

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.344.56.001.57

Т. Ш. ГЕГЕЧКОРИ, А. Х. БАГРАМЯН, Г. М. ГЕВОНДЯН

К ТРЕХМЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ДИСПЕРГИРУЮЩИХ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

В последние годы целый ряд новых данных об особенностях распространения поверхностных волн в сложных по структуре средах получен с помощью трехмерного ультразвукового физического моделирования [1, 2]. В большинстве случаев эксперименты проводились для волн Релея (недиспергирующих), возбуждаемых при расположении источника колебаний на поверхности однородного полупространства. Для большего приближения к натурным условиям эксперименты следует проводить с диспергирующими поверхностными волнами. При экспериментах с диспергирующими волнами необходимо выполнить ряд специфических методических условий: подобрать модельные материалы со скоростной и плотностной дифференциацией, близкой к условиям в Земле; обеспечить регистрацию волновых явлений в широком частотном диапазоне; излучать в модель короткие ультразвуковые импульсы простой формы и т. д. Для получения диспергирующих поверхностных волн в работе [1] было предложено на поверхность полупространства из сургуча наносить горизонтальный слой из смеси канифоли с парафином в соотношении 4 : 1 (параколь).

Для изучения свойств поверхностных волн, получаемых при моделировании, был проведен эксперимент на трехмерной однослойной модели. Отношение скоростей поперечных волн в системе параколь-сургуч равнялось ≈ 0.8 и близко к таковому для осредненной однослойной континентальной земной коры [6].

Релеевские волны возбуждались и регистрировались ультразвуковыми датчиками поршневого типа, а волны Лява—датчиками сдвиговых волн SH . Упругий импульс вида одиночного выброса имел в первом случае видимый период $T=10$ мкс, во втором случае— $T=6$ мкс. В конструкции датчиков использовалась пьезокерамика ЦТС—19 [2]. На рис. 1 показана схема экспериментов. Эксперименты проводились при мощности слоя h равной 3,6 и 10 мм. Для релеевских волн источник дополнительно заглубляли на половину мощности слоя— h_0 . Волновая картина изучалась при различном удалении приемника II от фиксированного излучателя I. На рис. 2 приведен пример с волнами Лява, полученными на расстоянии $\Delta=340$ мм на модели с мощностью слоя $h=3$ мм. Как видно из сейсмограммы, в модельном эксперименте возбуждаются поверхностные волны с хорошо сформированной нормальной

дисперсией. Для полученных на различных моделях поверхностных волн были проверены следующие известные их особенности.

Продолжительность колебаний в основном тоне поверхностной волны определяется максимальной и минимальной величиной групповой скорости. В случае волн Лява максимальные значения групповой скорости равны скорости b_2 поперечных волн в полупространстве, а ми-

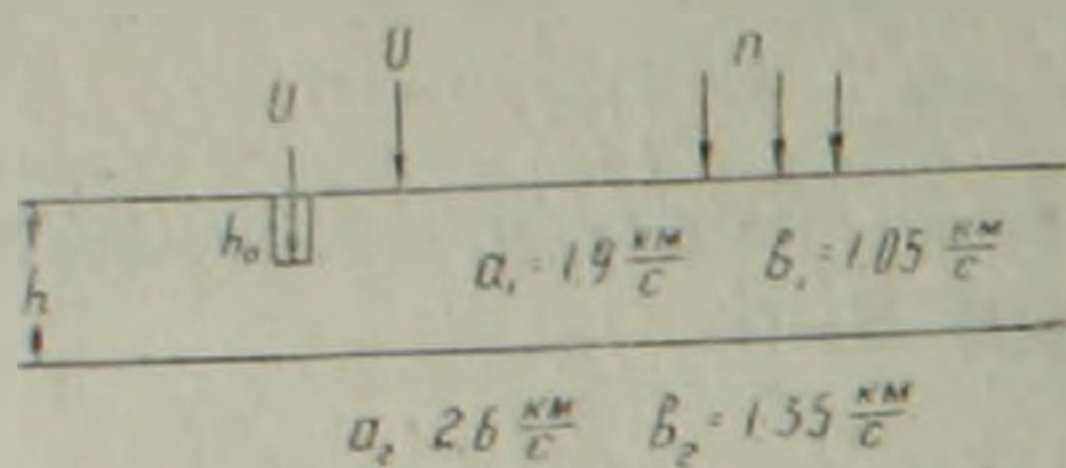


Рис. 1.

