



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Международная научно-практическая
конференция «СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ»

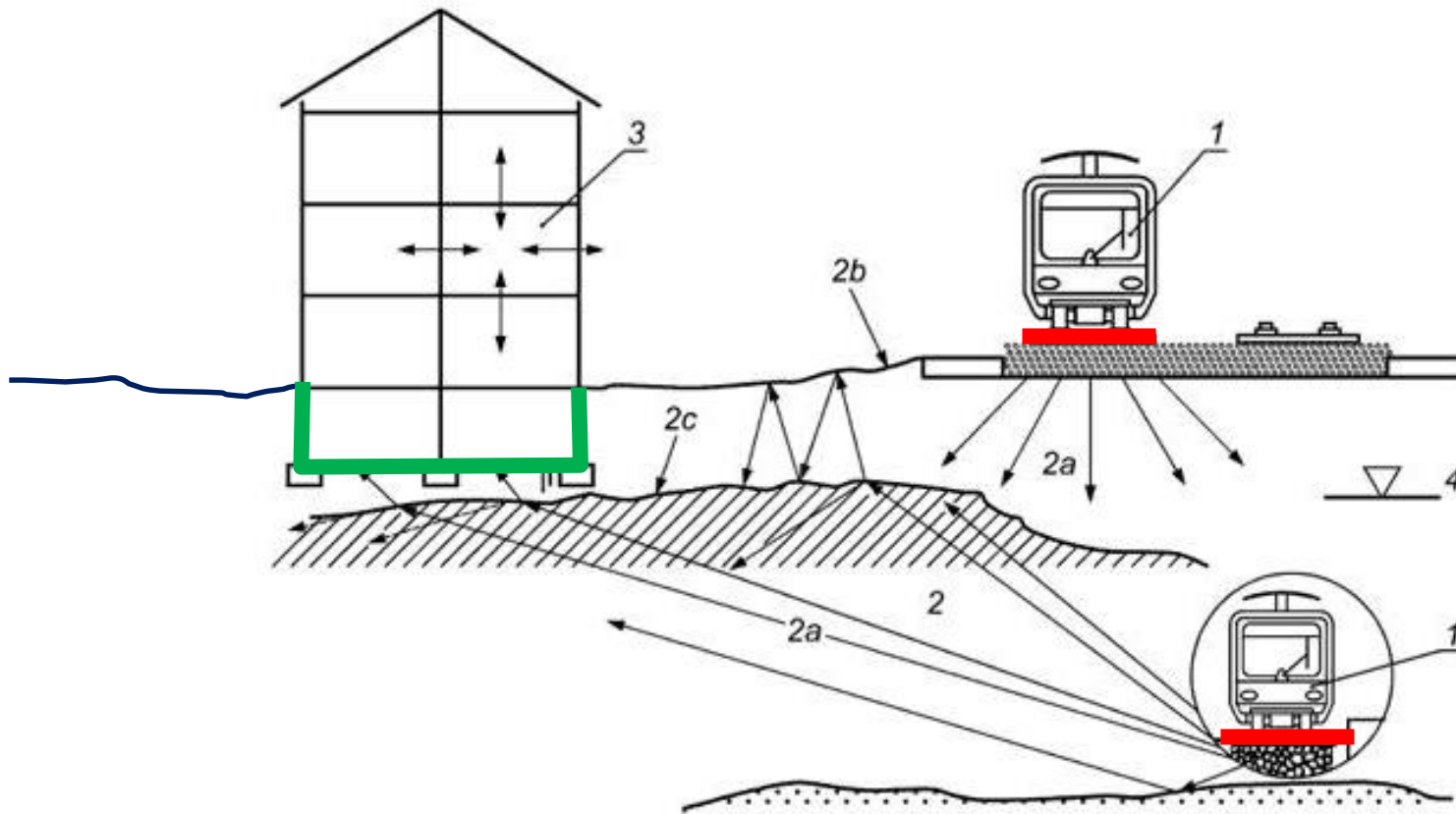
Практика виброизоляции жилых и общественных зданий от наземного рельсового транспорта

Канев Н.Г.
Роденков В.Н.

