

УДК 550.834

ПОПЕРЕЧНЫЕ ВОЛНЫ ПРИ ГЛУБИННОМ СЕЙСМОЗОНДИРОВАНИИ НА БАЛТИЙСКОМ ШИТЕ

А.Г.ГОНЧАРОВ

Поперечные волны при глубинных сейсмических зондированиях (ГСЗ) в восточной (советской) части Балтийского щита до недавнего времени почти не изучались из-за недостаточного интервала времени регистрации, который имела применявшаяся аппаратура.

При ГСЗ на профиле Печенгская губа - г.Костомукша (рис.1) в 1981-1982 гг. производственным геологическим объединением «Севзапгеология» наряду с многоканальными сейморазведочными станциями были применены сейсмологические станции АСС-ЗМ «Черепаша», позволяющие регистрировать в каждой точке в течение нескольких суток три компоненты волнового поля: вертикальную и две взаимно ортогональные горизонтальные.

Аппаратурой АСС-ЗМ в 23 точках профиля зарегистрированы взрывы из 10 пунктов. Всего получено 72 трехкомпонентные сейсмограммы. Система наблюдений в северной части профиля (ПВ 1-5) была более плотной (17 точек на 200 км), чем в южной (6 точек на 350 км).

На трехкомпонентных сейсмограммах, полученных при взрывах на профиле, видно, что поперечные волны $S_{\text{реф}}$ и S^M динамически более выразительны, чем продольные $P_{\text{реф}}$ и P^M (рис.2).

Особенно яркие записи поперечных волн получены на У-сейсмоприемниках, оси чувствительности которых были ориентированы поперек профиля, что свидетельствует о преимущественном распространении в коре и верхней мантии района работ волн типа SH .

Наличие хороших записей поперечных волн позволило построить систему их схематических годографов для всего профиля (рис.3).



