

чае, некоторые из них) могут быть рассмотрены как застывшие (остывающие) периферические магматические очаги.

Говоря о возможности существования таких крупных периферических магматических очагов в верхних слоях земной коры надо отметить, что подобные очаги (с размерами от 2 до 10—15 км в поперечнике) на различных глубинах (начиная от 1,5 до 2,0 км от поверхности) геофизическими методами обнаружены и в других областях молодого и современного вулканизма [4].

Выявленные магматические очаги, судя по их геометрическим параметрам и молодому возрасту активности, должны создавать локальные геотермические аномалии, выделяющиеся на фоне общего возмущения от глубинного источника. В работе [5] отмечается, что магматические тела объемом 10—100 км³ и глубиной кровли 5—10 км в течение первых миллионов лет после их образования могут вызывать аномалии теплового потока интенсивностью от 10—20 до 100—200 мВт/м² в районе их эпицентров и на расстояниях до 10 км от него.

Ясно, что выделение таких локальных аномалий и использование их для достоверного определения температурных условий остывающих магматических очагов возможно лишь при наличии достаточно детальных геотермических данных. В случае появления такой возможности приведенные здесь геометрические параметры магматических очагов, полученные независимым путем, могут быть использованы в качестве исходных данных, что значительно уменьшит неопределенность решения геотермической задачи.

Некоторые предположения относительно современных температурных условий периферических магматических очагов могут быть сделаны и сейчас, на основе тех же магнитометрических данных. Так, уже тот факт, что они создают магнитные аномалии, сам по себе говорит о том, что их температура ниже точки Кюри (550—600°C). Возможно, что нижние части этих очагов имеют температуру выше точки Кюри, однако они в магнитном поле, естественно, не могли отражаться. С другой стороны, рассчитанные значения интенсивности намагничивания источников наблюдаемых аномалий хотя и в общем соответствуют магнитным свойствам андезитовых-андезито-базальтовых лав, однако в случае отдельных тел (наиболее крупных) эти значения ($7,8 \cdot 10^{-3} \text{ СГС}$) являются несколько повышенными для глубинных аналогов указанных пород. Одним из возможных объяснений этого явления может быть высокая температура (в интервале 200—400°C) горных пород, слагающих тело. Именно в этом интервале температур наблюдается значительное (в 1,5—2,0 раза) увеличение магнитной восприимчивости ферромагнитных минералов по сравнению с нормальными условиями [6].

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР

Поступила 23.VI. 1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалян М. С. О возможной причинной связи геотермического и магнитного полей в области новейшего вулканизма Армянской ССР и некоторые вопросы их интерпретации.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1976, № 2, с. 75—80.
2. Бадалян М. С. Особенности глубинного строения вулканов Гегамского нагорья по геофизическим данным.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 2, с. 59—67.
3. Бадалян М. С. Особенности новейшего вулканизма Армении (по геофизическим данным). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986. 108 с.
4. Балеста С. Т. Земная кора и магматические очаги областей современного вулканизма. М.: Наука, 1981. 134 с.
5. Гордиенко В. В., Завгородняя О. В., Якоби Н. М. Тепловой поток континентов. Киев: Наукова думка, 1982. 184 с.
6. Нагата Т. Магнетизм горных пород. М.: Мир, 1965. 347 с.
7. Ширинян К. Г. Возможные петрогеотермические ресурсы новейшего вулканического пояса Армянской ССР и некоторые проблемы их поисков и изучения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, № 3, с. 36—46.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, № 6, 66—68.

УДК 624.131.550.834.015.2

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. Р. ПАЙЛЕВАНЯН

СПЕКТРАЛЬНЫЙ СПОСОБ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

Если в одной точке горного массива будут последовательно возбуждаться упругие колебания на различных частотах, но одинаковой амплитуды, а в другой, на значительном расстоянии от первой, много большем длины упругой волны и они будут приниматься, то при равномерной частотной характеристике электроакустического тракта и неизменности излучателя амплитуда принимаемых колебаний будет изменяться с изменением частоты. Это эффект фильтрующего действия реальных сред, в том числе следующих факторов:

—частотная зависимость поглощения энергии упругих колебаний;

—интерференция в слоистой среде упругих волн (продольных, поперечных, объемных), зависящая от отношения толщины слоев к длине волны и угла падения на слой;

—различие акустических жесткостей слоев;

—рассеяние энергии упругих колебаний на мелких неоднородностях и шероховатостях поверхностей раздела слоев, зависящих от соотношения длины волны и размеров неоднородностей.