ООО «Акустические материалы»
Москва, Россия

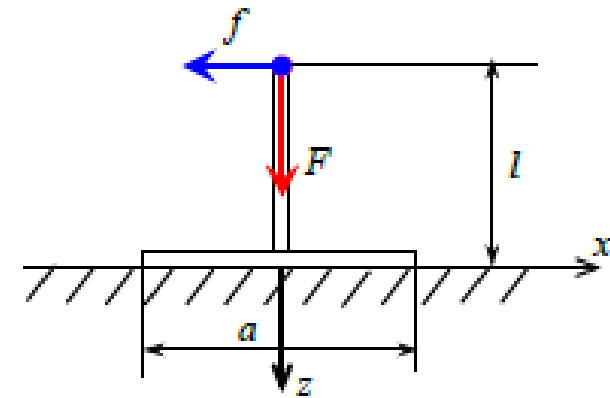
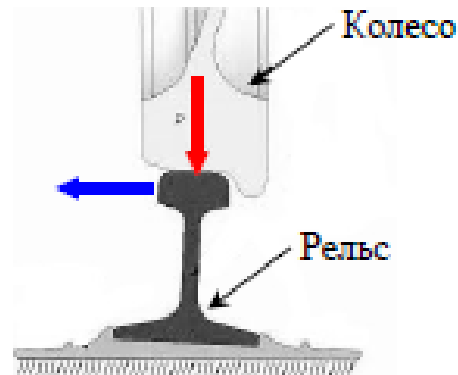
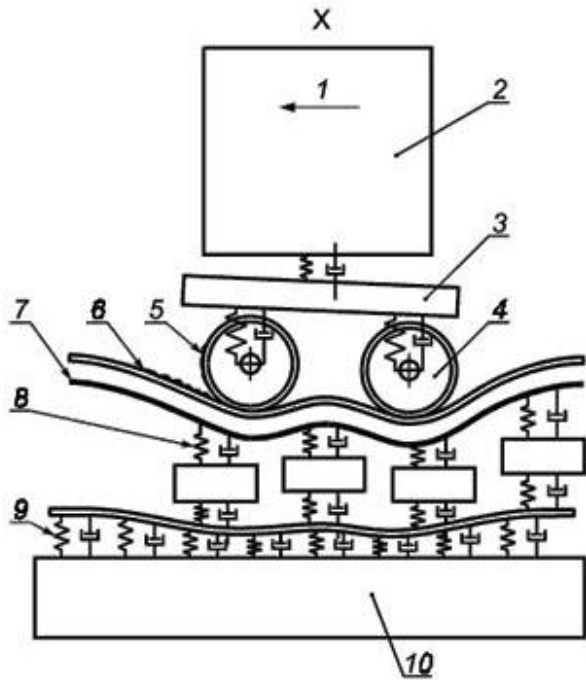


Вибрация рельсового транспорта



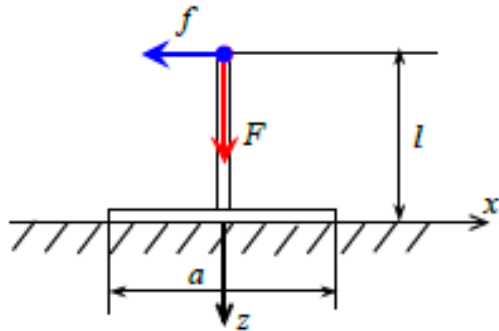
ГОСТ Р ИСО 14837-1-2007. Вибрация. Шум и вибрация, создаваемые движением рельсового транспорта

Физическая модель источника



ГОСТ Р ИСО 14837-1-2007

Поле вибрации



$$D(\xi) = 4\xi^2 qs - (\xi^2 + s^2)^2$$

$$s = \sqrt{\xi^2 - k_t^2}$$

$$q = \sqrt{\xi^2 - k_l^2}$$

$$k_t r \gg 1$$

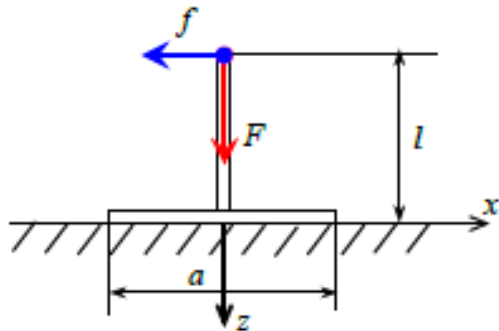
Объемные волны

$$\varphi = \frac{F}{\rho\omega^2} \sqrt{\frac{k_l}{2\pi i}} \left(\frac{1 - 2(c_t \cos \theta / c_l)^2}{D(k_l \cos \theta)} k_t^4 \sin \theta \right) \frac{e^{ik_l r}}{\sqrt{r}}$$