Рис.1. Профиль ГСЗ Печенгская губа - г.Костомукша
1-10 - пункты взрыва

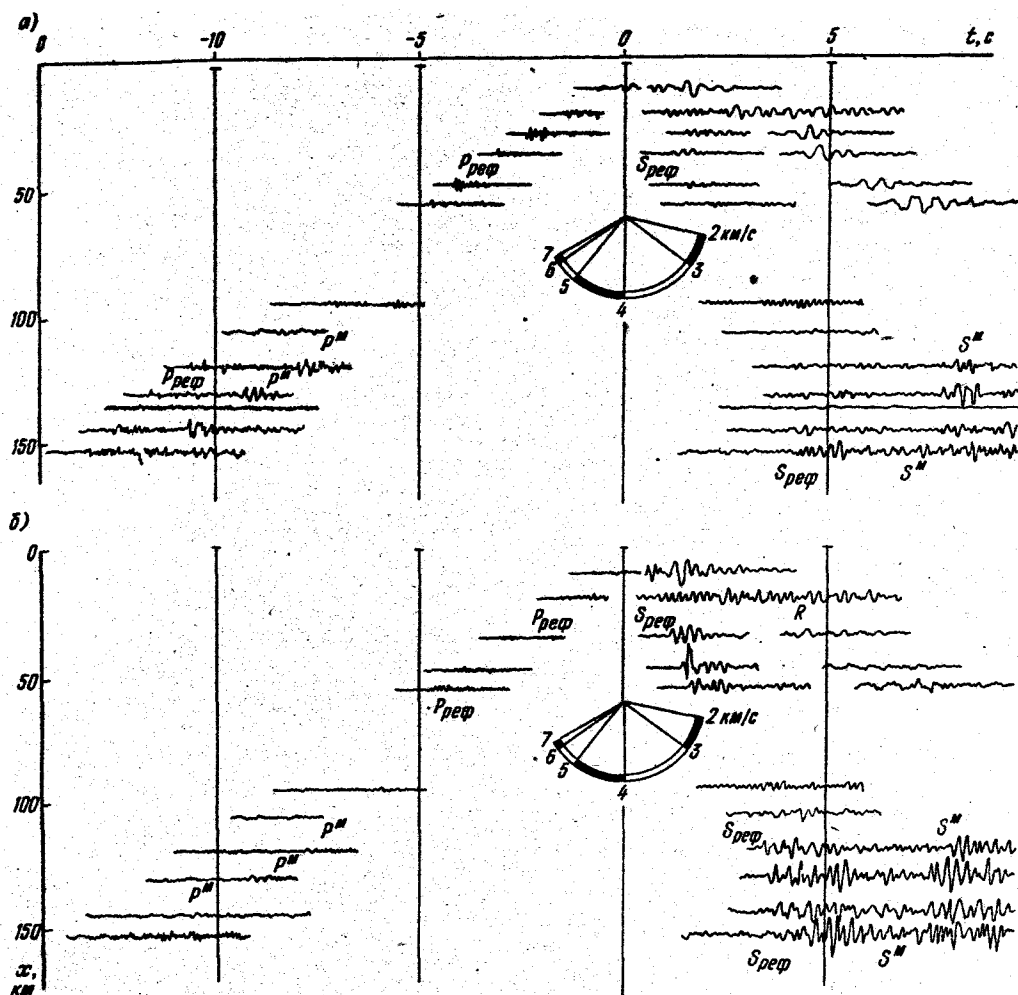


Рис.2. Монтажи сейсмограмм с записями продольных и поперечных волн: а и б - компоненты X и Y соответственно. Скорость редукции 4 км/с. Регистрация на север от ПВ 4

Самый длинный годограф (380 км) получен в результате регистрации волн от промышленных взрывов в карьерах Костомукши.

На всех годографах выделены группы поперечных волн, отнесенных по признаку роста кажущейся скорости с расстоянием к классу рефрагирующих, S_{ref} .

В последующих вступлениях при наблюдениях из пунктов взрыва I, 4, 7 и 8 выделены поперечные волны группы M, которые появляются на сейсмограммах при удалениях от пункта взрыва более 100-110 км. Запись этих волн имеет групповой характер с длительностью группы около 2 с. Кажущиеся скорости в области, близкой к предполагаемой начальной точке рефрагирующей в верхней мантии поперечной волны, составляют 4,5-4,75 км/с. Возможно,

