

ванной поляризации. — В кн.: Методика и техника разведки, 1972, № 81, с. 15—21.

12. Шаповалов О. М., Черныш В. Ю., Кузьмичев В. В. Метод производной вызванной поляризации и его практическое применение. — В кн.: Методы разведочной геофизики, Л.: НПО «Геофизика», 1976, вып. 26, с. 86—95.

Известия АН Армении, Науки о Земле, XI.V, № 1, 1992, 47—53

УДК: 550.347.097.23:552

Г. М. АВЧЯН

## СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УПРУГИХ ВОЛН В АНИЗОТРОПНЫХ ПОРОДАХ

Согласно пространственно-направленной палеомагнитной анизотропии пород в них имеется структурная слоистость, которая и обуславливает анизотропию. Теоретически рассчитана зависимость скорости распространения упругих волн в произвольном направлении при наличии в породе «П» преград, представленных системой трещиноватости, слоями с отличными от матрицы характеристиками, зонами сжатия и растяжения и т. д.

Преграды могут быть ориентированы в пространстве произвольно, характеризующиеся коэффициентом интенсивности преграды, азимутом простирания и наклоном.

Экспериментально подтверждена справедливость рекомендуемого уравнения, которое может быть применено для расчета скорости в различных средах с различными дефектами.

В соответствии с пространственно-направленной палеомагнитной анизотропией пород [1, 2, 3] в последних существуют несколько видов структурной слоистости. Термин «слоистость» в данном случае не является синонимом термина, обозначающего сложение пород из масс, различающихся по составу (текстурная слоистость). Здесь и далее под термином «слоистость» подразумевается определенная ориентировка частиц, направленное распределение напряжений и деформации, определенное расположение плоскости трещин в пространстве и т. д. Эта слоистость свойственна как осадочным, так и магматическим породам и не имеет поверхности раздела по параллельным направлениям, а также не проявляется в текстуре пород. При этом, как было показано [2, 3], каждый вид структурной слоистости имеет определенную ориентировку относительно направления древнего геомагнитного поля эпохи формирования пород.

Следовательно, исходя из определения структурной палеомагнитной слоистости, каждая порода потенциально анизотропна, и для нахождения скорости распространения упругих волн в породах необходимо исходить из предположения, что в них уже имеются системы—преграды с определенной ориентировкой относительно направления распространения волны.

Предположим, что в изотропной, однородной среде время прохождения волны со скоростью  $v_0$  в произвольном направлении в ин-

тервале  $l_0$  равно  $t_0 = \frac{l_0}{v_0}$ . Если по направлению распространения вол-

ны находится направленно-расположенная система-преграда (структурная слоистость), то время распространения волны из-за преграды должно увеличиться или уменьшиться относительно  $t_0$  на величину

$$\Delta t, \quad t_1 = t_0 \pm \Delta t_1 = t_0 (1 \pm \Delta t_1 / t_0) \quad (1)$$

или

$$v_1 = v_0 (1 \pm \Delta t_1 / t_0) = v_0 / k, \quad (2)$$

где  $k$  — коэффициент увеличения или уменьшения скорости из-за преграды на пути распространения волны. Если преграда задерживает распространение волны, как например, трещина, то знак — положительный. Если преграда представлена слоями с более высокими значениями скорости распространения волны, чем  $t_0$ , то знак перед  $\Delta t$  должен быть отрицательным.

В дальнейших наших рассуждениях будем исходить из предположения, что структурная слоистость приводит к уменьшению скорости (к увеличению времени распространения волны), в связи с чем в уравнении (1)  $\Delta$  будет принят со знаком плюс. В этом случае коэффициент  $k$  в уравнении (2) будет характеризовать уменьшение скорости в заданном направлении, обусловленное структурной слоистостью породы.

Если по пути распространения волны имеется вторая система преграды, но с другой пространственной ориентировкой относительно направления распространения волны, то эта система в свою очередь увеличивает время распространения волны на величину  $\Delta t_2$  из предположения, что первая система трещиноватости отсутствует. Тогда суммарное время прохождения волны  $t_{(2)}$  в заданном направлении при двух системах будет

$$t_{(2)} = t_0 + \Delta t_1 + \Delta t_2 = t_0 + (t_1 - t_0) + (t_2 - t_0), \quad (3)$$

где  $t_1$  — время распространения волны в породе при отсутствии второй системы слоистости, а  $t_2$  — то же при отсутствии первой системы.