Рис. 1. Схема модели и эксперимента.

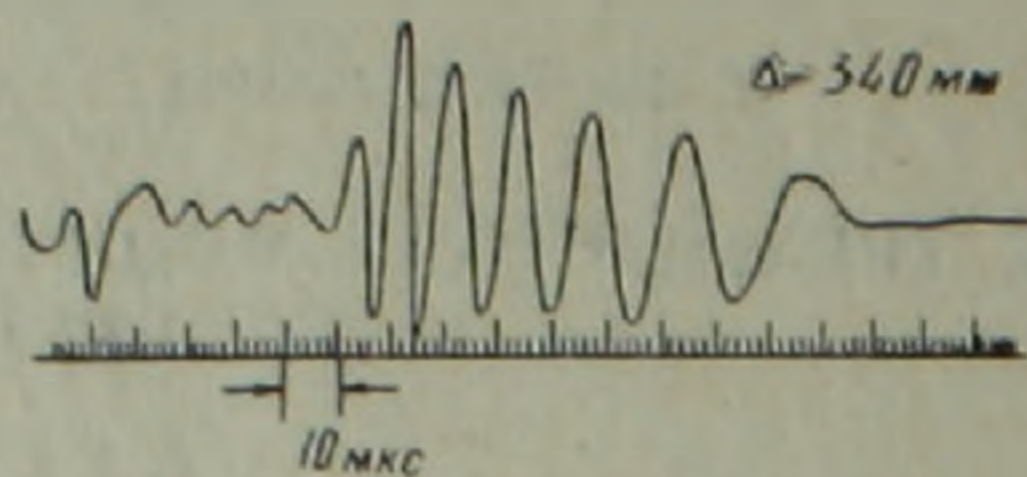


Рис. 2.

Рис. 2. Волны Лява на модели с $h = 3$ мм.