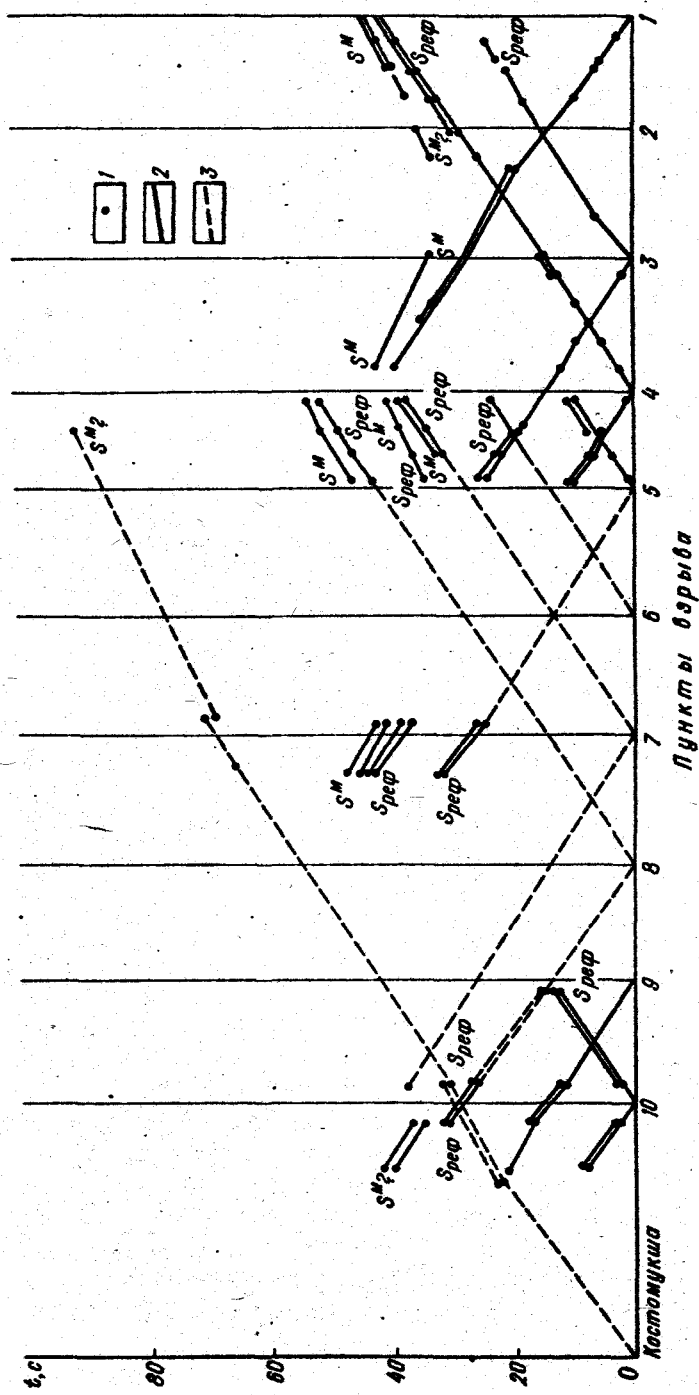


Рис.3. Схематические гогографы поперечных волн
 1 - времена вступления волн; 2 и 3 - гогографы волн, коррелируемых соответственно более и менее надежно

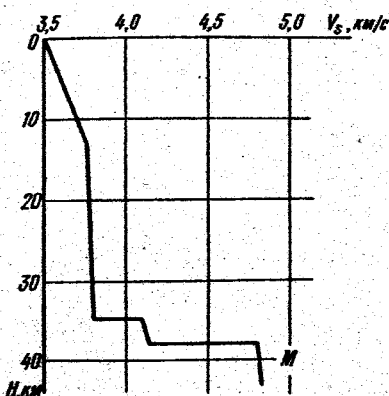


Рис.4. Зависимость скорости поперечных волн V_s от глубины H в северной части профиля (ПВ I-4)

экспериментальные времена вступления отраженной волны S^M оказываются большими, чем теоретические. Это расхождение можно преодолеть, допустив существование достаточно мощной градиентной зоны перехода от земной коры к мантии, а не сейсмической границы I рода. Такой подход был применен при моделировании поля продольных волн группы М на профиле ГСЗ Лахденпохья - Сегозеро^х.

Таким образом, сложность строения зоны перехода кора - мантия проявляется при изучении не только продольных, но и поперечных волн.

В результате сопоставления времен вступления продольных и поперечных волн построена осредненная для всех пунктов взрыва профиля зависимость t_s/t_p . Величина t_s/t_p в некоторой степени характеризует соотношение скоростей продольных и поперечных волн. Основными источниками расхождений между соотношениями t_s/t_p и V_p/V_s являются различие в путях распространения продольных и поперечных волн в случае зависимости V_p/V_s от глубины и соответствующее изменение с удалением от пункта взрыва соотношения длин пробега волн в различных слоях^{хх}.

Значения t_s/t_p для рефрагированных волн в целом убывают при увеличении расстояния взрыв - прибор в диапазоне 0-50 км от 1,9-1,8 до 1,7-1,75. При расстояниях между источником и приемником, равном 50-150 км, t_s/t_p меняется мало и колеблется от 1,65 до 1,75 (рис.5,а).

Для волн, связанных с зоной перехода кора - мантия и прослеживаемых в последующих вступлениях, зависимость отношения t_s/t_p от расстояния взрыв - прибор не установлена. В пределах рассматриваемого диапазона расстояний эта величина закономерно колеблется от 1,68 до 1,76 (рис.5,б).