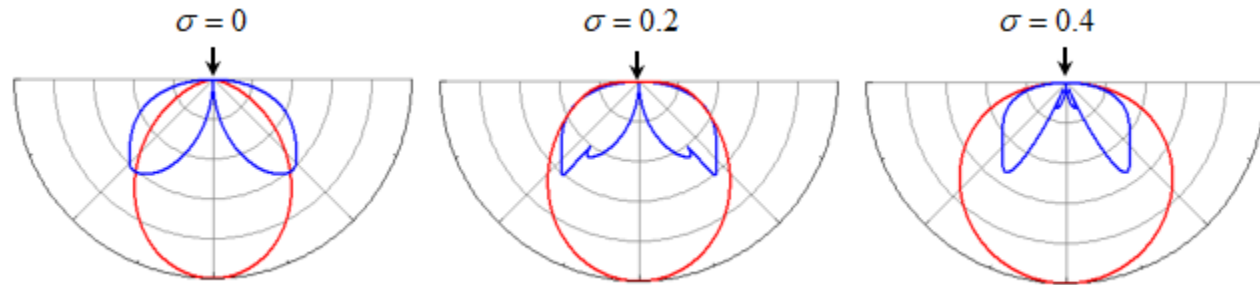
$$\psi = \frac{F}{\rho\omega^2} \sqrt{\frac{k_t}{2\pi i}} \left(\frac{\sqrt{(c_t / c_l)^2 - \cos^2 \theta}}{D(k_t \cos \theta)} k_t^4 \sin 2\theta \right) \frac{e^{ik_t r}}{\sqrt{r}}$$

Волна Рэлея $\varphi_R = i \frac{F}{\rho\omega^2} \frac{\xi_0^2 + s_0^2}{D'(\xi_0)} k_t^2 e^{i\xi_0|x| - q_0 z}$

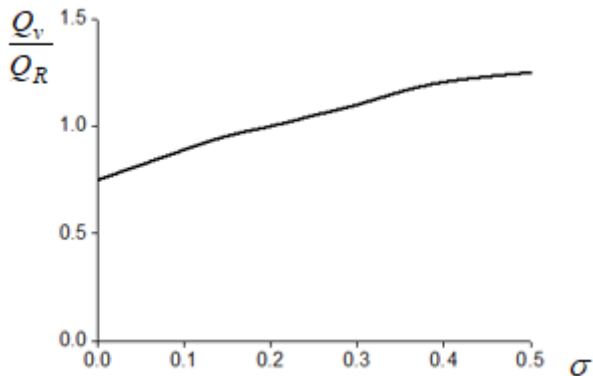
Объемные волны и волны Рэлея



— продольная волна
— поперечная волна



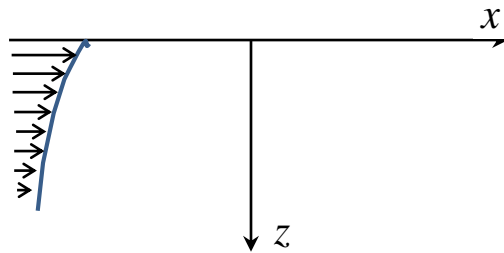
Отношение мощностей, уносимых
объемными волнами и волнами Рэлея



Результаты:

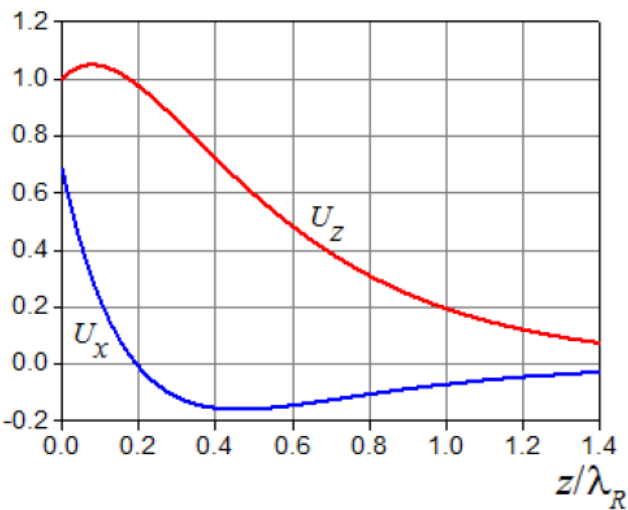
1. Объемные волны излучаются вглубь полупространства.
2. Затухание объемных волн $\sim 1/\sqrt{r}$
3. Одинаковая излучаемая мощность
4. Поле силы f сопоставимо с полем силы F

