

шунтов с различными метрологическими характеристиками.

Литература

1. Месяц Г. А. Импульсная энергетика и электроника, М.: Наука, 2004. – 704 с.
2. Муравьев С.В., Заревич А.И., Наталинова Н.М., Баранов П.Ф., Бедарева Е.А. Отчет о научно – исследовательской работе «Программно-аппаратный комплекс для автоматизированных

испытаний сильноточных преобразователей» по теме: Теоретические исследования и разработка узлов стенда (промежуточный). Этап второй 2011–1.9–519–033–041. – 2011. – 77 с.

3. Заревич А.И., Муравьев С.В., Бедарева Е.В. и др. Аппаратно-программный комплекс для автоматизированных испытаний сильноточных преобразователей // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Том 322. – № 4. – С. 180–184.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИОННОГО СИГНАЛА

Гопоненко А.С., Кочумеев В.А., Мирманов А.Б. *

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

Республика Казахстан, г. Астана, пр-т Победы, 62

E-mail: andreigoponenko@gmail.com

Введение

Наклонно-направленное бурение давно стало основным видом бурения как на суше, так и на море с платформ. В связи с необходимостью обеспечения эффективного контроля пространственного положения ствола скважины, соблюдения проектного профиля скважины решается задача постоянного контроля за положением оси ствола скважины в пространстве. Для получения информации без остановки бурения в настоящее время используют телеметрические системы [1]. По мнению большинства специалистов, данное направление - одно из самых актуальных и перспективных, в которых должна развиваться технология передачи параметров бурения [2].

Состав телеметрической системы

Существующие телеметрические системы включают следующие основные части:

- забойную аппаратуру;
- наземную аппаратуру;
- канал связи;
- технологическую оснастку;
- антенну для электромагнитной линии связи;
- источник электрической энергии (для телесистем с беспроводной линией связи).

Забойная часть телесистемы включает первичные преобразователи измеряемых параметров направления бурения, геофизических параметров, технологических параметров бурения. Данные от первичных преобразователей через коммутатор поступают на аналого-цифровой преобразователь, затем через кодирующее устройство и передатчик поступают в канал связи. На поверхности закодированная различными способами информация расшифровывается и поступает на системы отображения и обработки для принятия решений по технологическому режиму.

Каналы связи

Канал связи является основным и решающим фактором, так как именно от него зависит конструкция телесистем, компоновка, информативность, надежность, удобство работы, а также условия прохождения сигналов. В настоящее время существует акустический, гидравлический, электропроводный, электромагнитный, и комбинированный типы каналов связи. Разнообразие условий бурения, а также экономическая целесообразность определяют каждому каналу связи свою область применения. Остановимся подробнее на преимуществах и недостатках каждого из рассматриваемых каналов связи (рис. 1).

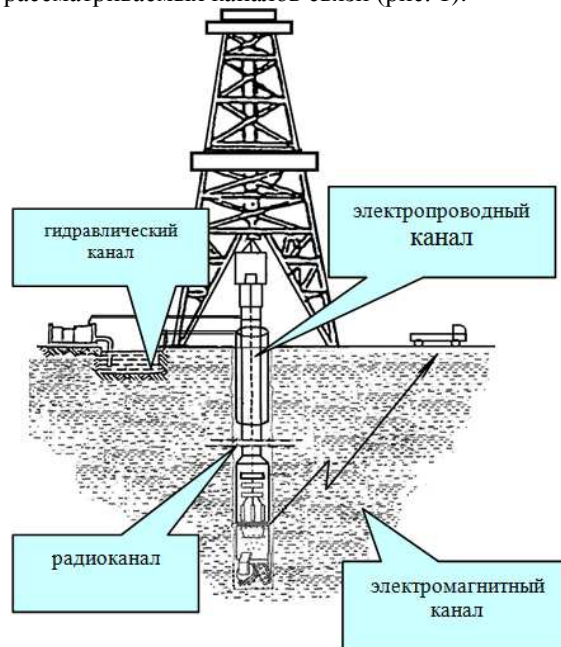


Рис. 1. Каналы связи телеметрических систем

Системы с акустическим каналом связи используют звуковые колебания, распространяющиеся в скважине по промывочной жидкости, колонне бурильных труб или окружающей породе.

Сложность и многообразие свойств гидроакустического канала в скважине обусловили его слабую изученность. Одной из центральных проблем в создании гидроакустического канала является разработка низкочастотного излучателя, способного эффективно возбуждать колебания внутри колонны бурильных труб в скважине [3].