Аналогично для пород с « $n$ » системами слоистости  $t_{(n)}$  можно написать

$$t_{(n)} = t_0 + \Delta t_1 + \dots + \Delta t_n. \quad (4)$$

Поскольку

$$\left. \begin{aligned} \Delta t_1 &= t_1 - t_0 \\ \Delta t_2 &= t_2 - t_0 \\ &\dots \\ \Delta t_n &= t_n - t_0 \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

то

$$t_{(n)} = t_1 + t_2 + \dots + t_n - t_0(n-1) = \frac{1}{v_1} + \dots + \frac{1}{v_n} - \frac{n-1}{v_0}. \quad (6)$$

С учетом (2) получим

$$\begin{aligned} t_{(n)} &= \frac{1}{v_{(n)}} = \frac{k_1}{v_0} + \frac{k_2}{v_0} + \dots + \frac{k_n}{v_0} - \frac{n-1}{v_0}; \\ v_{(n)} &= v_0 / [k_1 + k_2 + \dots + k_n - (n-1)]. \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, для определения  $v_{(n)}$  в породах с « $n$ » системами преград, в частности с « $n$ » системами трещиноватости, необходимо определить  $v_0$  — скорость в изотропной однородной среде с равномерно-распределенной пористостью  $k_n$  и коэффициенты уменьшения скорости  $k_1, k_2, \dots, k_n$  для каждой системы с определенной ориентировкой и интенсивностью трещиноватости.

Согласно [4] скорость в однородной изотропной среде равна

$$v_0 = \left[ 3 \frac{1-\mu}{1+\mu} / (\beta_{тн} + k_n \beta_n) \right]^{1/2}, \quad (8)$$

где  $\mu$  — коэффициент Пуассона;  $\beta_{тн}, \beta_n$  — соответственно сжимаемость твердой фазы и порового пространства породы;  $\sigma$  — плотность.

При наличии в породе системы преград, представленной, в частности, системой трещиноватости или единичных слоев, уравнение (8) принимает вид

$$k_n \beta_n = k_{n,тр} \beta_{n,тр} + \sum_i^n \beta_{тр,i} k_{n,тр,i};$$

$$v_{(n)} = \left[ 3 \frac{1-\mu}{1+\mu} / \left( \beta_{тр} + k_{n,тр} \beta_{n,тр} + \sum_i^n \beta_{тр,i} k_{n,тр,i} \right) \sigma \right]^{1/2}. \quad (9)$$

Здесь

$$\beta_{тр,i} = \beta_{тр,i,max} \cdot \alpha_i,$$

где  $\beta_{тр,i}$  — сжимаемость преграды в произвольном направлении;  $\beta_{тр,i,max}$  — максимальная сжимаемость в направлении перпендикулярном плоскости преграды;  $k_{n,тр}$  — коэффициент интенсивности преграды;  $\alpha_i$  — коэффициент ориентировки преграды, относительно направления распространения волны;  $k_{n,гр}$ ,  $\beta_{n,гр}$  — соответственно пористость и сжимаемость межзерновых (гранулярных) пор. Индекс (тр) или (гр) относится к любой системе преград, представленных «палеомагнитной слоистостью» или системой трещиноватости, или системой распределения деформации и напряжения в среде и т. д.

Различаются два коэффициента интенсивности преграды  $k_{тр}$  — линейный и объемный. При линейной интенсивности  $k_{тр(l)} = \frac{N l_{пр}}{L}$ , где  $l_{пр}$  — ширина преграды,  $N$  — число преград на отрезке  $L$  в направлении, перпендикулярном плоскости простирания преграды. При объемной интенсивности  $k_{тр(v)} = \frac{V_{пр}}{V}$ , где  $V_{пр}$  — объем преграды,  $V_0$  — объем среды.

Если преграда представлена системой трещин, то в этих уравнениях  $l_{пр}$  и  $V_{пр}$  соответственно ширина единичной трещины и объем всех трещин.

Как известно, изменения плотности и функции  $f(\mu) = \left[ \frac{1-\mu}{1+\mu} \right]^{1/2}$ , обусловленные трещиноватостью, незначительны [4, 6]. Одновременно эти изменения заметного влияния на значения  $v_p$  не оказывают, в связи с чем, составляя отношение двух уравнений (8) и (9) для одной системы трещиноватости, получим:

$$v_0/v_{(1)} = \left[ 1 + k_{пр} \beta_{пр,max} / (\beta_{тр} + k_{n,гр} \beta_{n,гр}) \right]^{1/2}. \quad (10)$$

Поскольку в направлении, перпендикулярном плоскости преграды, сжимаемость максимальна, а скорость — минимальна ( $\alpha=1$ ;  $v_p = v_{min}$ ), а в направлении, параллельном плоскости преграды, сжимаемость преграды равна сжимаемости гранулярных пор ( $\alpha=0$ ,  $v_p = v_{max}$ ), то коэффициент анизотропии  $\lambda$  при одной системе преграды будет

$$\lambda = \frac{v_0}{v_{min}} = \left[ 1 + \beta_{пр,max} k_{пр} / (\beta_{тр} + k_{n,гр} \beta_{n,гр}) \right]^{1/2}. \quad (11)$$

