



УДК 550.822

АНАЛИЗ ЗАБОЙНОГО ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

ANALYSIS OF TELEMETRY EQUIPMENT AT THE CURRENT STAGE OF WELL DRILLING DEVELOPMENT

Галикеев Ильгизар Агузаровичстарший преподаватель,
Удмуртский государственный университет**Иванова Татьяна Николаевна**доктор технических наук, профессор,
Удмуртский государственный университет
rsg078829@mail.ru**Рябов Павел Петрович**бакалавр,
Удмуртский государственный университет

Аннотация. Забойные телеметрические системы осуществляют измерения первичной скважинной информации, ее передачу по каналу связи забой – устье, прием наземным устройством, обработку и представление оператору результатов обработки. Проведен анализ навигационных, технологических, геофизических, специфических телесистем с гидравлическим, электромагнитным, акустическим, электропроводным и комбинированными типами каналов связи. Рассмотрены забойные телеметрические системы с гидравлическим каналом связи ГНОМ-М, «Корвет», система гамма-каротажа «Ориентир». Даны рекомендации по их конструкции и применению.

Ключевые слова: телеметрические системы, канал связи, каротаж, скважина, бурение.

Galikeev Ilgizar AguzarovichSenior Lecturer,
Udmurt State University**Ivanova Tatyana Nikolaevna**D.Sc. in engineering, professor,
Udmurt State University
rsg078829@mail.ru**Ryabov Pavel Petrovich**Bachelor,
Udmurt State University

Annotation. Downhole telemetry systems measure primary well information, transmit it through communication channel downhole-wellhead, provide data acceptance by ground-based device and representation of the processing results to the operator. Navigational, technological, geophysical, specific telemetry systems with hydraulic, electromagnetic, acoustic, electrically conducted and combined types of communication channels were analyzed. Downhole telemetry systems with hydraulic communication channel GNOM-M (GNOM-M), «Corvette» (Корвет), gamma ray logging system «Orientir» (Ориентир) were studied. Recommendations for their construction and application are given.

Keywords: telemetry systems, communication channel, logging, well, drilling.

В настоящее время телеметрические системы широко применяются для решения различных геологических, технологических и технических задач в процессе бурения вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважин [1]. Данные, которые телесистемы регистрирует на забое, подразделяют на категории: навигационные, технологические, геофизические, специфические. Рассмотрим их более подробно:

Навигационная информация состоит из значений углов отклонения оси скважины от принятых нулевых значений зенита (вертикали), азимута (горизонтали) и положения шпинделя – отклонителя (tool – face) – этот набор еще называют инклинометрическим. Он необходим для оценки расположения ствола скважины в пространстве. Инклинометрические замеры производят электронными приборами: акселерометрами, магнитометрами, гироскопами.

Геофизическая информация служит для определения свойств пласта и типа насыщающего его флюида, литологического строения, геомеханических параметров буримой породы, формы поперечного сечения скважины и пр. В зависимости от количества необходимой геофизической информации и степени ее достоверности используют различные методы исследований и их сочетание. Их можно подразделить на акустические, радиационные, электрические, ядерно-магнитные методы и испытатели пластов. Использование оперативной технологической информации о режимах бурения, характеризующих процессы на забое в текущий момент времени, позволяют снизить аварийность при строительстве скважин, повысить механическую скорость бурения, диагностировать состояние рабочих органов компоновки и низа бурильной колонны (КНБК), параметров пласта: давления и температуры, а так же (по уровню вибраций) экстраполировать механические свойства литологического разреза.



В настоящее время существуют гидравлический, электромагнитный, акустический, электропроводный и комбинированные типы каналов связи. Разнообразие условий бурения, а также экономическая целесообразность определяют каждому каналу связи свою область применения.

Широкое применение нашел электропроводной канал связи. Он не требует затрат гидравлической энергии и обладает рядом преимуществ перед всеми другими: максимально возможной надежностью связи, информативностью, быстродействием, помехоустойчивостью, многоканальностью, отсутствием забойного источника электрической энергии и мощного передатчика, возможностью двусторонней связи. К недостаткам электропроводного канала связи относятся: наличие кабеля в буровой колонне, что создает трудности при бурении; затраты времени на его прокладку; необходимость защиты кабеля от механических повреждений; практическая невозможность вращения колонны; необходимость продавливания забойного модуля до места стыковки при углах бурения более 60° с помощью продавочного устройства.

Системы с электромагнитным каналом связи используют электромагнитные волны между изолированным участком колонны буровых труб и породой. На поверхности земли сигнал принимается как разность потенциалов от растекания тока по горной породе между буровой колонной и приемной антенной, устанавливаемой в грунт на определенном расстоянии от буровой установки. К недостаткам электромагнитного канала относятся слабая помехоустойчивость, сложность установки антенны, зависимость дальности связи от проводимости и чередования слоев горных пород.

