

Л и т е р а т у р а

1. Витриченко Э.А. Методы исследования астрономической оптики. —М.: Наука, 1980.

2. M. Philbee. Procédé analogique associé à la méthode de Foucault pour la détermination rapide du profil d'une surface d'onde par voie électronique. *Optica Acta*, 1967, v.14, №2, p. 169-181.

3. *Instruction manual model 270A video digitizer*. USA, Colorado Video, Inc., 1977.

4. Подольский Л.И. Система QUASIC для программирования на мини-ЭВМ.— Пущино, НИЦ АН СССР, 1980.

УДК 681.518.3:550.361

В.Г.Матвеев, А.А.Новиков, А.А.Рот

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60"

(г. Куйбышев)

Изучение тепловых потоков, характеризующих энергетическую сторону процессов, происходящих в недрах литосферы, представляет существенный интерес для понимания геодинамики материков и дна океанов и занимает не последнее место при поисках полезных ископаемых, скрытых многокилометровой толщей вод океана.

В настоящее время при морских геотермических исследованиях наиболее широкое распространение получили автономные погружные зонды, среди которых следует выделить зонд системы "Альпайн", зонд Хэнела и отечественный погружной термоградиентограф ПТГ-ЗМТ [1].

Обширные районы исследования, проведение измерений в экспедиционных условиях на научно-исследовательских судах обуславливают определенные требования, предъявляемые к конструкции зонда, первичным преобразователям, вторичной аппаратуре. Наиболее важные из них:

1. Высокая достоверность результатов измерения.

2. Стабильность характеристик системы во времени в связи с затруднением, а порой и невозможностью их тарировки в экспедиционных условиях.

3. Измерение всех параметров непосредственно в донных осадках.

4. Автоматизация процесса измерения с целью получения результатов непосредственно после измерения.

5. Возможность зондирования большого района без подъема зонда на судно, его автономность и ограничение размеров. Применяемые в геотермических исследованиях автономные зонды не удовлетворяют полностью перечисленным выше требованиям.

Поскольку тепловой поток определяется как произведение геотермического градиента и коэффициента теплопроводности, то указанные параметры тем или иным образом измеряются, результаты обрабатываются и получаются соответствующие значения теплового потока. С помощью термоградиентографа ПТГ-ЗМТ, например, измеряется лишь термоградиент в одной точке района, который записывается на ленте в аналоговой форме, после чего зонд поднимается на судно вместе с колонкой грунта, где измеряется его теплопроводность. Автоматизировать процесс измерения при таком методе измерения невозможно, кроме того, погрешность измерения коэффициента теплопроводности возникает ввиду изменения условий, в которых находится колонка грунта, и расшифровка записи термоградиента достаточно трудоемка.

Разработанная автоматизированная система для измерения теплового потока через дно океана (АСТП) состоит из двух частей - автономного погружного зонда, включающего в себя датчики температуры, термоградиента и коэффициента теплопроводности, аналого-цифровые преобразователи, таймер и запоминающее устройство, и бортовой части с устройством согласования, интерфейсом и микро-ЭВМ "Электроника-60" для обработки результатов зондирования заданного района после подъема зонда на борт судна.

Наиболее высокие требования по точности измерения, линейности, временной стабильности характеристики предъявляются к датчику термоградиента, измеряющему разность температур в донных осадках по вертикали на базе 1 м.

С целью уменьшения теплоемкости и во избежание искажения исследуемого температурного поля датчики термоградиента выполнены

на двух малогабаритных никелевых терморезисторах индивидуального изготовления из микропровода с повышенными требованиями к разбросу их сопротивлений и ТКС. Термоградиент определяется по формуле

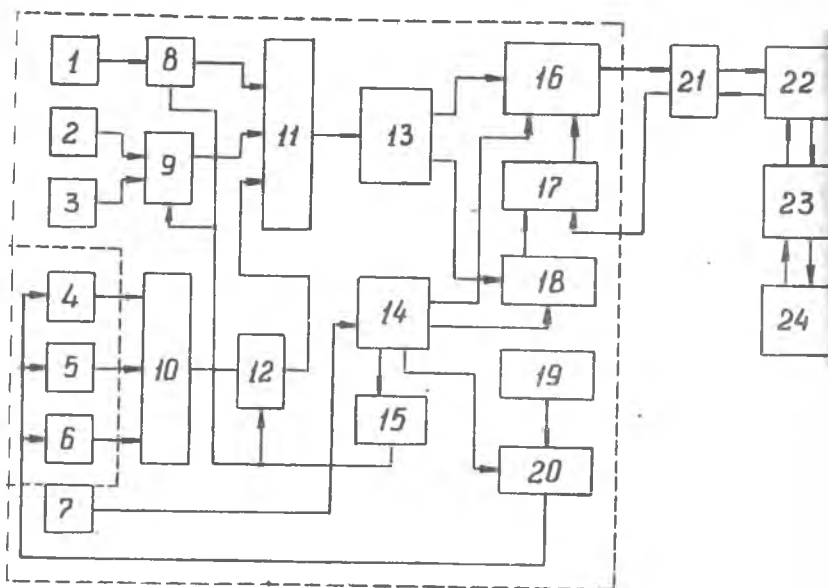
$$\Delta T = \frac{1}{R_{t02} \alpha} [\Delta R_t - \Delta R_{t0}(1 + \alpha T_1)],$$

где ΔR_t - разность сопротивлений терморезисторов;
 ΔR_{t0} - разброс сопротивлений терморезисторов при 0°C ;
 R_{t02} - сопротивление нижнего терморезистора при 0°C ;
 α - температурный коэффициент сопротивления;
 T_1 - температура верхнего терморезистора.