Для нахождения коэффициентов уменьшения  $k_1, k_2 \dots k_n$  в уравнении (7) воспользуемся обозначениями рис. 1а и принципом эллиптической анизотропии скорости для слоистой среды [5, 7]. Плоскость АВДГ является плоскостью максимальной скорости, т. е. в направлении, параллельном этой плоскости,  $v_p$  максимальна. Если эта плоскость наклонена относительно горизонтальной оси АВ под углом  $\beta$ , и относительно оси ОО1 под углом  $\gamma$ , то из эллипсов, проходящих через  $CNEC'$  и  $OMNO'$ , получим:

$$v_{om} = v_x = v_0 / \left\{ 1 + \left| \left( \frac{v_0}{v_{min}} \right)^2 - 1 \right| \cos^2 \beta / \cos^2 \gamma \right\}^{1/2}. \quad (12)$$

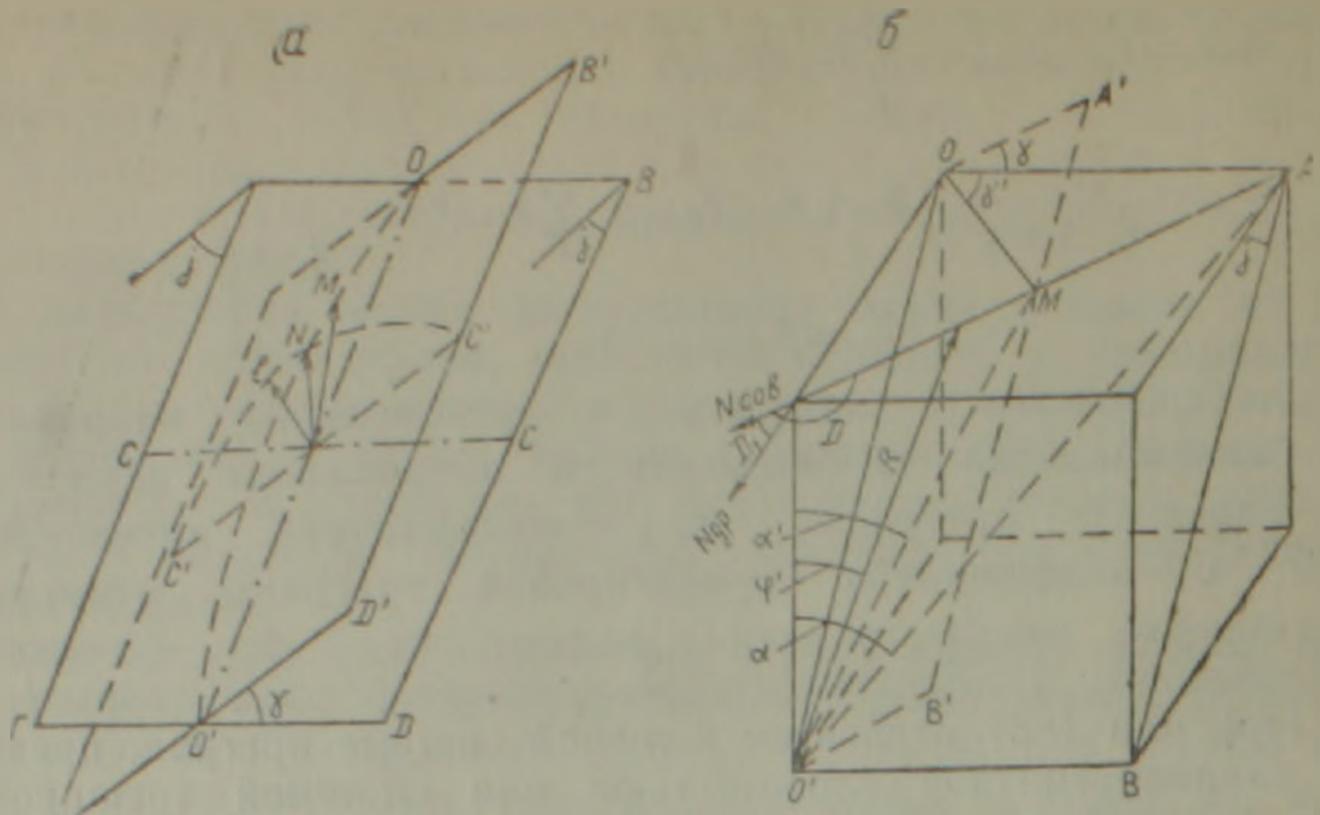


Рис. 1. Схема распространения волны в анизотропной среде (к рыволу уравнения (20)).

где  $v_z$ —скорость по вертикальной оси  $z$ .