Характеристики волны Рэлея

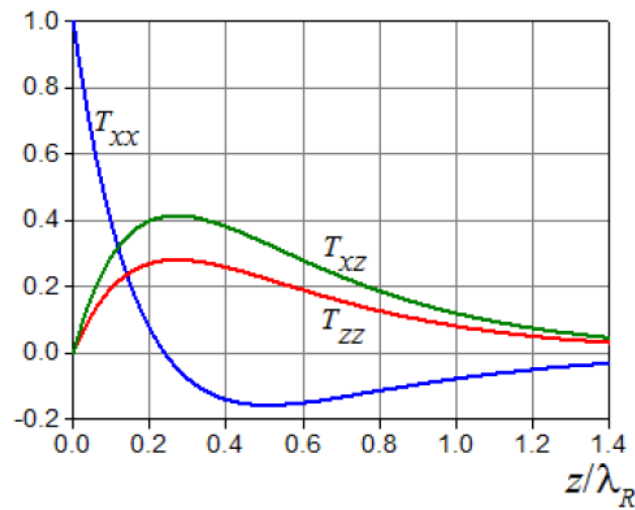


$\sigma = 0.25$

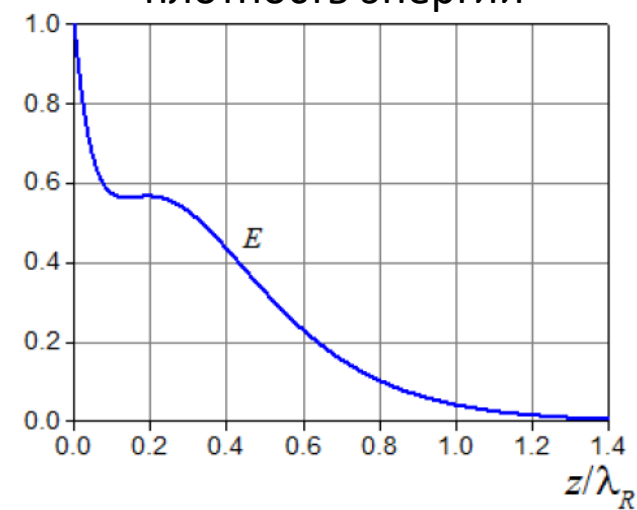
Смещения



Напряжения



Средняя