В качестве носителя информации о состоянии горных пород используется изменяемый по частоте в пределах некоторой полосы частот непрерывный синусоидальный сигнал.

Горную породу можно представить как линейную инерционную систему, параметры которой (например, плотность ν , модуль Юнга E , вязкость η и др.) по пути прохождения акустической волны являются случайными величинами. В качестве характеристики такой линейной системы принимается передаточная функция—спектральная поглощающая способность горной породы. Затухание излученного спектра случайных шумов обратно пропорционально длине базы и прямо пропорционально величине частотно-зависимой поглощающей способности пород.

Каждая частица горной породы имеет свои прочностные и акустические характеристики, не сходные с таковыми других частиц. Ввиду этого, пространственное распределение свойств частиц имеет характер случайного процесса даже для вполне однородных пород.

Носителем информации о физико-механических параметрах случайно распределенных в пространстве частиц горных пород являются упругие волны (амплитуда, частота, фаза), которые изменяются во времени по случайному закону в заданных пределах.

Благодаря наличию взаимосвязи между физико-механическими (прочность, плотность, вязкость) и акустическими (скорость, затухание) параметрами спектр принятых, прошедших сквозь сечение породы упругих волн G_2 будет отличаться от исходного, излученного спектра G_1 , то есть:

$$G_2(\omega) = K(\omega) \cdot G_1(\omega), \quad (1)$$

где ω —частота колебаний, $K(\omega)$ —передаточная функция инерционного звена.

Зная параметры $G_1(\omega)$ и $G_2(\omega)$, можно определить $K(\omega)$, по характеристикам которой определяются физико-механические параметры.

Как следует из формулы (1), спектры $G_1(\omega)$ и $G_2(\omega)$ имеют различия ввиду фильтрующего свойства горной породы. Так как фильтрация более высокочастотных составляющих излучаемого спектра происходит тем интенсивнее, чем выше частота, то очевидно, что средняя частота принятого спектра $G_2(\omega)$ смещена в низкочастотную область.

Величину смещения средней частоты ω_0 принятого спектра можно оценить, вычислив с помощью автокорреляционной функции ее период τ на разных базах l_1 и l_2 для одной и той же горной породы.

Смещение средней частоты должно характеризовать $K(\omega)$ горной породы, являющейся функцией ее физико-механических свойств.

Непосредственное изучение принятого спектра $G_2(\omega)$ является затруднительным и поэтому удобно получить параметры спектра косвенно, выражая их через параметры корреляционной функции, используя при этом формулы перехода Фурье:

$$B(\tau) = 1/2 \int_{-\infty}^{\infty} G(\omega) \exp(i\omega\tau) d\omega \quad (2)$$

$$G(\omega) = 1/\pi \int_{-\infty}^{\infty} B(\tau) \exp(-i\omega\tau) d\tau. \quad (3)$$

Следовательно, любое изменение состава $G(\omega)$ немедленно отразится и на параметрах корреляционной функции $B(\tau)$, период которого приближенно равен:

$$\tau_0 \approx \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{1}{f_0}. \quad (4)$$

Отсюда вытекает возможность оценки физико-механических свойств горных пород посредством измерения параметров корреляционной функции, имеющих связь со спектральной поглощающей способностью горной породы $K(\omega)$.

Для оценки физико-механических свойств пород вводится показатель, характеризующий смещение средней частоты принятого спектра на единице пути прохождения упругой волны:

$$\Delta f_0 = \frac{f_{01} - f_{02}}{l_1 - l_2}. \quad (5)$$

Из-за случайного распределения параметров γ , E , η величина Δf_0 будет иметь дисперсию тем большую, чем больше неоднородность исследуемой среды. Поэтому резкое изменение Δf_0 связано с наличием структурных отложений в породе или тре-

щия, пор. параметры которых значительно отличаются от таких же утвержденных показателей однородной горной породы. С помощью такого метода вычисляется частота спектральной плотности f_{01} на длине элемента горной породы, равной l_1 . После этого длина уменьшается на величину Δl и измеряется частота спектральной плотности f_{01} на полученной длине $l_2 = l_1 - \Delta l$. Используя формулу (5), находим смещение частоты Δf_0 , по которой определяются один или несколько из интересующих параметров горной породы по ранее снятым зависимостям типа

$$R = f(\Delta f_0), \quad (6)$$

где R — интересующий физико-механический параметр, характерный для исследуемой горной породы.

Во избежание возникновения интерференционных явлений, необходимо использовать однородные по структуре образцы горных пород длиной не менее $5\lambda_0$.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР

Поступила 23.VI.1986.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, № 6, 68—70.