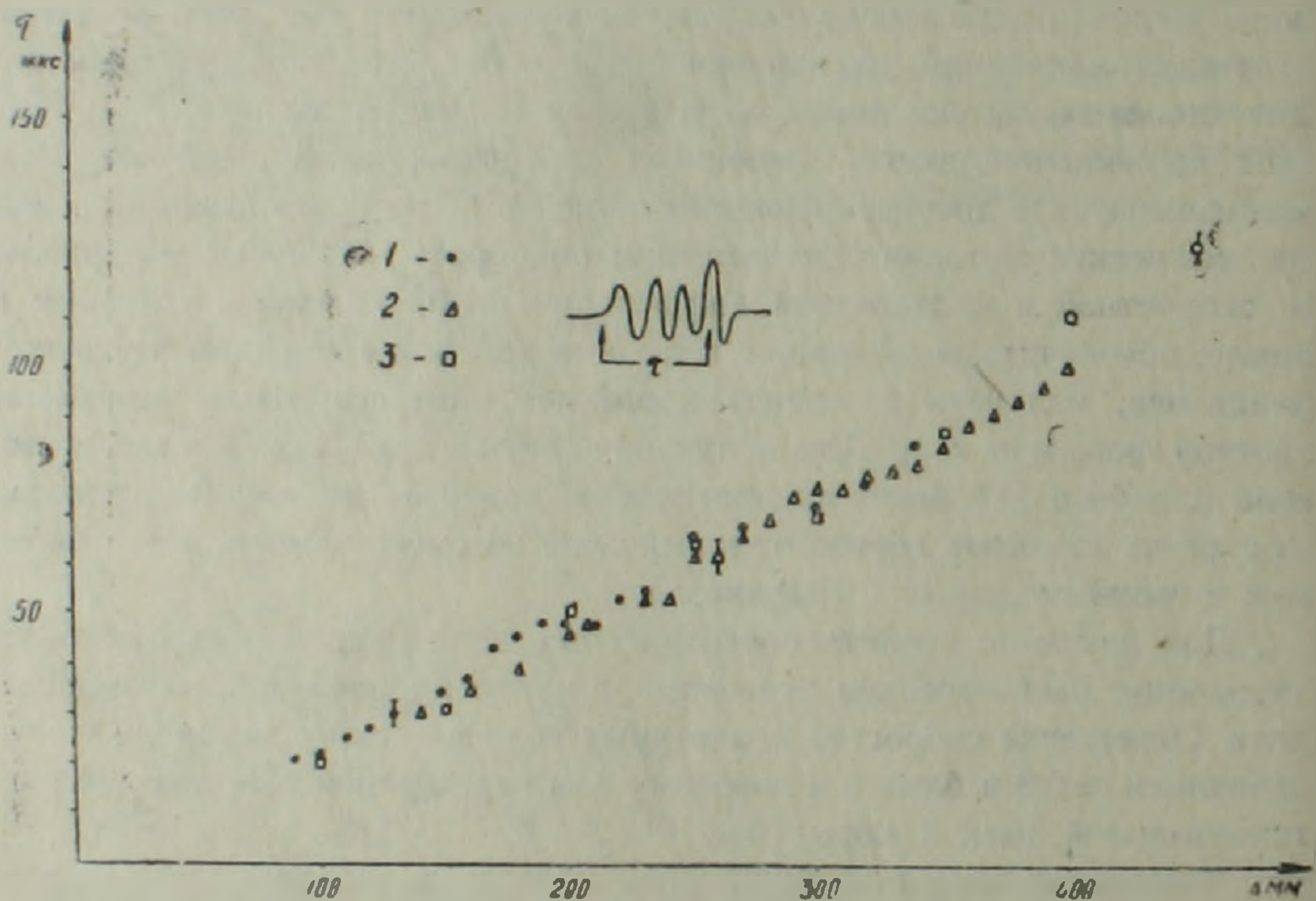


Рис. 3. Зависимость $\tau(\Delta)$ для волн Лява: 1— $h = 3$ мм; 2— $h = 6$ мм; 3— $h = 10$ мм.

нимальное значение определяется временем вступления фазы Эйри [3]. Для релеевских волн максимальное значение групповой скорости равно скорости волн Релея в полупространстве, которая в свою очередь зависит от коэффициента Пуассона материала полупространства. При неизменных упругих параметрах слоя и полупространства, неизменном источнике колебаний, понимая таким образом продолжительность колебаний, не зависит от мощности слоя. Увеличение мощности слоя приводит лишь к смещению дисперсионной кривой групповой скорости в сторону больших периодов.

На рис. 3 приведена полученная в наших экспериментах зависимость продолжительности колебаний τ в волнах Лява от эпицентрального расстояния Δ при различных мощностях слоя. Эта зависимость хорошо аппроксимируется прямой линией. Экспериментальные точки для трех вариантов мощности слоя совпадают в широком диапазоне эпицентральных расстояний.