Для нахождения скорости в произвольном направлении  $OR$  с наклоном  $P$  и азимутом  $D$  воспользуемся обозначениями рис. 1б. Согласно эллипсу, проходящему через  $MNO'M$ ,

$$v_{O'M} = v_z = v_0 \left\{ 1 + \left[ \left( \frac{v_0}{v_m} \right)^2 - 1 \right] \sin^2 \alpha' \right\}^{1/2}. \quad (13)$$

Здесь  $v_m$ —значение минимальной скорости в эллипсе  $MNO'M$ ,  $\alpha'$ —угол между осью  $ON$  и проекцией направления  $OK'$  на плоскость  $OA'MB'O'$ .

Совместное решение уравнений (10) и (11) относительно  $V_m$  дает

$$v_m^2 = v_0 \cos^2 \alpha' / [(\nu^2 - 1) \cos^2 j \cos^2 \gamma + \sin^2 \alpha']. \quad (14)$$

Зная  $v_m$  для данного эллипса, легко определить скорость по направлению  $OK$ , т. е. по направлению с азимутом  $D$  и наклоном  $\varphi'$ .

$$v_R = v_0 \left\{ 1 + \left[ \left( \frac{v_0}{v_m} \right)^2 - 1 \right] \sin^2 (\alpha' - \varphi') \right\}^{1/2}. \quad (14)$$

С учетом (12) получим

$$v_R = v_0 \left\{ 1 + (\nu^2 - 1) \cos^2 \gamma \cos^2 j / [\cos \varphi' - \sin \varphi' / \operatorname{tg} \alpha']^2 \right\}^{1/2}. \quad (15)$$

Таким образом, для определения  $v_R$  необходимо определить угол между  $ON$  и проекцией направления профиля  $OR$  на плоскость максимальной скорости  $OA'B'O'$ . Обозначим азимут падения плоскости  $OABO'$  через  $D_1$ . Угол  $\alpha'$  можно выразить через  $\alpha$ , т. е. через тот же угол при  $\gamma=0$ . Поскольку (рис. 1в)

$$NO = NA \cos(180 - D - D_1); \quad NO/NO' = 1/\operatorname{tg} j,$$

то

$$\operatorname{tg} \alpha = -1/\operatorname{tg} j \cos(D - D_1). \quad (16)$$

Из треугольника  $OMA$ , на основе закона синусов, следует

$$\frac{MA}{\sin \gamma'} = \frac{OA}{\sin \xi} = \frac{NA \sin(D - D_1)}{-\cos(\gamma' + D - D_1)},$$

$$\operatorname{tg} \alpha' = - \frac{\cos \gamma'}{\operatorname{tg} j \cos(\gamma' + D - D_1)} \quad (17)$$

Из треугольников  $OA'D$  и  $OdM$  следует

$$\operatorname{tg} \gamma' = \operatorname{tg} \gamma / \sin j. \quad (18)$$

С учетом (16), (18) уравнение (15) примет вид

$$v_R = v_0 / \{ 1 + (\lambda^2 - 1) [\cos \gamma \cos j \cos \varphi' + \sin \varphi' \cos(D - D_1) \times \\ \times \sin j \cos \gamma - \sin \varphi' \sin \gamma \sin(D - D_1)]^2 \}^{1/2}. \quad (19)$$

Поскольку угол  $j$  отсчитывается от горизонтальной плоскости, то при переводе начала отсчета  $\varphi'$  также от горизонтальной плоскости ( $\varphi' = \varphi + 90^\circ$ ) с учетом (17) получим

$$v_R = v_0 / [1 + (\lambda^2 - 1) a^2]^{1/2} = v_0 / k, \quad (20)$$

где

$$k = \sqrt{1 + (\lambda^2 - 1) a^2};$$

$$a = [\cos \varphi \sin j / \cos(D - D_1) - \sin \varphi \cos j] \cos \gamma - \cos \varphi \sin(D - D_1) \sin \gamma. \quad (21)$$

Коэффициент  $a$ , характеризующий взаимную ориентацию направления распространения волны и данной системы трещиноватости, назван нами коэффициентом ориентировки. Если направление распространения волны находится в одной плоскости с системой трещиноватости, то  $a = 0$ . В направлении, перпендикулярном плоскости трещиноватости,  $a = 1$ .

Таким образом, коэффициент уменьшения скорости  $k$  зависит от двух параметров — коэффициента анизотропии  $\lambda$  и коэффициента ориентировки системы  $a$ .

На основе уравнения (20) можно определить скорость в любом направлении пространства при наличии в породе неограниченного количества слоев — преград произвольной ориентации.