Системы с акустическим каналом связи используют звуковые колебания, распространяющиеся в скважине по промысловому жидкости, колонне буровых труб или окружающей породе. Сложность и многообразие свойств гидроакустического канала в скважине обусловили его слабую изученность. Одной из проблем в создании гидроакустического канала является разработка низкочастотного излучателя, способного эффективно возбуждать колебания внутри колонны буровых труб в скважине.

Телеметрические системы с гидравлическим каналом связи отличаются от других наличием в них устройства, создающего в потоке бурового раствора импульсы давления. Для генерирования импульсов давления в буровом растворе используются мощные генераторы, работающие по принципу кратковременного частичного перекрытия потока бурового раствора. Гидравлические сигналы, близкие к гармоническим, создаются с помощью электродвигателя, который вращает клапан пульсатора. Гидравлические импульсы поступают по столбу бурового раствора на поверхность, где закодированная информация декодируется и отображается приемлемом для восприятия виде. Телесистемы с гидравлическим каналом по сравнению с электромагнитным каналом не нарушают технологию бурения и не зависят от геологического разреза. Гидравлический канал связи не имеет конкурентов среди остальных по дальности передачи и приема забойной информации. Тем не менее, системы MWD с гидравлическим каналом связи являются наиболее сложными и дорогими, требуют применения сложных алгоритмов при выделении полезного сигнала на фоне различного рода помех. Именно наличие таких помех сужает полосу рабочих частот и делает гидравлический канал самым медленнейшим. Дополнительные сложности в создании систем с гидравлическим каналом связи обусловлены необходимостью учета широкого диапазона расхода и параметров буровых растворов.

Забойная телеметрическая система с гидравлическим каналом связи ГНОМ-М НПП «Горизонт» (г. Ижевск) представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Модули наземного оборудования телесистемы

Преимущества ГНОМ:

- достаточная для потребителей точность навигации;
- возможность изготовления телесистем с разными температурными диапазонами без изменения конструкции;



- возможность наращивания телесистемы дополнительными датчиками и устройствами;
- обеспечение дуплексного канала связи между глубинным блоком и наземным оборудованием для оперативного вмешательства в параметры системы и передачи команд исполнительным механизмам управляемых компоновок буровой колонны;
- полный расчет и оптимизация забойной информации для передачи её по низкоскоростной беспроводной линии связи;
- миниатюризация и высокая надежность работы глубинного блока. Состав ГНОМ состоит из глубинного блока, наземной станции и устройства кабельной связи. Глубинный блок содержит набор измерительных модулей с датчиками измеряемых параметров, связанных по кабелю с наземной станцией. Наземная станция включает блок приема и предварительной обработки информации, источник питания глубинного модуля, блок интерфейсной связи с компьютером и управляется встроенным контроллером.

Забойная телесистема «Корвет» с гидравлическим каналом связи предназначена для измерений в процессе бурения с целью контроля направления бурения и литологического расчленения разреза скважины.

Телесистема включает: забойную часть; наземную панель; табло бурильщика. Основные преимущества:

1. В системе «Корвет» используется надежный пульсатор вращательного типа с положительным импульсом давления, исключающий блокировку и заклинивание клапана.
2. Конструкция «Корвет» дает возможность использовать одну и ту же скважинную сборку в компоновках различного диаметра, произвольную последовательность скважинных модулей в системе.
3. Поставщик производит обучение персонала и регулярное техническое обслуживание систем.
4. Стоимость системы на 30–50 % ниже, чем у зарубежных аналогов.

Система гамма-каротажа «Ориентир» состоит из модифицируемого модуля для скважинной и наземной систем (рис. 2).

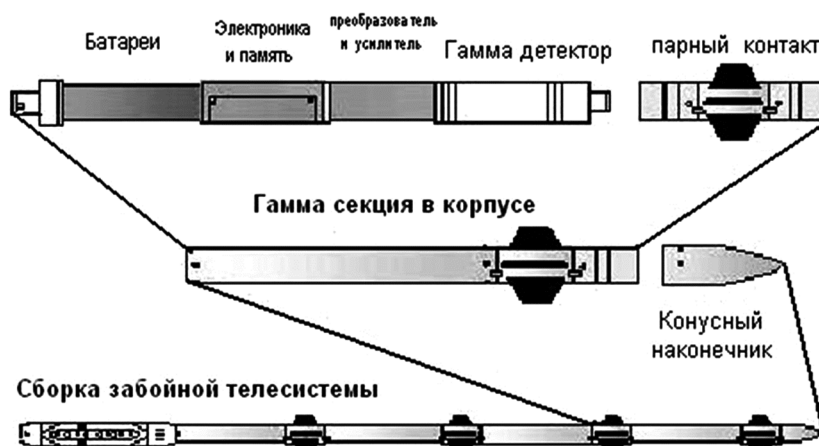


Рисунок 2 – Стандартная сборка телесистемы с блоком гамма-каротажа

Забойный прибор гамма-каротажа прикрепляется к стандартной инклинометрической сборке телесистемы ниже узла электроники ГИС. Имеются его две модификации:

Стандартный прибор гамма-каротажа: имеет способность вести запись данных гамма-каротажа как в реальном времени при бурении, так и в режиме запоминания ЗУ – с 16-секундным интервалом на протяжении свыше 200 часов бурения.