плотность энергии



Воздействие волны Рэлея на здание

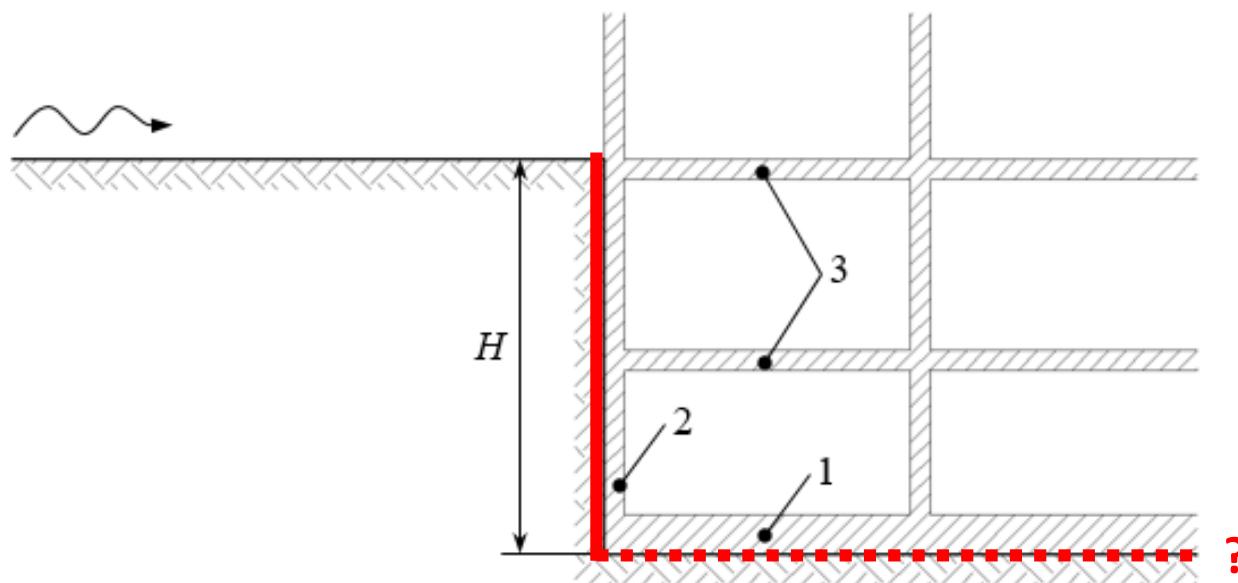
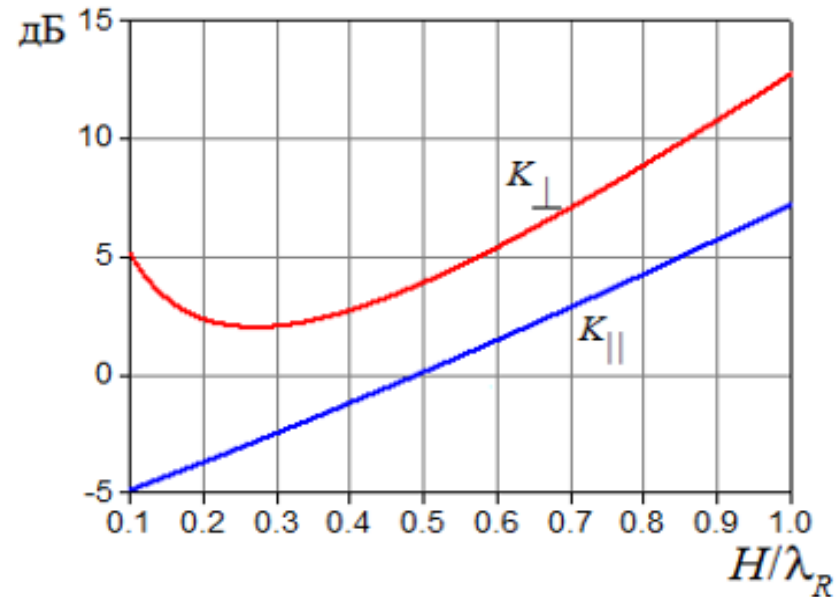
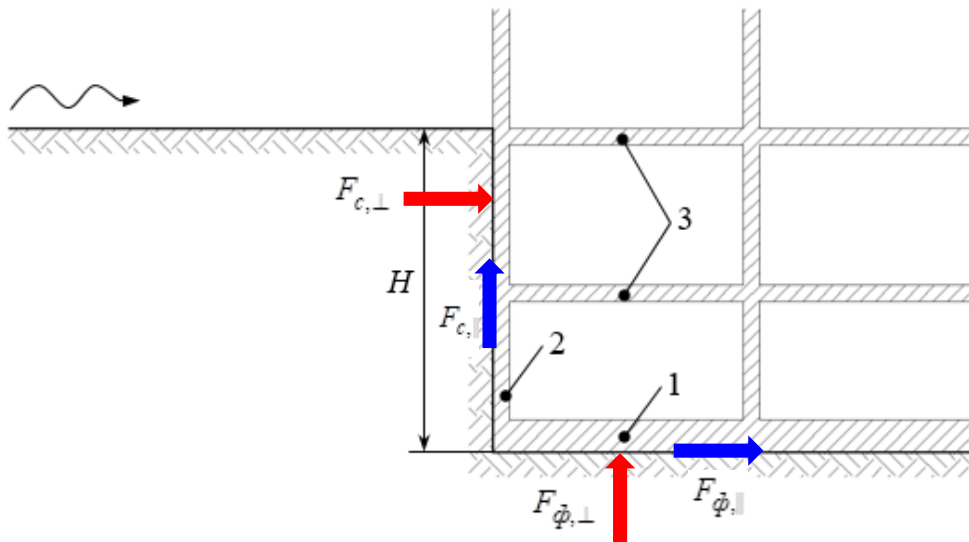


