

ВИКИПЕДИЯ

Р-волна

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Р-волны — упругие продольные волны, вызывающие колебания элементарных частиц упругой среды в направлении распространения волны и создающие в среде объёмные деформации сжатия—растяжения^[1](Рисунок 1). Самые быстрые среди объёмных волн, поэтому получили название «Р-волны» от латинского «prima» — первичные. Способны распространяться в твёрдых телах, жидкостях и газах.

Содержание

Основные свойства

Преломление Р-волны на границе двух упругих сред

Преломление Р-волны на границе среда-вакуум

Затененная зона Р-волн

См. также

Примечания

Литература

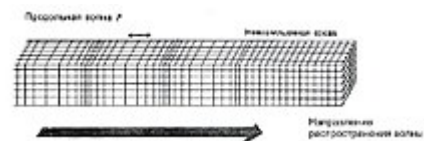


Рисунок 1. Движение в продольной волне

Основные свойства

Решение волнового уравнения для плоской гармонической Р-волны:

$$u_p = A \begin{pmatrix} \sin i \\ 0 \\ -\cos i \end{pmatrix} \exp \left(i\omega \left(\frac{\sin i}{v_p} x - \frac{\cos i}{v_p} z - t \right) \right)$$

Скорость Р-волн в однородной изотропной среде равна:

$$v_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}G}{\rho}} = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{M}{\rho}}$$

где *K* — объёмный модуль, *G* — модуль сдвига (также обозначаемый как *μ* — второй параметр Ламе), *ρ* — плотность среды, через которую проходит волна, *λ* — первый параметр Ламе, *M* — упругий модуль Р-волны, определяемый как

$$M = K + \frac{4}{3}G$$

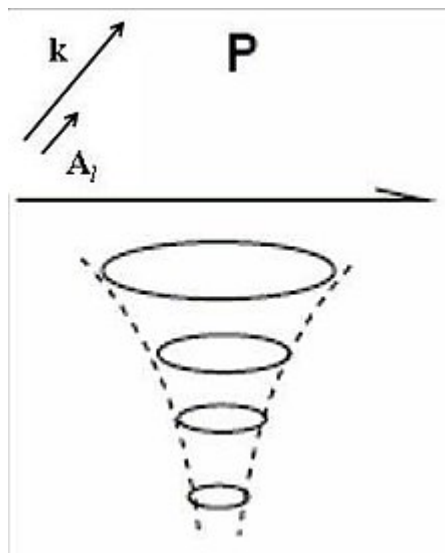


Рисунок 2. Поляризация Р-волны и направление волнового вектора

Типичные значения для скоростей Р-волн, определяемых при землетрясениях находятся в диапазоне от 5 до 13 км/с.

Преломление Р-волны на границе двух упругих сред

Для анализа волнового поля в реальных средах необходимо учитывать наличие границ между средами с разными упругими постоянными и свободную поверхность. Пусть Р-волна падает из среды 1 в среду 2, что видно на рисунке 4, векторами на рисунке обозначено направление смещения соответствующих волн.

На границе S двух однородных сред получаем два граничных условия

$$\mathbf{u}(\mathbf{r})|_{S_-} = \mathbf{u}(\mathbf{r})|_{S_+}, \hat{\sigma}\mathbf{n}|_{S_-} = \hat{\sigma}\mathbf{n}|_{S_+},$$

где \mathbf{n} — вектор нормали к границе S . Первое выражение соответствует непрерывности вектора смещения, а второе отвечает за равенство векторов напряжений с обеих сторон S_+ и S_- на границе.

Если Р-волна преломляется на границе, то возникает четыре волны: отражённая и проходящая волна Р и отражённая и прошедшая волна SV.

Преломление Р-волны на границе среда-вакуум

В случае, когда упругая среда граничит с вакуумом, вместо двух условий остаётся только одно граничное условие, выражающее тот факт, что давление на границу со стороны вакуума должно равняться нулю:

$$\mathbf{u}(\mathbf{r})|_S = 0.$$

Тогда в случае Р-волны, где A — это амплитуда падающей волны, c_s — скорость поперечной волны в среде, c_p — скорость продольной волны в среде, i — угол отражения моды Р от моды

Р, j — угол отражения моды S от моды Р, получаем $k_{ps} = A \frac{2c_p/c_s \sin 2j \cos 2i}{(c_p/c_s)^2 \cos^2 2j + \sin 2j \sin 2i}$,

$$k_{pp} = -A \frac{(c_p/c_s)^2 \cos^2(2j) - \sin(2j) \sin(2i)}{(c_p/c_s)^2 \cos^2(2j) + \sin(2j) \sin(2i)}.$$

k_{ps} — это коэффициент отражения моды S от моды Р, k_{pp} — это коэффициент отражения моды Р от моды Р.

