

Промысловые испытания системы показывают ее высокую эффективность. Так, при бурении скважины № 5 северный Шуртан на интервале 1600-2970 м получено по сравнению со скважиной № 4 той же площади снижение изменяющихся затрат на 1 м проходки на 14,25 рублей (23,4%) при одновременном увеличении механической скорости на 39%.

В настоящее время система проходит межведомственные испытания.

Литература

1. Фингерит М.А. Рациональная эксплуатация шарошечных долот. - М.: Недра, 1965.

2. Козловский Б.А., Гафиятуллин Р.Х. Автоматизация процесса геолого-разведочного бурения. - М.: Недра, 1977.

УДК 622.243.7

И.Б.Андреев, Ю.Н.Кочемасов, С.К.Прищепов, А.Н.Сергеев

МАЛОГАБАРИТНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ АЗИМУТА СО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ ВЫЧИСЛИТЕЛЕМ

Разработка и внедрение информационно-измерительных систем (ИИС) контроля бурения скважины требует совершенствования первичных преобразователей угловых параметров ее (скважины) траектории: азимута и зенитного угла. Траектория скважины, ее пространственное положение определяется относительно опорной системы координат, например, связанной с вектором магнитного поля Земли (МПЗ). В настоящее время эта задача решается с помощью инклинометров, в которых преобразователи азимута обычно строятся по кинематической схеме с двумя карданными рамками. Карданные рамки осуществляют принудительную ориентацию чувствительных элементов МПЗ - двух ортогональных феррозондов в плоскости горизонта. В этом случае сигналы феррозондов изменяются по закону синуса или косинуса угла азимута, измеряемого относительно горизонтальной проекции вектора МПЗ.

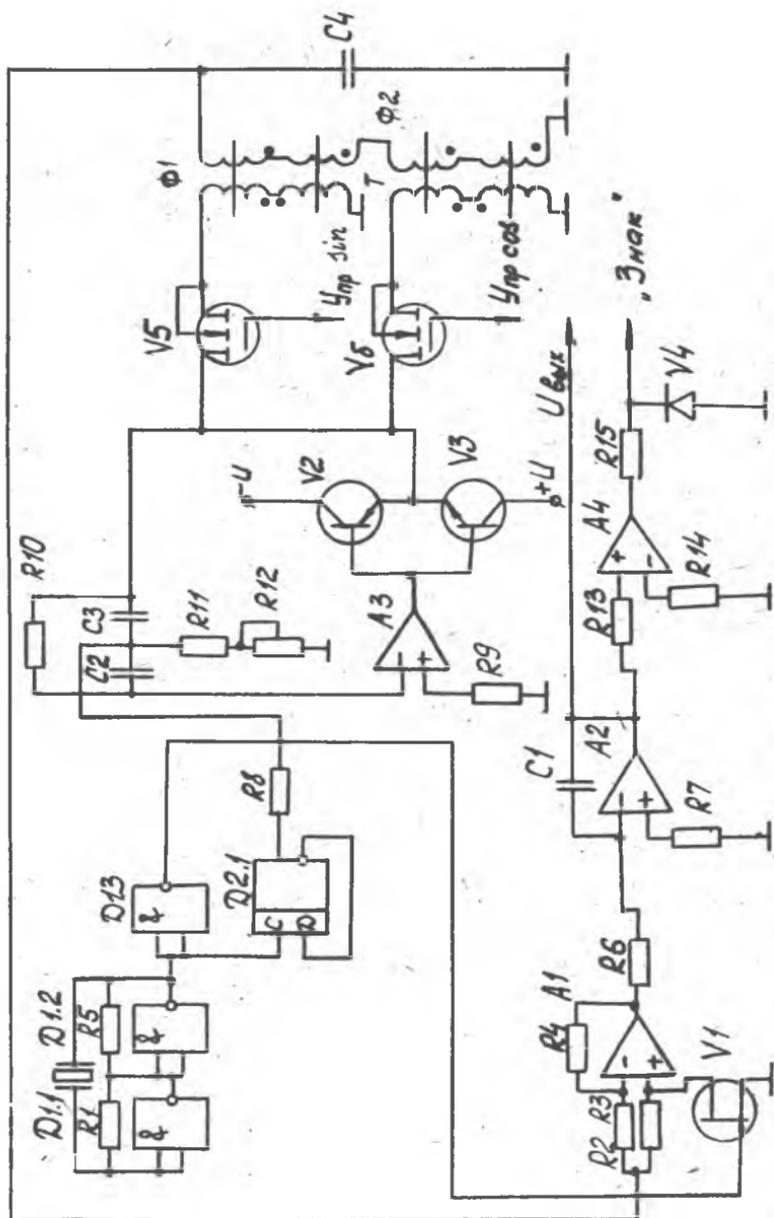
Точность преобразований азимута, выполненных по этой схеме, в значительной степени определяется инструментальными погрешностями: неточная установка рамок в плоскостях наклона и горизонта; негоризонтальность и неортогональность осей чувствительности феррозондов. Уменьшение этих погрешностей приводит к сложным ба-