Схема здания в разрезе: 1 – фундамент, 2 – стена, 3 - перекрытия

Виброзащита зданий



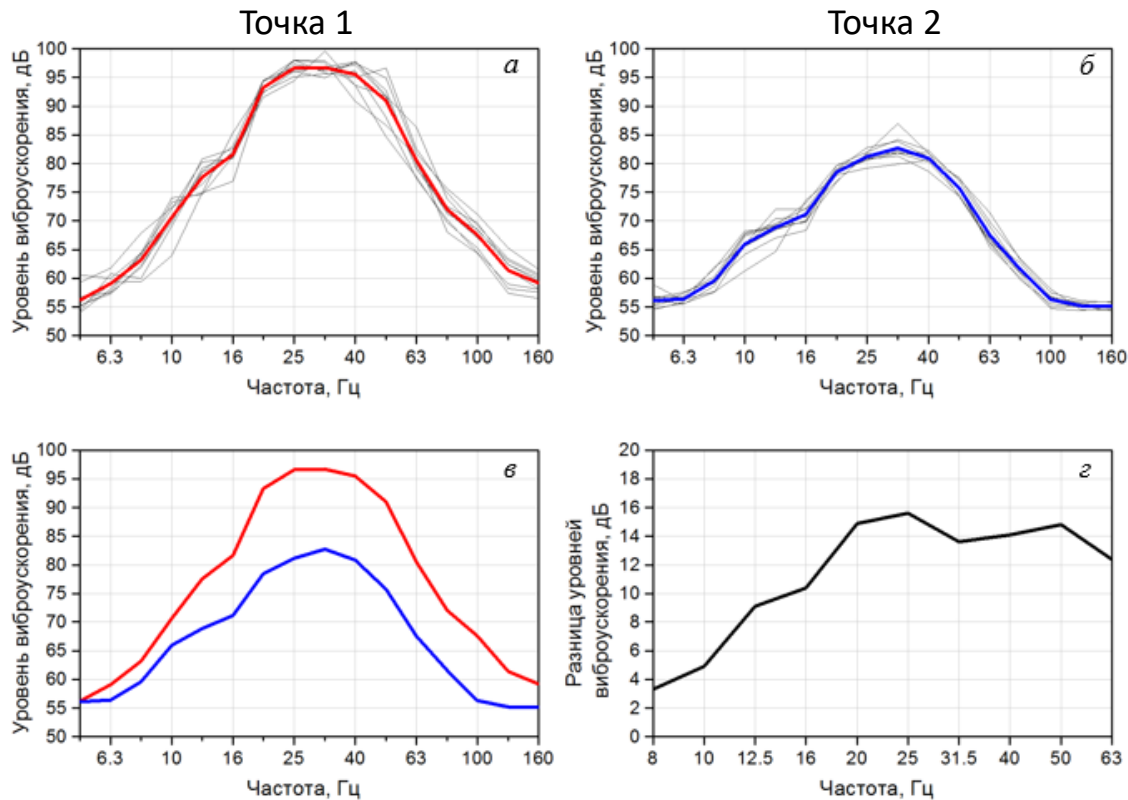
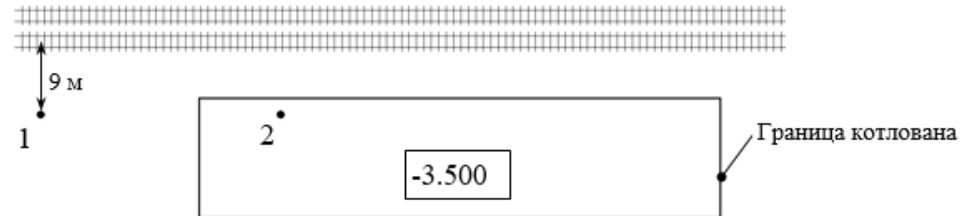
Что нужно учесть:

- дифракция волны Рэлея на жесткой или «импедансной» ступеньке;
- распространение квазирэлеевских волн под зданием;
- неравномерность воздействия на фундамент.

$$K_{\perp} = 20 \lg \left| \frac{F_{c,\perp}}{F_{\phi,\perp}} \right|$$

$$K_{\parallel} = 20 \lg \left| \frac{F_{c,\parallel}}{F_{\phi,\parallel}} \right|$$

Вибрации от трамвая



Заключение

1. Движение наземного рельсового транспорта возбуждает вибрации грунта, которые на достаточном удалении от путей являются поверхностной волной Рэлея.
2. Амплитуды смещения грунта и напряжений экспоненциально уменьшаются с глубиной, поэтому вибрационное воздействие на заглубленный фундамент значительно меньше воздействия на подземную часть стен.
3. Оценки показывают, что при заглублении, равном длине рэлеевской волны, вибрационное воздействие на фундамент ниже примерно на 10 дБ, чем на стены.
4. Виброизоляторы или упругие виброизолирующие слои между подземной частью здания и грунтом могут применяться только между стенами и грунтом, если передача вибрации через фундамент не приводит к сверхнормативному вибрационному воздействию в здании.