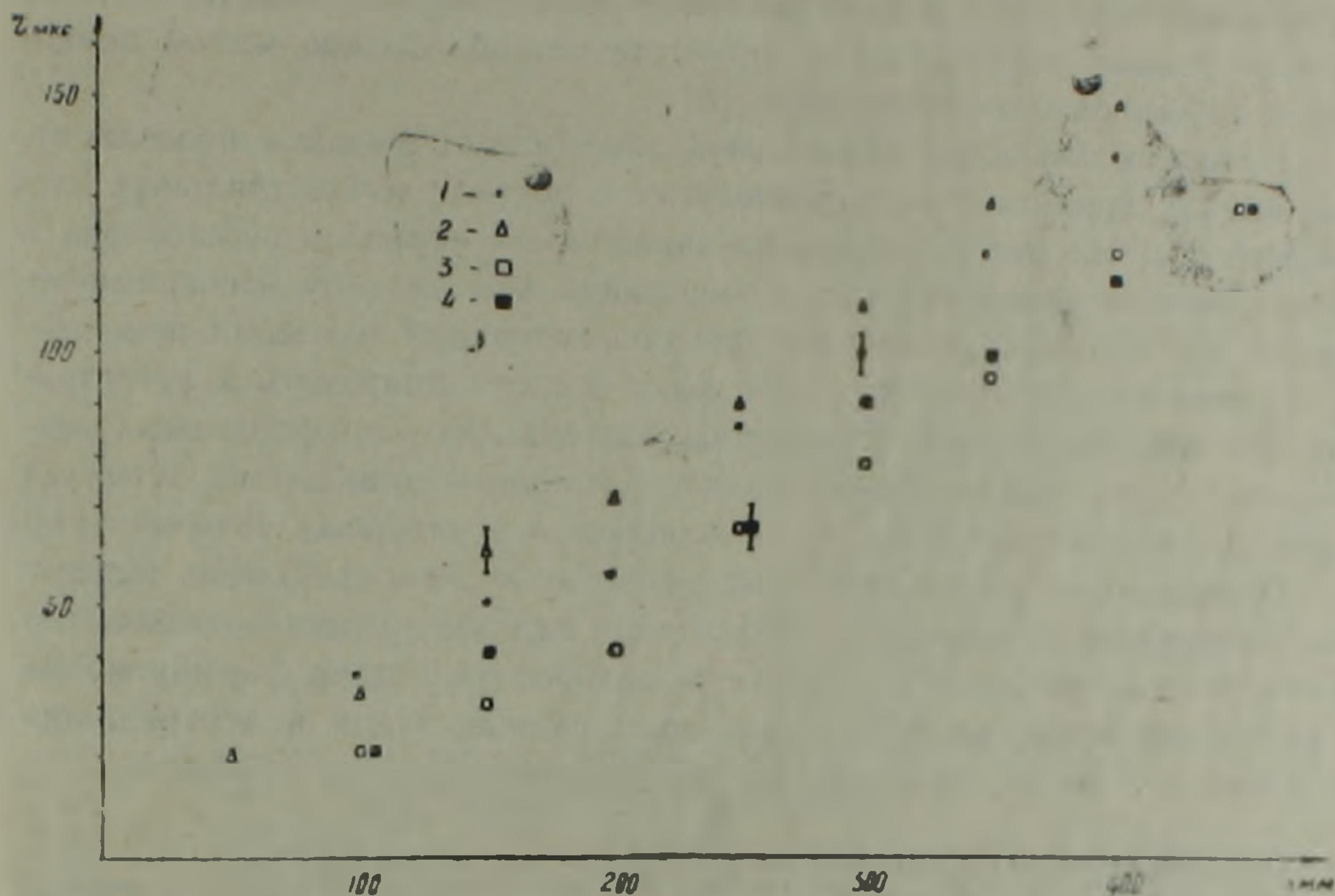


Рис. 4. Зависимость $\tau(\Delta)$ для релеевских волн: 1— $h=6$ мм; 2— $h=6$ мм; $h_0=3$ мм; 3— $h=10$ мм; 4— $h=10$ мм, $h_0=5$ мм.