С учетом (20) уравнения (2) и (7) принимают вид

$$v_{(n)} = v_0 / [\sqrt{1 + (\lambda_1^2 - 1) a_1^2} + \dots + \sqrt{1 + (\lambda_n^2 - 1) a_n^2} - (n - 1)] \quad (21)$$

или

$$v_{(n)} = v_0 / \left[ (1 - n) + \sum_i^n \sqrt{1 + (\lambda_i^2 - 1) a_i^2} \right] = v_0 / \left[ (1 - n) + \sum_i^n k_i \right], \quad (22)$$

где  $k_i = \sqrt{1 + (\lambda_i^2 - 1) a_i^2};$

$$a_i = [\cos \varphi \sin j_i \cos(D - D_i) - \sin \varphi \cos j_i] \cos \gamma_i - \cos \varphi \sin(D - D_i) \sin \gamma_i.$$

Выше отмечалось, что в породе имеется несколько палеомагнитных слоев. Плоскость магнитной слоистости I вида (MI) составляет угол  $j_{MI}$  с горизонтальной плоскостью, а азимут падения —  $D_{MI}$ . Принимая в уравнении (20)  $j = j_{MI}$  получим

$$v_{MI} = v_0 / \{ 1 + (\lambda_{MI}^2 - 1) [\cos \varphi \sin j_{MI} \cos(D - D_{MI}) - \sin \varphi \cos j_{MI}]^2 \}^{1/2}. \quad (23)$$

Гравимагнитная слоистость перпендикулярна направлению полного вектора древнего геомагнитного поля и наклонена относительно горизонтальной плоскости под углом  $j_{MI} + 90^\circ$ . Азимут падения —  $D_{GM}$ . Следовательно, при гравимагнитной слоистости (ГМ)

$$v_{GM} = v_0 / \{ 1 + (\lambda_{GM}^2 - 1) [\sin \varphi \sin j_{MI} + \cos \varphi \cos j_{MI} \cos(D - D_{GM})]^2 \}^{1/2} \quad (24)$$

При магнитной слоистости II вида (MII)  $\gamma = 90^\circ$ .

$$v_{MII} = v_0 / [1 + (\lambda_{MII}^2 - 1) \cos^2 \varphi \sin^2(D - D_{MII})]^{1/2}. \quad (25)$$

При гравитационной слоистости (ГР)  $j_{ГР} = 0; \gamma = 0$

$$v_{ГР} = v_0 / \sqrt{1 + (\lambda_{ГР}^2 - 1) \sin^2 \varphi} \quad (26)$$

Достоверность уравнения (22) была проверена путем сопоставления теоретических расчетов  $v_{(2)}$  с результатами экспериментальных измерений на различных образцах туфов и базальтов. Измерение  $v_{(2)}$  проводилось по трем плоскостям через  $45^\circ$ . На рис. 2 приведены значения  $v_{(2)}$  по экспериментальным данным для 4-х образцов туфов, вырезанных из одного блока с одинаковой ориентировкой.

С учетом направления остаточной намагниченности  $j_{M1}$  и  $D_{M1}$  были подобраны значения  $\beta$ , при которых достигалось наилучшее совпадение экспериментальной кривой с теоретической в одной из плоскостей. Далее по этим значениям были рассчитаны величины по другим плоскостям, где имеются экспериментальные результаты. Сравнение этих данных показало их идентичность в пределах возможных экспериментальных ошибок.

А. К. Уруповым [7] эмпирически, на основе моделирования, получено уравнение для скорости в среде с двумя системами трещиноватости

