

К ВЫПАДЕНИЮ ПЛАСТА В ТРЕХСЛОЙНОМ РАЗРЕЗЕ ПРИ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

В. А. АНДРЕЕВ

(Представлено кафедрой геофизических методов разведки)

Выпадением пласта называется такой случай, когда преломленная волна, соответствующая какой-либо преломляющей границе, никогда не регистрируется в области первых вступлений.

При трехслойном разрезе и заданных отношениях скоростей $\frac{v_1}{v_2}$ и $\frac{v_2}{v_3}$ появление преломленной волны от первой границы R_1 (рис. 1) в первых вступлениях (годограф t_2) или во вторых вступлениях (годограф t_2'') зависит от величины отношения $\frac{h_2}{h_1}$. С уменьшением значения $\frac{h_2}{h_1}$ годограф преломленных волн, соответствующий первой границе раздела сред, из области первых вступлений переходит в область вторых вступлений.

При работе КМПВ выпадение пласта опасности не представляет, так как преломленные волны этим методом могут быть прослежены не только в первых вступлениях и, следовательно, интерпретация полученных наблюдений позволит правильно сделать вывод о строении среды. При работе методом первых вступлений выпадение пласта приводит к значительным ошибкам в определении глубин до второй границы раздела, так как вместо трехслойного разреза представляется двухслойным, состоящим из пластов со скоростями v_1 и v_3 .

В литературе [1, 2] приводятся значения минимальных величин $\frac{h_2}{h_1}$, при которых начинает происходить выпадение пласта (годограф t_2' рис. 1) для некоторых частных случаев строения трехслойной среды. Но минимальные значения $\frac{h_2}{h_1}$ интересны для разнообразных величин скоростей v_1 , v_2 , v_3 , особенно при работах по методу первых вступлений, так как не всегда нужно связывать исчезновение преломленной волны, из области первых вступлений, с выклиниванием пласта.

На рис. 2 приведен график для определения минимальных величин $\frac{h_2}{h_1}$ при значениях $\frac{v_1}{v_2}$ и $\frac{v_2}{v_3}$ от 0,2 до 0,8 в случае горизонтальных границ при трехслойном разрезе. Для расчета графика использовалась формула

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\cos i_{12}(1 - \sin i_{13})}{\cos i_{23} \sin i_{12}(1 - \sin i_{12})} - \frac{\cos i_{13}}{\cos i_{23} \sin i_{12}}, \quad (1)$$

которую можно получить при $\varphi = \psi = 0$ из уравнения

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\cos i_{12}[1 - \sin(\alpha_1 \pm \varphi)]}{\cos i_{23} \sin i_{12}[1 - \sin(i_{12} \pm \varphi)]} - \frac{\cos \beta_1 + \cos \alpha_1}{2 \cos i_{23} \sin i_{12}} - \operatorname{tg} \psi \sin \varphi, \quad (2)$$

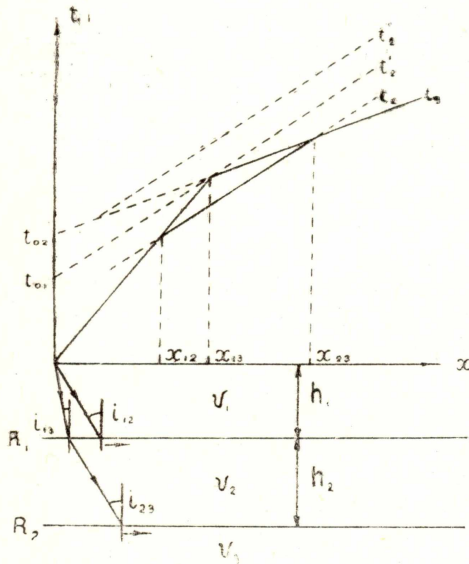


Рис. 1. Возможное соотношение годографов прямых и преломленных волн в случае трехслойной среды. t_1 — годограф прямой волны, t_2 , t_2^1 , t_2^2 — годограф преломленных волн, полученные от границы R_1 при различных отношениях h_2/h_1 , t_3 — годограф преломленных волн, возникших на границе R_2 .

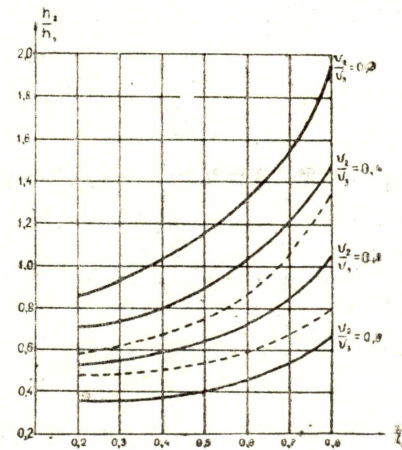


Рис. 2. График для определения минимального значения h_2/h_1 , при котором начинается происходить выпадение пласта в случае горизонтальной трехслойной среды $\varphi = \psi = 0$. Пунктиром даны кривые для частного случая: $\varphi = 5^\circ$, $\psi = 0$, $v_3/v_1 = 0.6$. Верхняя кривая — по падению границ, нижняя — по восстанию.