Прибор гамма-каротажа с ЗУ повышенной вместимости: имеет способность вести запись данных гамма-каротажа, как в реальном режиме бурения, так и в режиме запоминания ЗУ – с 8-секундным интервалом на протяжении свыше 400 часов бурения.

Запоминающее устройство прибора обеспечивает поддержку в случае прерывания передачи данных или обнаружения сигнала, а также каротажа с высокой разрешающей способностью на высоких скоростях бурения.

Данные с прибора можно представить в эквивалентных единицах API (АНИ) и сравнить с приборами MWD и кабельными системами.

Гамма-детектор – это высокопрочный узел сцинтилляционного счетчика и фотоумножителя. С целью обеспечения прочности и надежности оборудования детектор имеет встроенный амортизатор и гаситель вибрации. Безостановочный термопринтер обеспечивает распечатку графика на рулонной или веерной бумаге и рулонной пленке. Данные каротажа можно также выводить в стандартном формате базы данных (DBF) или как LAS на дискету. С наземной системы возможна передача в стан-



дартном для нефтегазовой промышленности формате WITS или на отдаленный компьютер по проводу коммуникационной связи. Модуль TRIM, работающий на частоте 20 KHz и помещенный в минимально коротком переводнике (около 4 м), может быть подключен к стандартной телесистеме Ориентир (с гаммой и без) и имеет азимутальное направление.

Параметры телесистемы Геолинк Ориентир позволяют использовать ее в качестве многофункционального геонавигационного блок-модуля для решения геолого-технических задач при бурении сложных (по профилю и разрезу) скважин. Блок геонавигации предназначен для оперативного управления проводкой скважин по геофизическим данным, получаемым по электромагнитному каналу связи, и позволяет повысить точность проводки стволов по продуктивному пласту, уменьшить количество или даже исключить промежуточные каротажи, ошибки в проводке горизонтально-наклонных скважин не по продуктивному пласту.

Необходимость расширения геофизического комплекса методов на различной физической основе обусловила создание цифровой комплексной скважинной аппаратуры, когда измеряются большое количество различных геофизических параметров, передаваемых по беспроводным каналам связи к наземной обрабатывающей и регистрирующей аппаратуре.

Однако, как бы ни были совершенны зарубежные и отечественные телесистемы, большой процент наклонно направленных и горизонтально-наклонных скважин проводится не по продуктивному пласту и, с точки зрения геофизики, вслепую [2, 3]. Причиной этого является отсутствие геофизической информации в процессе бурения. Есть два подхода его решения:

1. При бурении проводить привязочные каротажи.

2. Использование системы, регистрирующие геофизические параметры и передающие их на поверхность в режиме реального времени (непосредственно при бурении), это LWD-системы. Данный подход обладает преимуществом по сравнению с первым, так как возможна более оперативная корректировка траектории скважины и не затрачивается дополнительное время на привязочные каротажи.

Прием и обработка информации на поверхности при работе с телесистемами осуществляется с помощью IBMPC, что гарантирует качество и надежность приема и обработки скважинной информации. Основное преимущество систем с дистанционной передачей заключается в возможности немедленного поступления глубинной информации к оператору.

Применение телесистемы Геолинк Ориентир с блоками инклинометрии, гамма-каротажа, резистивиметрии и датчиком вибрации для оказания услуг по высокоточному бурению и геонавигации позволит отказаться от ряда каротажей (в частности каротаж на трубах с использованием комплекса АМК «Горизонт», проводимый при превышении зенитного угла в скважине 45 градусов), обеспечить заданную точность проводки скважины, добиться увеличения скоростей бурения, избежать исправлений ствола скважины (при непопадании в заданную точку или самопроизвольном уводе по азимуту).

Литература:

1. Климов В.В. Геофизические исследования скважин : учебное пособие / В.В. Климов, А.В. Шостак; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 220 с.
2. Булатов А.И. Бурение нефтяных и газовых скважин : учебно-методическое пособие / А.И. Булатов, С.В. Долгов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – 674 с.
3. Булатов А.И. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин : монография / А.И. Булатов, О.В. Савенок, Р.С. Яремийчук. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

References:

1. Klimov V.V. Geophysical surveys of wells : manual / V.V. Klimov, A.V. Shostak; FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing house – South, 2014. – 220 p.
2. Bulatov A.I. Drilling of oil and gas wells : educational and methodical grant / A.I. Bulatov, S.V. Dolgov. – Krasnodar : Publishing house – South, 2015. – 674 p.
3. Bulatov A.I. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells : monograph / A.I. Bulatov, O.V. Savenok, R.S. Yaremychuk. – Krasnodar : Publishing house – South, 2016. – 576 p.