

ОПИСАНИЕ

В конструкции гироскопического измерителя угловой скорости RG-1 применен высокочувствительный ($0,0001^\circ/\text{с}$) двух-координатный гироскоп, измеряющий изменение вертикального и горизонтального угла во время движения зонда. Двух-координатный наклономер измеряет абсолютное отклонение, и угол наклона верхней части скважины. Зонд RG-1 осуществляет непрерывный каротаж и регистрирует изменения наклона и азимута скважины как функцию глубины скважины.

Устройство RG-1 предназначено для определения ориентации буровых скважин со стальной обсадной трубой или не обсаженных скважин в геологических формациях с сильными магнитными свойствами, которые исключают использование магнитометрических методов исследований. Азимуты измеряются относительно азимута устья. Наклон измеряется в абсолютных градусах относительно горизонтальной плоскости (или 0°). Макс. отклонение составляет 80° (10° от горизонтали).

Данные зонда выводятся в 24-битном цифровом двоичном формате, и откалиброваны в градусах до четырех десятичных знаков при частоте взятия отсчетов 10 Гц. Эти данные поступают в интерфейсное устройство для кодирования глубины, и выводятся через разъем USB в портативный компьютер или любое другое регистрирующее устройство. Формат файла с выходными данными – ASCII в виде столбцов и строк, включая глубину в стволе скважины и напряжение на зонде. Программа постобработки использует данные гироскопа для расчета угла наклона и азимута, а также восточного склонения, северного склонения, и высоты над уровнем моря в метрах с привязкой к началу отсчета в устье скважины.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Датчики	Инерционный гироскоп для измерения угловой скорости Двухкоординатный наклономер
Чувствительность	$0,0001^\circ/\text{с}$ (гироскоп) $0,01^\circ$ (наклономер)
Диапазон	от $0,0^\circ$ до 80°
Частота взятия отсчетов	10 Гц максимум
Расчетная глубина	1,5 км
Корпус зонда	Непроводящая труба, изготовленная намоткой нити
Подключение	4-контактный разъем Gearhardt Owen
Номинальная температура	от -35°C до $+70^\circ\text{C}$ (опционно до 100°C)
Вывод данных зонда	Токовый контур 10 мА, скорость 1200 Бод
Потребляемая мощность	14,5 Вт; 300 мА при 48 В пост. тока (в наконечнике зонда)
Диаметр	40 мм
Длина	1,70 м
Вес	5,6 кг



ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Зонд RG-1 оптимизирован для скважин, которые существенно отклоняются от вертикали по мере увеличения глубины. Такие скважины часто подвергаются искусственному искривлению с целью направить их на конкретный объект – это обычная практика в разведке полезных ископаемых.

RG-1 измеряет изменение азимута и наклона, начиная от некоторого исходного значения, обычно это азимут устья скважины.

Инерционный гироскоп обладает высокой чувствительностью, но со временем образуется линейный дрейф. Скорость дрейфа меняется от $0,1^\circ$ до $0,3^\circ$ в час, в зависимости от степени отклонения скважины. В скважинах с большим отклонением дрейф гироскопа возрастает. Поправка на дрейф применяется линейно, как функция времени. Окончательные поправки учитывают нелинейную оптимизацию методом наименьших квадратов.

Скважинные исследования проводятся в непрерывном режиме, в направлении вниз и вверх, с записью данных в один файл. По завершении исследования данные подвергаются обработке, вводится поправка на дрейф, и получается один интервал значений угла наклона и азимута.

Предлагается дополнительная обработка для повышения точности профиля азимута, который проводится путем отслеживания скорости вращения вокруг осей в обоих каротажных рейсах, а также улучшения общего совпадения профилей. Эта программа предусматривается вместе с аппаратно-программным обеспечением зонда. Обычная повторяемость составляет $\pm 0,25^\circ$. Абсолютная точность азимута ограничивается точностью азимута устья скважины. Это может оказаться проблематичным для крутонаклоненных скважин.

В программе для обработки данных производится расчет с целью преобразования значений наклона и азимута в значения отклонения на север, на юг, и расстояния по вертикали в метрах.

Справа показаны данные, полученные в разведочной скважине 93670 в Келли-Лейк, Садбери, в 2001. Зонд перемещался в не обсаженной скважине со средней скоростью 10 м/мин. Суммарное отклонение составляло более 50° по азимуту, и более 25° по углу наклона. Разрешение на публикацию автор получил от компании Inco Limited в 2006.