$$v_{(2)}/v_0 = \frac{v_1 v_2}{v_0^2}, \quad (27)$$

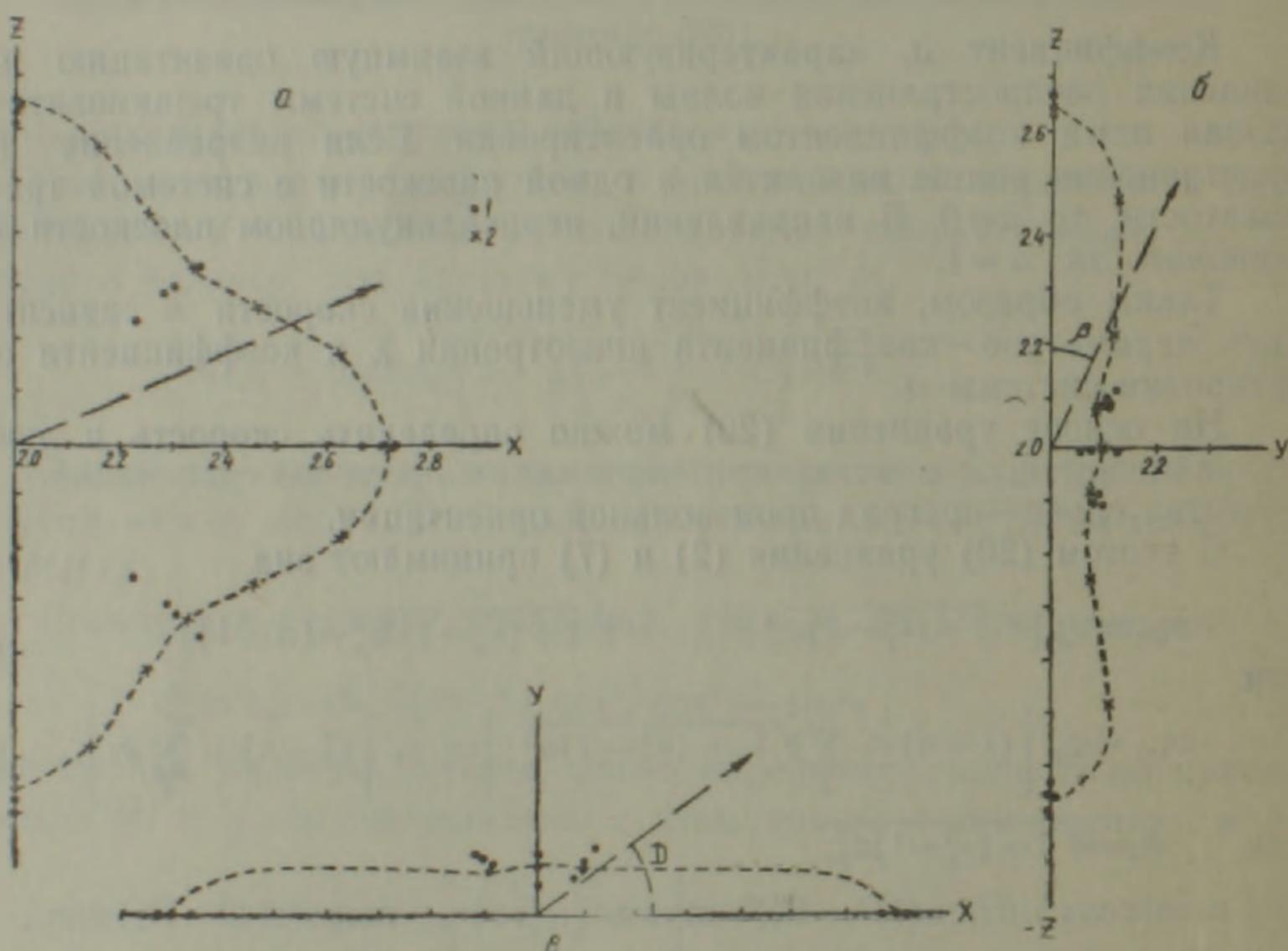


Рис. 2. Индикатрисы скорости для туфов по трем плоскостям: а—в плоскости XZ; б—в плоскости XY; в—в плоскости ZY. 1—экспериментальные значения; 2—расчетные значения при параметрах I слоя:  $j_1=0$ ;  $\lambda_1=2.07$ ,  $\gamma_1=0$ ; II слоя:  $j_2=90^\circ$ ,  $\lambda_2=2.05$ ,  $\gamma_2=0$ . III слоя:  $\lambda_3=2.62$ ,  $\gamma_3=90^\circ$ .

где  $v_1$ —скорость в среде, когда отсутствует вторая система трещиноватости;  $v_2$ —то же, при отсутствии первой системы трещиноватости.

Из уравнения (22) при двух системах трещиноватости получим

$$v_{(2)}/v_0 = 1/[-1 + \sqrt{1 + (\lambda_1^2 - 1)a_1^2} + \sqrt{1 + (\lambda_2^2 - 1)a_2^2}] - A \frac{v_1 v_2}{v_0^2}, \quad (28)$$

где

$$A = \frac{\sqrt{1 + (\lambda_1^2 - 1)a_1^2} \sqrt{1 + (\lambda_2^2 - 1)a_2^2}}{\sqrt{1 + (\lambda_1^2 - 1)a_1^2} + \sqrt{1 + (\lambda_2^2 - 1)a_2^2} - 1}. \quad (29)$$

Сравнение (27) и (28) показывает, что эти уравнения отличаются коэффициентом А. Оценим пределы изменения А. Поскольку

значения  $a_i$  в соответствии с (21) могут изменяться от 0 до 1, то при экстремальных значениях получим:

$$a_i \rightarrow 0 \quad A_0 \rightarrow 1$$

$$a_i \rightarrow 1 \quad A_1 \rightarrow \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 - 1}$$

Нетрудно заметить, что при малых значениях  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  величина  $A$  при  $a \rightarrow 1$  также близка к единице.

При моделировании [7] была использована среда с коэффициентом анизотропии  $\lambda_{1,2} = \frac{5,5}{4,9} = 1,12$ . В этом случае согласно (29)  $A = 1,012$ , т. е.  $A$  весьма близка к 1. Этим объясняется соответствие эмпирического уравнения (27) уравнению (28). Аналогично тождественно уравнению (20) эмпирическое уравнение из работы [7] для среды с «п» системами трещиноватости.