^х Гончаров А.Г. К расчету сейсмической модели нижней части земной коры и переходной зоны кора - мантия по данным ГСЗ на Приладожском профиле. - Зап. ЛГИ, 1982, т. 92.

^{хх} Егоркин А.В., Егоркина Г.В. Поперечные волны при глубинных исследованиях. - В кн.: Исследование литосферы и астеносферы на длинных профилях ГСЗ / Отв. ред. Н.И.Павленкова. М., Наука, 1980.

эти значения скоростей могут быть приписаны верхней мантии. На годографе, полученном при наблюдениях из пункта взрыва Костомукша, при удалении 260-380 км от источника выделения волна с кажущейся скоростью 5,0 км/с, которая может соответствовать преломлению на более глубокой, чем поверхность М, границе.

Для северной части профиля (ПВ I-4), где наблюдения были более детальными, рассчитана сейсмическая модель земной коры (рис.4). Теоретический годограф отражения от поверхности М хорошо совпадает с предполагаемым экспериментальным в закритической части. В докритической области

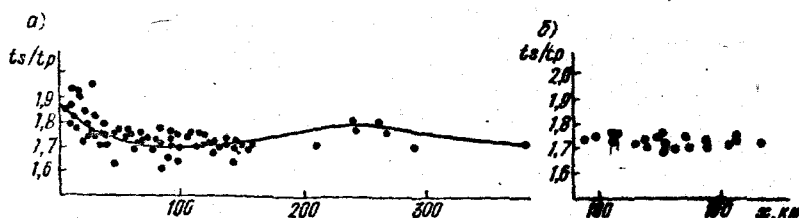


Рис.5. Зависимости соотношения времен пробега продольных t_p и поперечных t_s волн от расстояния между источником и приемником: а - для рефрактированных волн; б - для волн, связанных с зоной перехода кора - мантия

Намечается увеличение t_s/t_p до 1,8 для волн, рефрактирующихся в верхней мантии. Если признать, как отмечалось выше, скорость поперечных волн 4,5 км/с соответствующей верхней мантии, то непосредственная оценка соотношения скоростей V_p/V_s также даст повышенное значение - 1,81.

При некоторой условности взаимных увязок географов оказалось возможным оценить эффективные скорости поперечных волн группы М, предполагая, что эти волны относятся к классу отраженных. Вычислены соотношения $V_{эф}^p/V_{эф}^s$ для трех участков рассматриваемого профиля:

Участок	ПВ 1 - ПВ 4	ПВ 4 - ПВ 7	ПВ 4 - ПВ 8
Длина, км	153	139,5	191,5
$V_{эф}^s$ км/с	3,9	3,9	3,95
$V_{эф}^p/V_{эф}^s$	1,67	1,67	1,70-1,72

Величины эффективных скоростей поперечных волн, вероятно, завышены, так как определения производились по вступившим волн группы $\mathcal{M}$, которые могут соответствовать не отраженным, а рефрактированным в верхней мантии волнам.

На основании полученных данных рассчитаны осредненные значения коэффициента Пуассона для верхней части консолидированной коры ($\sigma = 0,28 \pm 0,31$) коры в целом ($\sigma = 0,24$) и верхней части верхней мантии ($\sigma = 0,28$).

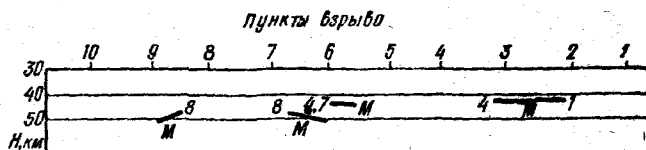


Рис.6. Схематическое положение отражающих площадок в зоне перехода кора - мантия. Около площадок написаны номера пунктов взрыва, по наблюдениям из которых они получены

По географам поперечных волн группы М в предположении $V_{эф}^p = V_{эф}^s = 3,9$ км/с определено положение отражающих элементов в зоне перехода кора мантия (рис.6), которое согласуется с разрезом, построенным в результате изучения продольных волн.