Затененная зона Р-волн

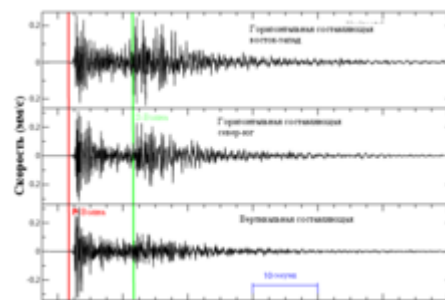


Рисунок 3. Сейсмограмма землетрясения

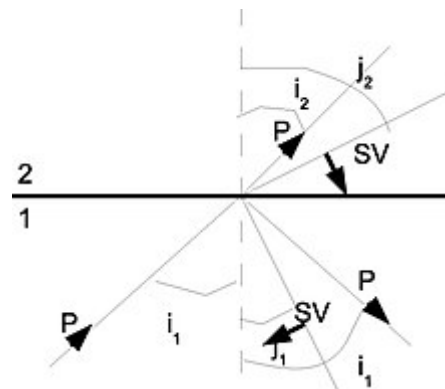
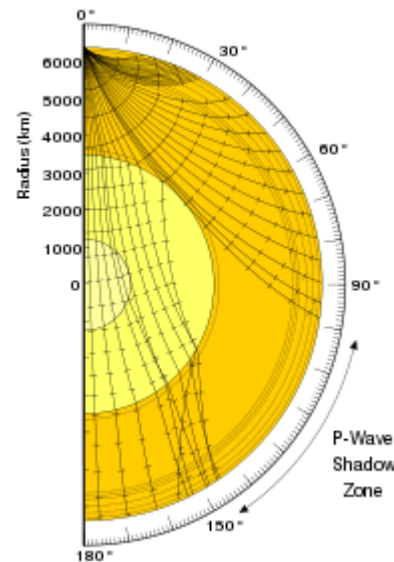


Рисунок 4. Падение волны Р на границу двух полупространств

Сейсмологи обычно измеряют расстояния от эпицентра землетрясения в градусах: расстояние от нужной точки земной поверхности до эпицентра рассматривается в виде угла между направлением из центра Земли на эпицентр и направлением из центра Земли на данную точку. Было замечено, что в диапазоне углов от 103° до 142° от эпицентра Р-волны практически незаметны, это затенённая зона Р-волн. Как установил Р. Д. Олджэм в 1906 году, это происходит из-за преломления Р-волн на границе земного ядра^[2].

См. также

- S-волна
- Продольные волны
- Сейсмические волны



Затенённая зона Р-волн

Примечания

- ↑ *А. Вартанов*. Физико-технический контроль и мониторинг при освоении подземного пространства городов (https://books.google.com/books?id=nks3DwAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA48&dq=p+%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B&hl=ru). — Litres, 2017-09-26. — 548 с. — ISBN 978-5-04-081643-9. Архивная копия (http://web.archive.org/web/20220115062650/https://books.google.com/books?id=nks3DwAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA48&dq=p+%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B&hl=ru) от 15 января 2022 на Wayback Machine
- ↑ *Эйби*, 1982, с. 37.

Литература

- Ландау Л. Д., Лившиц Е. М.* Теория упругости. — Москва: Наука, т. 7, 1965
- Яновская Т. Б.* Основы сейсмологии.-ВВМ, 2006
- Аки К.,Ричардс П.* Количественная сейсмология: теория и методы.-М.:Мир,1983
- Сейсморазведка. Справочник геофизика.*/Под ред. И. И. Гурвича, В. П. Номоконова.- Москва: Недра,1981
- Эйби Дж. А.* Землетрясения = Earthquakes. — М.: Недра, 1982. — 50 000 экз.

Источник — https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Р-волна&oldid=122339622

Эта страница в последний раз была отредактирована 15 мая 2022 в 23:44.

Текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike; в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Wikimedia Foundation, Inc.