

еревано-ленинканского типа *.

Основываясь на характере корреляционной связи пористости с другими петрофизическими параметрами, можно заключить, что игнимбриты и в этом аспекте занимают особое положение, отличное от остальных типов пород (осадочных, эффузивных, интрузивных, метаморфических).

Институт геологических наук
АН АрмССР

Поступила 28.XII 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каралетян К. И., Солодовников Г. М. Новые данные о возрасте и стратиграфии игнимбритов Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 2, с. 24—30.
2. Состав, физические свойства и вопросы петрогенезиса новейших вулканических образований Армении—М. И. Толстой, К. Г. Ширинян, И. М. Остафийчук и др.—Изд. АН АрмССР, Ереван, 1980, 322 с.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика (Под ред. Н. Б. Дортман)—М.: Недра, 1984, 455 с.
4. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1961, 160 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 2, 70—72

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.834

С. Р. ПАЙЛЕВАНЯН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Распространение упругих колебаний в горной породе рассматривается как энергетический процесс. По мере распространения в среде интенсивность волны уменьшается в результате того, что встречающиеся на пути волны препятствия способны отразить, рассеять или поглотить энергию упругих волн. Уменьшение интенсивности упругой волны вследствие этих явлений является частотнозависимым.

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 ($L_{\text{мин}} > 5\lambda$), 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.

Вследствие анизотропии каждая частица горной породы имеет свои прочностные и акустические характеристики, не сходные с таки-

* В игнимбритах автором выделено три типа пористости: 1—интерстиционный (пространство между пепловыми частицами, а также между ними и кристаллами, ксенолитами и фьямме); 2—везикулярный (газовые пузырьки); 3—трещиноватый (перлитовые и контактовые трещинки), особенно отчетливо проявляющийся при механической обработке.

В игнимбритах ЕЛТ пористость складывается из первого и третьего, в АТ—преимущественно второго, а в ПТ—всех трех типов.

ми же характеристиками 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 и фаза которых изменяются во времени по случайному закону в заданных пределах.

В качестве носителя информации о напряженном состоянии горных пород можно использовать изменяемый по частоте в пределах некоторой полосы частот непрерывный синусоидальный сигнал. Горную породу можно представить как линейную инерционную систему, параметры которой, например, плотность, модуль Юнга, вязкость и другие, 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 частотнозависимой поглощающей способности породы. С укорочением базы полоса пропускания принятого сигнала расширяется, в связи с этим возникает необходимость оценивать возможные изменения спектрального состава принимаемых волн в зависимости от длины базы прозвучивания.

Для простоты вычисления представим неоднородность затухания спектра по частоте на расстоянии Δl в виде линейной зависимости

$$K(\omega) = -A\omega + K_0, \quad (1)$$

а спектр, зарегистрированный на расстоянии l_0 от излучателя, в виде:

$$G(\omega) = \frac{1}{K(\omega)}, \quad (2)$$

в полосе частот $[\omega_1; \omega_2]$.

Тогда из условия нахождения ω_{01} , усреднением по спектру

$$\int_{\omega_1}^{\omega_{01}} G_1(\omega) d\omega = \int_{\omega_{01}}^{\omega_2} G_1(\omega) d\omega \quad (3)$$

найдем значение ω_{01} :

$$\omega_{01} = \frac{K_0 - \sqrt{(K_0 - A_0\omega_2)(K_0 - A_0\omega_1)}}{A_0}. \quad (4)$$

На расстоянии $l_0 + \Delta l$ от излучателя будет зарегистрирован сигнал со спектром

$$G_2(\omega) = K(\omega) \cdot G_1(\omega). \quad (5)$$

Из уравнений (1), (2) и (5) получим $G_2(\omega) = 1$, а из условия нахождения ω_{02} усреднением по спектру

$$\int_{\omega_1}^{\omega_{02}} G_2(\omega) d\omega = \int_{\omega_{02}}^{\omega_2} G_2(\omega) d\omega \quad (6)$$

найдем значение ω_{02} :

$$\omega_{02} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}. \quad (7)$$

Для простоты вычислений базу прозвучивания увеличим еще на Δl . Тогда на расстоянии $l_0 + 2\Delta l$ от излучателя будет зарегистрирована волна со спектром $G_3(\omega)$:

$$G_3(\omega) = K(\omega) \cdot G_2(\omega) = K^2(\omega) \cdot G(\omega) = K(\omega).$$

Значение ω_{03} находим аналогично ω_{01} и ω_{02} усреднением по спектру

$$\int_{\omega_1}^{\omega_{0,3}} G_3(\omega) d\omega = \int_{\omega_{0,2}}^{\omega_2} G_3(\omega) d\omega, \quad (8)$$

$$\omega_{03} = \frac{K_0 - \sqrt{K_0^2 - A_0 \left[K_0(\omega_1 + \omega_2) - \frac{A}{2}(\omega_1^2 + \omega_2^2) \right]}}{A_0}. \quad (9)$$

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:

$$B(\tau) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} G(\omega) \exp(i\omega\tau) d\omega; \quad (10)$$

и

$$G(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} B(\tau) \exp(-i\omega\tau) d\tau. \quad (11)$$

Следовательно, любое изменение состава $G(\omega)$ немедленно отразится и на параметрах корреляционной функции $B(\tau)$.