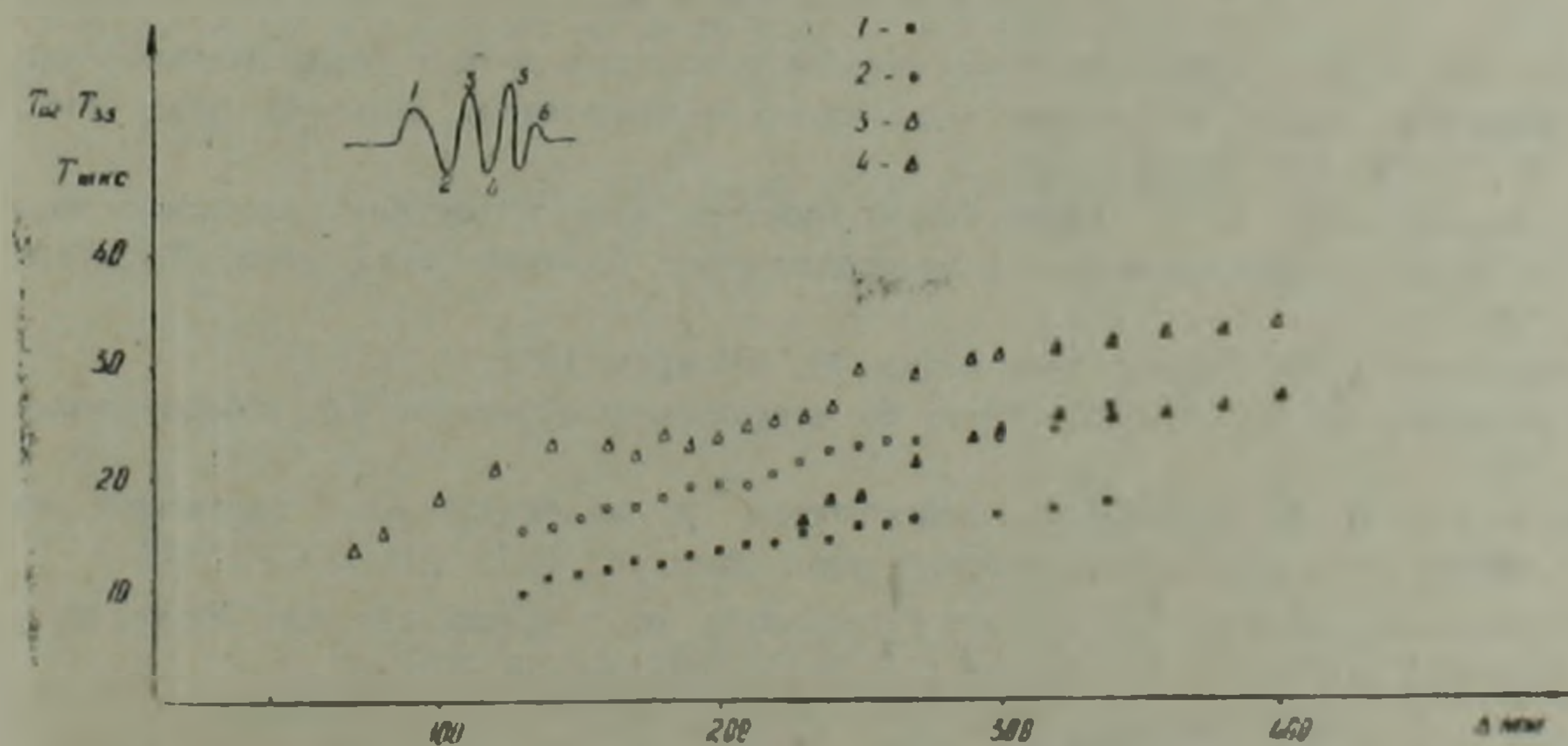


Рис. 5. Зависимость $T(\Delta)$ для волн Лява: 1— $h=3$ мм (T_{02}); 2— $h=3$ мм (T_{35}); 3— $h=6$ мм (T_{02}); 4— $h=6$ мм (T_{35}).

На рис. 4 показана аналогичная зависимость для релеевских волн. В этом случае, несмотря на разброс экспериментальных значений, зависимость $\tau(\Delta)$ также можно аппроксимировать прямой линией. При

заглублении источника наблюдается тенденция к увеличению t , что находится в согласии с теорией [3]. Наблюдаемый разброс точек объясняется тем, что в отличие от волн Лява, для релеевских волн не удается точно выделить начала колебаний в волне из-за наличия на сейсмограммах обертонов и волн PL . Не всегда можно уверенно выделить фазу Эйри. Все это повышает погрешность при отсчете t . Отметим, что импульс в источнике для волн Лява имеет меньшую длительность, что, при прочих равных условиях, благоприятствует наблюдению малых периодов и формированию фазы Эйри [5].

Известно, что ввиду нормальной дисперсии, периоды в поверхностных волнах закономерно увеличиваются с ростом эпицентральных расстояний [3]. На рис. 5 приведена зависимость периодов первых фаз в волне Лява от эпицентрального расстояния в модельном эксперименте. Видно, что периоды монотонно увеличиваются при удалении приемника от источника колебаний. Этот факт должен приводить к регистрации при моделировании, в различных интервалах эпицентральных расстояний, групп поверхностных волн с различным диапазоном значений периодов, аналогично тому, что наблюдается в натурных условиях [4].

Приведенные результаты свидетельствуют, что выбранные модельные материалы, конструкция и частотные характеристики применяемых пьезодатчиков позволят с успехом моделировать задачи формирования и распространения поверхностных волн разных типов в вертикально-слоистых и горизонтально-неоднородных средах.

Институт геофизики АН Груз. ССР
Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН Арм. ССР

Поступила 2.III.1981.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гегечкори Т. Ш. Динамические особенности релеевских волн в горизонтально-неоднородных средах по данным физического моделирования. Автореф. канд. дисс., М., ИФЗ АН СССР, 1980.
2. Мансжгаладзе П. В. Трехмерное моделирование распространения релеевских волн в среде с горизонтальными неоднородностями. Автореф. канд. дисс., Тб., ТГУ, 1977.
3. Саваренский Е. Ф. Сейсмические волны, М., «Недра», 1972.
4. Сихарулидзе Д. И. Строение Земли по поверхностным волнам. Тб., «Мецннереба», 1978.
5. Тутберидзе Н. П. Некоторые динамические и кинематические характеристики сейсмических волн Лява. Автореф. канд. дисс. М., ИФЗ АН СССР, 1973.
6. Pekeris C. L., Alterman Z. and al. Propagation of a Compressional Pulse in a Layered Solid. Rev. of Geoph. v. 3. № 1, 1965, pp. 55—77.