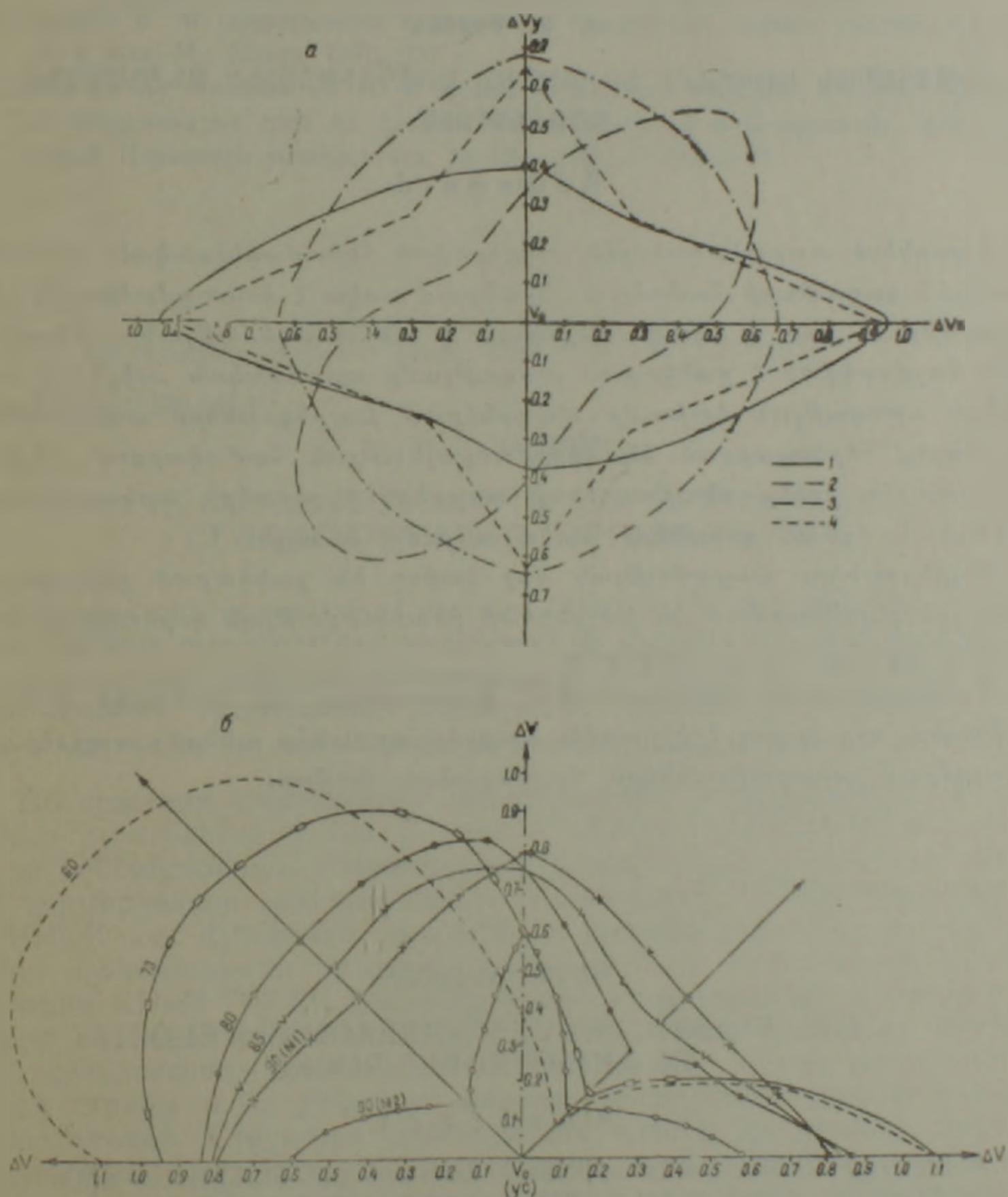


Рис. 3. а—индикатрисы скорости для различных пород (экспериментальные данные); б—то же, рассчитанные по уравнению (20). Шифр кривых—угол между двумя слоями. М1 и М2—разные масштабы.

$$v_{(n)}/v_0 = \prod_{i=1}^{i=n} \left( \frac{v_i}{v_0} \right)_i \quad (30)$$

Здесь также при малых  $\lambda$  различие между теоретическим и эмпирическим уравнениями (коэффициент А) близко к 1.

На рис. 3 приведены индикатрисы скорости  $v_{\text{ex}}$ , полученные экспериментально для различных пород в различных плоскостях. Любые из этих индикатрис можно получить и путем теоретического расчета по уравнению (20) при подборе значений  $\lambda_i$  при заданных  $J_i$  и  $D_i$  и направления измерения  $\varphi$  и  $D$ . Задача дальнейших исследований сводится к разработке аналитического или палеточного метода для оценки значений  $\lambda_i$  путем измерения  $v_{\text{ex}}$  по различным направлениям с учетом  $J_{M_i}$  и  $D_{M_i}$ , т. е. палеомагнитных направлений пород.