Период корреляционной функции τ_0 приближенно равен

$$\tau_0 \sim \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{1}{f_0}.$$

Отсюда вытекает возможность оценки физико-механических свойств горных пород и изменения напряженного состояния массива в зависимости от изменений физических свойств пород, посредством измерения параметров корреляционной функции, имеющих связь со спектральной поглощающей способностью горных пород $K(\omega)$.

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

$$\Delta f_0 = \frac{f_{01} - f_{02}}{l_1 - l_2}. \quad (12)$$

Из-за случайного распределения плотности, модуля Юнга и вязкости величина Δf_0 будет иметь дисперсию тем большую, чем больше неоднородность исследуемой горной породы. Поэтому резкое изменение Δf_0 связано с наличием структурных отложений, трещин, пор, параметры которых значительно отличаются от таких же усредненных показателей однородной горной породы.

Помимо этого изменения в спектре принимаемых волн, наблюдается также при изменении базы прозвучивания. Смещения Δf_0 , определенные из первых двух измерений

$$\Delta f_0 = \frac{f_{02} - f_{01}}{\Delta l} \quad (13)$$

и из первого и третьего измерений

$$\Delta f_0 = \frac{f_{03} - f_{01}}{2\Delta l} \quad (14)$$

будут отличаться, в чем можно убедиться подставив в выражение (12) значения частот из (4), (7) и (9).

Таким образом учет искажений спектра принимаемых колебаний при линейном законе затухания позволяет оценить те изменения спектра, которые связаны с напряженным состоянием массива горных пород. При этом рекомендуется использовать смещения средней частоты принятого спектра на единице пути прохождения упругой волны по формуле (12).

Исследование физико-механических свойств горных пород корреляционным способом эффективно благодаря взаимосвязи акустических параметров и физико-механических свойств. Этот вывод распространяется на породы, имеющие спектральные характеристики, аппроксимируемые экспонентой или близкой к ней кривой.

Для осуществления контроля свойств горных пород и их неоднородностей спектральными и корреляционными методами в исследуемый блок горной породы излучаются акустические волны, параметры которых изменяются во времени по случайному закону. Далее вычисляется частота спектральной плотности f_{01} на длине элемента горной породы, равной l_1 . После этого длина первоначально взятого элемента уменьшается на величину Δl и производится повторное измерение частоты спектральной плотности f_{02} на полученной длине $l_2 = l_1 - \Delta l$. Используя формулу (12), с учетом искажений по формулам (13) и (14), находят величину смещения частоты Δf_0 , по которой определяются искомые параметры горной породы (напряженное, физико-механический параметр) по ранее снятым корреляционным зависимостям типа $R = f(\Delta f_0)$.

Институт геофизики
и инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 19.IX 1988

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 2, 73—75

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

**О X ВСЕСОЮЗНОМ ЛИТОЛОГИЧЕСКОМ СОВЕЩАНИИ
«ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСАДОЧНЫЕ И ВУЛКАНОГЕННО-
ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ ОФИОЛИТОВЫХ ЗОН
Mz—Kz (КАРПАТЫ, КАВКАЗ, АНАДЫРЬ, КАМЧАТКА,
САХАЛИН, СОВ. ПРИМОРЬЕ)»**

С 21 по 27 ноября 1988 г. вблизи г. Дилижана АрмССР (в Доме творчества композиторов) состоялось X ВЛС, в котором участвовало 60 представителей геологических научных, учебных и производственных учреждений страны (Москвы, Киева, Львова, Тбилиси, Еревана, Новосибирска, Душамбе, Хабаровска, Магадана, Южно-Сахалинска, Петропавловска-Камчатского, Анадыря). Совещание было создано по решению Межведомственного литологического комитета АН СССР с согласия АН АрмССР, организатор совещания—Институт геологических наук АН АрмССР, с участием ПО «Армгеология».

Открывая совещание зам. академика-секретаря Отделения химических и геологических наук АН АрмССР, академик АН АрмССР