где i_{12} и i_{23} — критические углы, $i_{12} = \arcsin \frac{v_1}{v_2}$, $i_{23} = \arcsin \frac{v_2}{v_3}$,

φ — угол падения первой границы,

ψ — угол между границами раздела,

α_1 и β_1 — углы преломления на первой границе,

$$\alpha_1 = \arcsin \left[\frac{v_1}{v_2} \sin(i_{23} - \psi) \right],$$

$$\beta_1 = \arcsin \left[\frac{v_1}{v_2} \sin(i_{23} + \psi) \right].$$

При согласном залегании границ ($\psi = 0$).

$$\alpha_1 = \beta_1 = \arcsin \frac{v_1}{v_3} = i_{13}.$$

Формула (2) может быть получена из уравнений годографов t_1 , t_2 и t_3 при равенстве $x_{12} = x_{13} = x_{23}$.

И з приведенного графика видно, что при определенных соотношениях скоростей выпадение пласта может наступать при довольно больших значениях $\frac{h_2}{h_1}$ (до 1,2 и больше). Эта величина возрастает при небольших отличиях скоростей в первом и во втором пластах и большей разнице в скоростях во втором и в третьем пластах.

Как уже указывалось, выпадение пласта в методе первых вступлений приводит к большим ошибкам в определении глубины до поверхности слоя, характеризующегося скоростью распространения волн v_3 .

Определяя глубину до границы R_2 (рис. 1), не зная о существовании второго пласта при отсутствии годографа t_2 в области первых вступлений, мы бы исходили из следующей формулы

$$h^x = \frac{v_1 t_{02}}{2 \cos i_{13}}$$

Глубина h^x будет кажущейся глубиной до границы R_2 , она меньше истинной глубины $h_1 + h_2$. На рис. 3 приведена зависимость величины

$\frac{h_1 + h_2}{h^x}$ при различных значениях $\frac{v_1}{v_2}$ и $\frac{v_2}{v_3}$ в случае горизонтальных

границ. Построение графика производилось по формуле

$$\frac{h_1 + h_2}{h^x} = \left(\frac{h_2}{h_1} + 1 \right) \cos i_{13} \left(1 - \frac{v_1}{v_2} \right), \quad (3)$$

где $\frac{h_2}{h_1}$ — минимальные значения отношений мощностей, при которых начинается выпадение пласта.

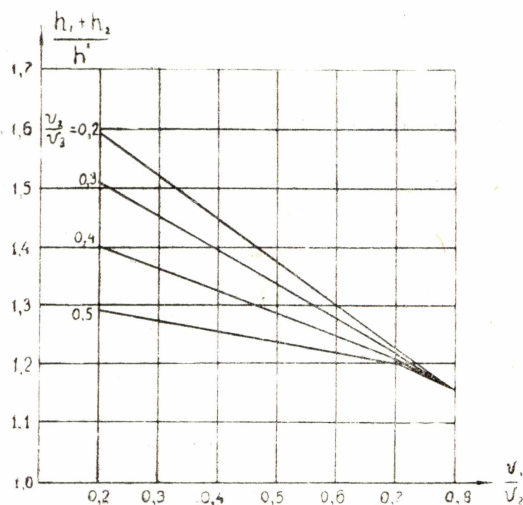


Рис. 3. График для определения погрешности в определении глубины до второй границы при выпадении пласта в случае горизонтальной трехслойной среды.

Формулу (3) можно получить из (1) и отношения времен $\frac{t_{02}}{t_{01}}$ (рис. 1)

при $x_{12} = x_{13} = x_{23}$:

$$\frac{t_{02}}{t_{01}} = \frac{h^x \cos i_{13}}{h_1 \cos i_{12}} = \frac{\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_3}}{\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2}}.$$

Из рис. 3 следует, что ошибки в определении глубины до второй границы возрастают при уменьшении значений отношений скоростей $\frac{v_1}{v_2}$ и $\frac{v_2}{v_3}$. Даже при наиболее благоприятных отношениях скоростей (скорости v_1 , v_2 , v_3 близки по своим значениям) ошибка в определении глубины имеет значение около 20 %.

Из уравнения (2) видно, что выпадение пласта зависит не только от его мощности и соотношения скоростей, но и от углов φ и ψ . В случае наклонных, согласно залегающих пластов ($\varphi \neq 0, \psi = 0$), минимальные значения $\frac{h_2}{h_1}$ по восстанию границ будут меньше аналогичных значений по падению границ. На рис. 3 пунктиром даны кривые для определения минимальных значений $\frac{h_2}{h_1}$ для частного случая $\frac{v_2}{v_3} = 0,6$; $\varphi = 5^\circ$, $\psi = 0^\circ$ (верхняя кривая — по падению границ, нижняя — по восстанию).

Вследствие влияния на выпадение пласта углов наклона границ возможны случаи, когда по одному из направлений выпадения пласта не будет, а по другому пласт будет выпадать, поэтому встречные годографы могут иметь различное число ветвей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамбурцев Г. А. Сейсмические методы разведки, ч. II, ОНТИ, 1938.
2. Гамбурцев Г. А., Дерягин Б. В. и др. Прикладная геофизика, вып. 2, ОНТИ, 1934.
3. Гамбурцев Г. А., Ризниченко Ю. В., Берзон И. С. и др. Корреляционный метод преломленных волн, изд. АН СССР, 1952.