Ереванский государственный  
университет

Поступила 27.XI.1989.

## Հ. Մ. ԱՎՉԻԱՆ

### ԱՌԱՋԿԱԿԱՆ ԱՎԻՔՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ԱՐԱԴՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՆՀԱՄԱՍԻՌ ԱՊԱՐԵՐՈՒՄ

#### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ապարների տարածակույրենն ուղղորդված հնհամագնիսական անհամասեռության գաղափարի համաձայն, նրանցում առկա է կառուցվածքային շերտավորություն, որն էլ պայմանավորում է անհամասեռությունը: Տեսականորեն հաշվարկված է ցանկացած ուղղությամբ առաձգական ալիքների տարածման արագության կախումը ապարներում խոչընդոտների առկայությունից, որոնք ներկայացված են ճեղքվածքայնության համակարգով, ընդհանուր ապարից իրենց բնութագրերով տարբերվող շերտերի առկայությամբ, սեղմման և ձգման զոնաների առկայությամբ և այլն:

Խոչընդոտները տարածության մեջ կարող են ցանկացած դիրքորոշում ունենալ և բնութագրվում են խոչընդոտի ինտենսիվության գործակցով, տարածման ազիմուտով և հակմամբ:

Փորձնականորեն հաստատված է առաջարկվող մի բանաձևի իրավացիությունը, որը կարող է կիրառվել տարբեր արատներ ունեցող տարբեր միջավայրերում արագությունների հաշվարկման համար:

H. M. AVCHIAN

### THE ELASTIC WAVES SPREADING VELOCITY IN ANISOTROPIC ROCKS

#### A b s t r a c t

According to the rocks spatially directed paleomagnetic anisotropy, in rocks there is a structural bedding, which stipulates the anisotropy. It is theoretically calculated the dependence of the elastic waves spreading velocity in an arbitrary direction, when in rocks there are «n» obstacles, presented by a fracture system, by beds with different from matrix characteristics, by compression and extention zones e. t. c. Obstacles can be ar-

bitrary spatially oriented and are characterized by the obstacle intensity coefficient, by the strike azimuth and the inclination.

The justice of the recommended equation is experimentally corroborated, which can be applied for the velocity calculation in various media with various defects.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авчян Г. М., Маркосян Г. В. Прогноз направления разрушения пород — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 1, с. 63—66.
2. Авчян Г. М., Гектемин Л., Маркосян Г. В. Анизотропия скорости упругих волн в горных породах. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, № 3, с. 39—46.
3. Авчян Г. М., Маркосян Г. Г., Назаретян С. Н. Связь между направлением геомагнитного поля и геоструктурами Армении в период их заложения — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, № 6, с. 49—54.
4. Авчян Г. М., Матвеевко А. А., Стефанкевич Э. Б. Петрофизика осадочных пород в глубинных условиях. М.: Недра, 1979, 224 с.
5. Берзон И. С. Об индикатрисах средних сейсмических скоростей в случае слоистости среды. — Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., № 2, 1949.
6. Добрынин В. М. Деформация и изменение физических свойств коллекторов нефти и газа. М.: Недра, 1970, 237 с.
7. Урупов А. К., Неволин Л. П. О форме индикатрис скорости в случае слоистых и трещиноватых сред по данным ультразвукового моделирования. Ученые записки Пермского университета, № 127. 1965, с. 100—106.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992. XLV. № 1, 55—64

УДК 699.841+550.343.4

Э. Е. ХАЧИЯН

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В связи с составлением новой редакции СНиП П-7-81 «Строительство в сейсмических районах» приводится ряд предложений по основным положениям сейсмостойкого строительства, принципам составления карт сейсмического районирования и микрорайонирования, корректировке коэффициентов динамичности и повреждаемости, уровней крутильных и вертикальных составляющих сейсмического воздействия.

Последствия Спитакского землетрясения и накопленные за последнее десятилетие новые данные в области инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства выявили ряд пробелов в вопросах нормирования сейсмостойкого строительства. В настоящее время ЦНИИСК им. Кучеренко совместно с другими научно-исследовательскими организациями развернул такую работу по составлению новой редакции СНиП П-7-81. Ниже приводятся предложения и дополнения автора по новой редакции СНиП, разработанные на основе обобщения исследований, проведенных в АрмНИИИСА, других организациях нашей страны и за рубежом, анализа последствий разрушительных землетрясений. Структура действующих СНиП, по нашему мнению, в основном, соответствует современным требованиям нормативных документов, поэтому наши предложения и замечания относятся к содержанию их отдельных частей.

1. Во всех странах мира и в нашей стране сейсмостойкое строительство ведется по картам сейсмического районирования, на которых указаны возможные максимальные количественные показатели сейсмического воздействия. Спитакское землетрясение 1988 г., а еще