препятствием для практического использования измерений в процессе бурения был способ передачи данных с забоя скважины. Он является основным и решающим фактором, так как именно от него зависит конструкция телесистем, компоновка, информативность, надежность, удобство работы, а также условия прохождения сигналов.

Литература

1. Сапинов, Г. К. Методы ослабления помех в гидроимпульсном канале связи во время работы системы измерения в процессе бурения (MWD) / Г. К. Сапинов // Молодой ученый, 2020. – № 19 (309). – С. 53-58.
2. Bian Hailong, Chin Wilson C., Li Lin, Measurement While Drilling (MWD) Signal Analysis – New York; Optimization and Design. John Wiley & Sons, 2014. – 358 p.
3. Tatiana A. Silva, Schlumberger Engineer Guide (MWD/LWD), 2014. – 358 p.