лаксировочным операциям, проводимым как при изготовлении инклинометров, так и в процессе их эксплуатации. К тому же, линейные размеры феррозондов с пермаллоевыми сердечниками (длина 45 мм) не позволяют выполнить инклинометр с диаметром корпуса менее 60 мм.

Одним из направлений совершенствования конструкций инклинометров является применение в качестве ЧЭ феррозондов на основе цилиндрических тонких магнитных пленок (ЦТМП). Магнитная система таких феррозондов позволяет выполнить датчик азимута на единой подложке, чем устраняется значительная доля балансируемых операций и упрощается конструкция инклинометра. Кроме того, размеры феррозондов на ЦТМП в 4 раза меньше, чем феррозондов с пермаллоевыми сердечниками, что позволяет создать малогабаритный инклинометр с диаметром корпуса менее 40 мм.

Применение в качестве ЧЭ феррозондов на ЦТМП предполагает повышение частоты возбуждения их до 0,25 - 0,7 МГц, что упрощает схему выделения полезного сигнала, сокращает количество радиоэлементов, снижает потребляемую мощность. В качестве примера (рис. I) представлена принципиальная схема аналогового тракта преобразователя азимута с феррозондами на ЦТМП.

Тактовый генератор с кварцевой стабилизацией частоты выполнен на логических элементах Д I.1, Д I.2. Делитель частоты Д 2 и элемент Д I.3 предназначены для получения сигналов частоты возбуждения $f_B = 100$ кГц и частоты тактирования фазового детектора $2f_B$ со сдвигом по фазе $\pi/4$ один относительно другого. Полосовой фильтр на операционном усилителе А3 преобразует сигнал прямоугольной формы частоты f_B в сигнал синусоидальной формы той же частоты, который усиливается по току эмиттерным повторителем, собранном на транзисторах V2, V3. Коммутация обмоток возбуждения феррозондов Ф1 и Ф2 осуществляется полевыми транзисторами V5 и V6 с низким сопротивлением открытого канала. Сигнальные обмотки феррозондов Ф1 и Ф2 соединены последовательно и образуют с конденсатором C4 колебательный контур, настроенный в резонанс на частоту $2f_B$ конденсатором C4. Фазовый детектор выполнен на операционном усилителе А1 и полевым транзисторе V1 и тактируется прямоугольным напряжением с частотой $2f_B$, снимаемым с логического элемента Д I.3. Пульсирующее напряжение, снимаемое с выхода фазового детектора, сглаживается интегратором, выполненным на операционном усилителе А2. Формирование знака осуществляется компаратором, который

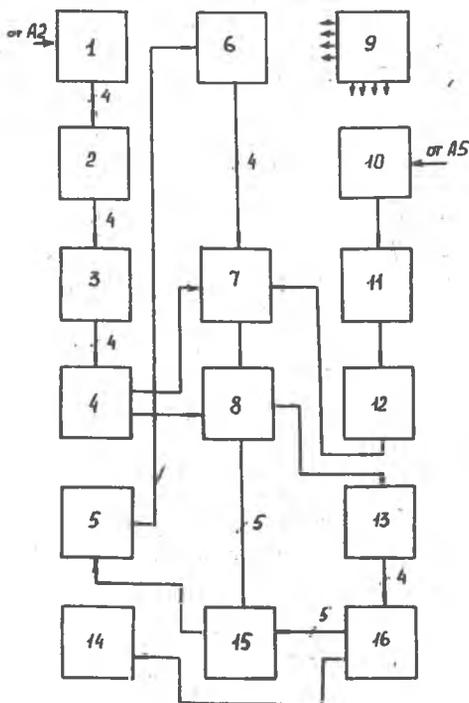


Р и с. 1. Принципиальная схема аналогового блока

собирает на операционном усилителе А5. Феррозонды Ф1 и Ф2 расположены ортогонально друг другу, причем их выходные сигналы пропорциональны синусу и косинусу угла отклонения по азимуту. Для повышения температурной стабильности ТК конденсатора C_4 подбирается таким, чтобы компенсировать ТК индуктивности сигнальных обмоток феррозондов Ф1 и Ф2.