Действие телеметрических систем с гидравлическим каналом связи основано на использовании устройства, создающего в потоке бурового раствора импульсы давления. Гидравлический канал связи сейчас практически не имеет конкурентов среди остальных по дальности передачи и приема забойной информации. Тем не менее, телеметрические системы с гидравлическим каналом связи, бесспорно, являются наиболее сложными и дорогими, требуют применения сложных алгоритмов при выделении полезного сигнала на фоне различного рода помех, наличие которых сужает полосу рабочих частот и делает гидравлический канал самым медленнореагирующим. Дополнительные сложности в создании систем с гидравлическим каналом связи обусловлены необходимостью учета широкого диапазона расхода и параметров буровых растворов [4].

Широкое применение нашел электропроводный канал связи [5]. Он не требует затрат гидравлической энергии и обладает преимуществом перед всеми другими - максимально возможная надежность связи, информативность, быстрдействие, помехоустойчивость, многоканальность, отсутствие забойного источника электрической энергии и мощного передатчика, возможность двусторонней связи. К недостаткам электропроводного канала связи относятся наличие кабеля в бурильной колонне, что создает трудности при бурении; затраты времени на его прокладку; необходимость защиты кабеля от механических повреждений; необходимость продавливания забойного модуля до места стыковки при углах бурения более 60°.

Системы с электромагнитным каналом связи используют электромагнитные волны между изолированным участком колонны бурильных труб и породой. На поверхности земли сигнал принимается как разность потенциалов от растекания тока по горной породе между бурильной колонной и приемной антенной, устанавливаемой в грунт на определенном расстоянии от буровой установки [6]. По сравнению с гидравлическим каналом связи электромагнитный немного более информативен. К недостаткам электромагнитного канала относится слабая помехоустойчивость, сложность установки антенны, зависимость дальности связи от проводимости и чередования слоев горных пород.

Учитывая недостатки применяемых каналов связи, необходимо несколько их совершенствовать, столько разрабатывать новые каналы, так как разнообразны горно-геологические условия, тех-

нико-технологические аспекты проводки скважин и экономические факторы предъявляют более высокие требования к информативности процесса бурения. Необходимы не количественные, а качественные изменения для того, чтобы соответствовать данным требованиям. Основными направлениями совершенствования являются: увеличение количества измеряемых и передаваемых на поверхность параметров бурения, скорости передачи информации, создание в забойных устройствах автоматов, самостоятельно управляющих процессом проводки скважин, использование двухсторонней связи забой-устье. Создание новых телеметрических систем на основе новых принципов передачи данных является одним из приоритетных направлений зарубежных и отечественных производителей бурового оборудования.

Перспективным является изучение распространения радиоволн по бурильной трубе как новому каналу связи. Проблема передачи информации через такой канал связи ранее не изучалась. Для рассмотренного канала связи единственно пригодным может оказаться сверхвысокочастотный (СВЧ) диапазон длин волн. Учитывая, что канал связи неоднородно заполнен средами с разной диэлектрической проницаемостью, приёмопередатчики должны работать в целом спектре частотного диапазона.

Заключение

Таким образом, актуальной задачей является исследование влияния различных факторов влияния на информационный сигнал в канале и выявление способов компенсации таких негативных факторов. Одним из таких способов может оказаться использование запердельного волновода. На основе изученных факторов должны быть выдвинуты требования к приемо-передающей системе с целью выявления наиболее перспективных вариантов по передаче и обработке сигнала. Также необходимым является развитие методов модуляции сигнала и разработка устройств для их осуществления.

Работа выполнена по гранту РФФИ 13-02-98002.

Литература

1. Stephen Prenskey. "Recent advances in LWD/MWD and formation evaluation". World Oil, March 2006, p. 69-75.
2. D.V. Ellis, J.M. Singer. "Well Logging for Earth Scientists". Springer, 2008. ISBN 978-1-4020-3738-2.
3. "Acoustic telemetry system with drilling noise cancellation". European patent no. EP 1185761B1. Publ. 25.01.2006, Bulletin 2006/04.
4. "Measurement-while-drilling tool". European patent no. EP 0588389B1. Publ. 13.08.1997, Bulletin 1997/33.
5. "Measurement-while-drilling system". European patent no. EP 0539240B1. Publ. 06.08.1997, Bulletin 1997/32.
6. J. Petrovic, V. Petrovic, M.R. White, N.P. Beaulac. "System and method for downhole telemetry". US patent no. US 2012/0256759A1. Publ. 11.10.2012.