УДК 550.380.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. В. ХАЧИКЯН, С. Р. ОГАНЕСЯН

ОБ АБСОЛЮТНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ГЕОМАГНИТОМЕТРАМИ РМР-2А

Протонные магнитометры являются эталонными измерителями абсолютных значений геомагнитного поля (ГМП), которые успешно используются в магнитометрии с 60-ых годов. Их принцип действия основывается на использовании явления свободной прецессии протонов в однородном магнитном поле (Ларморовая прецессия).

Согласно условию Лармора между частотой прецессии и напряженностью измеряемого магнитного поля существует прямопропорциональная зависимость.

В первых протонных геомагнитометрах, как правило, измерялся либо период сигнала прецессии, либо его частота. А абсолютное значение ГМП получалось после вычислений, проводимых по формуле:

$$T = \frac{f \cdot 2^{n+1}}{\gamma_p \cdot N} \cdot f_{\omega}, \quad (1)$$

где n — разрядность счетчика;

$\gamma_p = 0.267513 \pm 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$, гиромагнитная постоянная протонов рабочего вещества, которой могут быть дистиллированная вода, керосин, спирт, ацетон и т. д.;

f_{ω} — выходная частота кварцевого генератора;

N — показание счетчика.

При измерении польскими протонными магнитометрами типа РМР-2А непосредственно регистрируются периоды колебаний свободной прецессии, которые рассчитываются по прилагаемой к прибору таблице значений геомагнитного поля в $nTл$.

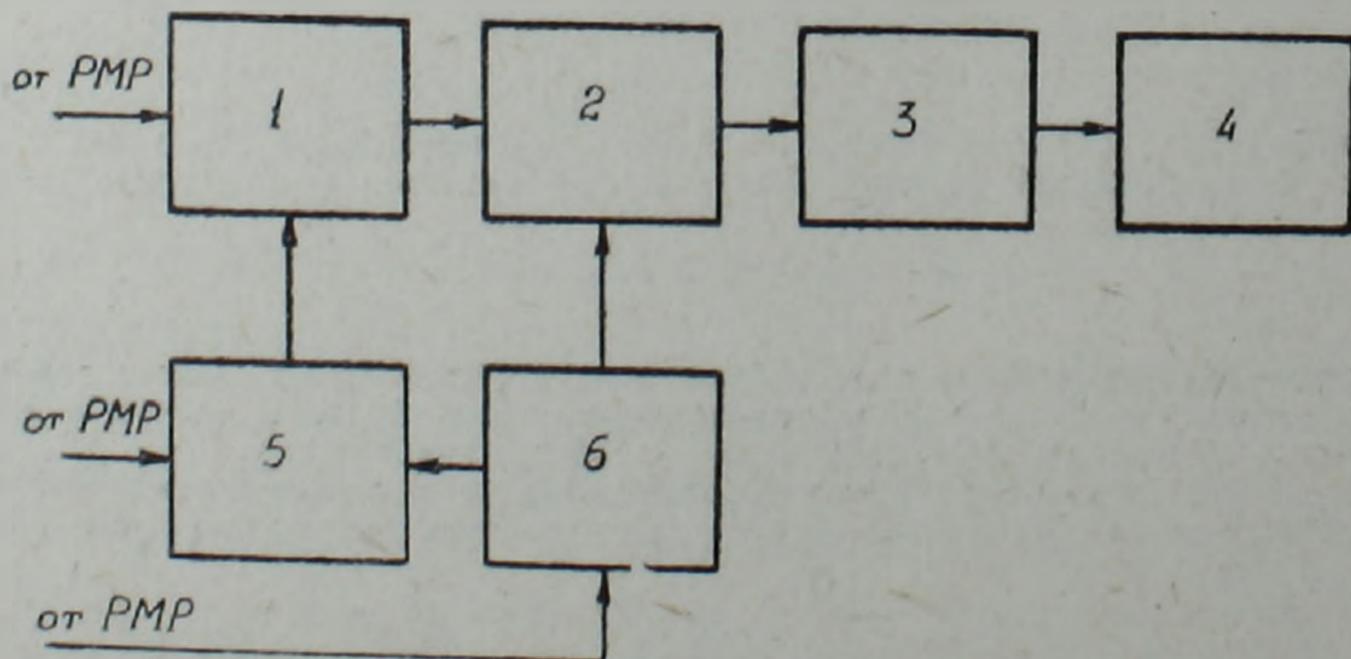


Рис. 1. Блок-схема приставки. 1—десятичный счетчик; 2—мультиплексор; 3—согласующий блок; 4—микрокалькулятор; 5—блок занесения контактов; 6—блок управления.