Сигнал с выхода усилителя А2 поступает на вход АЦП 1, где преобразуется в двоично-десятичный код и записывается в запоминающем устройстве (ЗУ) 2.

Цифровая часть устройства контроля азимута осуществляет прием и хранение информации, поступающей от датчиков, а также вычисление угла азимута (рис. 2).



Р и с. 2. Структурная схема устройства вычисления азимута

Формирователь логического уровня И0 и триггер знака И1 обеспечивают запись знака, регистрируемого компаратором А5, в старший разряд ЗУ2. Устройство вычисления азимута (УВА) производит с целью уменьшения мультипликативной погрешности сигналов синуса и косинуса азимута, обрабатываемых общим аналоговым трактом, деление кодов синуса и косинуса и вычисление значения азимута, представляющего собой арктангенс значения, полученного в результате операции деления.

Применение в качестве основного элемента УВА, непосредственно выполняющего арифметические и тригонометрические операции, БИС микрокалькулятора МК БИС позволяет добиться весьма высокой точности вычисления - до 6-8 десятичных знаков. Кроме того, возможно производить вычисление значения арктангенса подачей одной команды и, тем самым, значительно сократить объем программы. Вполне приемлемыми оказываются также время вычисления одного значения азимута до двух секунд и потребляемая мощность не более 3 Вт.

Выбор и ввод команд и данных в МК БИС осуществляется коммутатором 8 и дешифратором И3. Длина программы составляет 16 шагов и ограничивается применением 16-канальных коммутатора и дешифратора. Устройство формирования команд управляет коммутатором 8 и дешифратором И3, разрешая ввод той или иной команды в МК БИС И6. При вводе кодов синуса и косинуса в МК БИС И6 управление передается устройству ввода информации 4, которое принимает через преобразователь уровня 3 данные из ЗУ 2 и организует их ввод в МК БИС И6, управляя коммутатором 8 и дешифратором И3. На время ввода информации устройство формирования команд 7 блокируется, а содержимое счетчика 6, осуществляющего перебор команд, фиксируется. Фиксация содержимого счетчика команд 6 необходима для обеспечения ввода всего кода синуса или косинуса азимута за один такт работы УВА, т.е. в пределах одного шага программы, что позволяет уменьшить длину программы. При вводе информации о синусе и косинусе в МК БИС, старший, знаковый разряд кода считается устройством выбора квадранта И2, которое через устройство формирования команд 7 обеспечивает прибавление к значению арктангенса кода квадранта, в котором находится угол азимута. Ввод команд и данных в МК БИС И6 осуществляется подачей одного из выходных сигналов БИС через преобразователь уровня И5, коммутатор 8 и дешифратор И3 на один

из входов МК БИС 16. Коммутатор 8 производит выбор выходного сигнала БИС, соответствующего вводимой команде, дешифратор 13 выбирает нужный вход МК БИС 16.

Счетчик команд 6 тактируется сигналом МК БИС 16, частота которого уменьшена делителем частоты 5. Устройство управления 9 производит сигналы, управляющие работой всех составных частей УВА. Значение азимута, полученное в результате вычислений, отображается на индикаторе 14.

Подводя итог сказанному, можно сделать определенные выводы. В целях уменьшения диаметра инклинометра необходимо применять феррозондовые преобразователи азимута на тонких ферромагнитных пленках. Применение МК БИС в качестве основного вычислительного элемента позволяет добиться высокой точности вычисления при приемлемых значениях времени вычисления и потребляемой мощности. В целях устранения мультипликативной погрешности аналогового преобразователя необходимо произвести деление кодов синуса и косинуса и затем вычислить значение азимута как арктангенса полученного отношения.

Литература

1. Афанасьев Ю.В. Феррозонды. - Л.: Энергия, 1969. - 192 с.
2. Семенов Н.М., Яковлев Н.И. Цифровые феррозондовые магнитометры. - Л.: Энергия, 1978. - 126 с.
3. Праттон М. Тонкие ферромагнитные пленки: Пер. с англ. - Л.: Судостроение, 1976. - 424 с.

УДК 681.3.06:51

А.Ю.Акимов, И.В.Овчинников

ОРГАНИЗАЦИЯ САПР ДАТЧИКОВОЙ АППАРАТУРЫ

Важность процесса НИОКР обусловлена тем, что решения, принятые при разработке, определяют эффективность датчиковой аппаратуры на всех последующих стадиях: изготовления, испытания и доводки опытных образцов, серийного производства, эксплуатации и снятия с эксплуатации. Одним из основных путей повышения качества НИОКР