Очевидно, что для определения термоградиента необходимо измерение температуры верхнего терморезистора. Для этой цели применен платиновый термометр сопротивления градуировки 22, который, кроме того, используется для тарировки никелевых терморезисторов. Коэффициент теплопроводности определяется путем снятия параметров кривой нагрева в трех точках игольчатого зонда, где расположены миниатюрные медные терморезисторы.

Высокую точность измерения параметров теплового потока в широком диапазоне изменения внешних условий обеспечивают тестовые методы повышения точности измерений с использованием трехтактного тестового алгоритма. Это позволило устранить аддитивную и мультипликативную коррелированные составляющие погрешности, а также нелинейность функции преобразования мостовой измерительной цепи.

Структурная схема АСТП представлена на рис. 1. Процесс измерения начинается после спуска погружного зонда, срабатывания датчика вхождения в грунт 7, включения таймера I4, питания измерительных схем и временной задержки 3-5 мин., в течение которой наступает тепловое равновесие датчиков со средой и происходит прогрев аппаратуры. Затем последовательно осуществляется измерение температуры и термоградиента путем преобразования сопротивления платинового терморезистора I, разности сопротивлений никелевых терморезисторов 2,3 преобразователями 8,9 в частотный сигнал. Терморезисторы 4,5, 6 датчика теплопроводности коммутатором I0 поочередно подключаются к входу преобразователя I2 сопротивления в частоту, при этом вначале измеряется температура среды в месте расположения датчиков, затем включается линейный нагреватель 20 и по заданной программе снимаются параметры кривой нагрева. Частотные сигналы с выходов всех преобразователей через коммутатор II подключаются к входу преобразователя частоты в I6-разрядный код I3. По командам



Р и с. 1. Структурная схема АСТП

таймера блок формирования тестов 15 управляет тактами тестовых измерений.

Полученный массив данных запоминается в ОЗУ 16 емкостью 4К байт, что позволяет без подъема зонда на борт судна произвести измерения в 32 точках зондирования. Таймер по окончании измерений очередной точки дна отключает питание измерительных схем, оставляя под напряжением лишь цифровую часть зонда, реализованную на К-МОП микросхемах серии К561 и К564 и потребляющую в режиме хранения мощность не более 30 мВт.

После подъема на борт судна зонд через устройство согласования 21 подключается к кабелю, соединяющему его с интерфейсом ЭВМ. При передаче информации по кабелю происходит искажение и задержка сигналов, что не позволяет подключить ОЗУ непосредственно к магистрали ЭВМ, в связи с чем разработан специализированный интерфейс 22. Информация об измеряемых параметрах считывается из ОЗУ,

обрабатывается на микро-ЭВМ "Электроника-60" 23 и выводится на ленту и цифropoleчь.

При испытании макета АСПП установлено, что погрешности измерения температуры и термоградиента не превышают $0,01^{\circ}\text{C}$ в диапазонах $0...+10^{\circ}\text{C}$ и $-0,5...+0,5^{\circ}\text{C}$ соответственно, и относительная погрешность измерения коэффициента теплопроводности не превышает 5% при изменении температуры окружающей среды от -10 до $+50^{\circ}\text{C}$ в течение не менее 6 месяцев.

Натурные испытания в Японском море показали, что применение системы позволяет автоматизировать исследования теплового потока через дно океана, резко повысить их производительность за счет возможности зондирования большого района без подъема зонда на борт судна, а также значительно сократить время на обработку результатов измерений и повысить их достоверность.

Л и т е р а т у р а

И. Любимова Е.А., Никитина В.Н., Томара Г.А. Тепловые поля внутренних и окраинных морей СССР. - М.: Наука, 1976.

УДК 621.1

Е.Ю.Арефьев, В.К.Компанец

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВВОДА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СТАНДАРТЕ КАМАК
(г.Куйбышев)

Система входит в состав автоматизированной системы обработки изображений и предназначена для преобразования изображения в цифровую форму с последующим вводом и регистрацией его в памяти ЭВМ или в магнитном регистраторе [1]. Система выполнена в стандарте КАМАК на базе микро-ЭВМ "Электроника-60" с использованием промышленной телевизионной установки (ПТУ). Структурная схема системы представлена на рис.1. Система включает в себя крейт КАМАК, микро-ЭВМ "Электроника-60", "Видеотон-340", фотосчитыватель FS-1501, перфоратор ПЛ-150М, устройство широкой печати DARK-II56, графо-