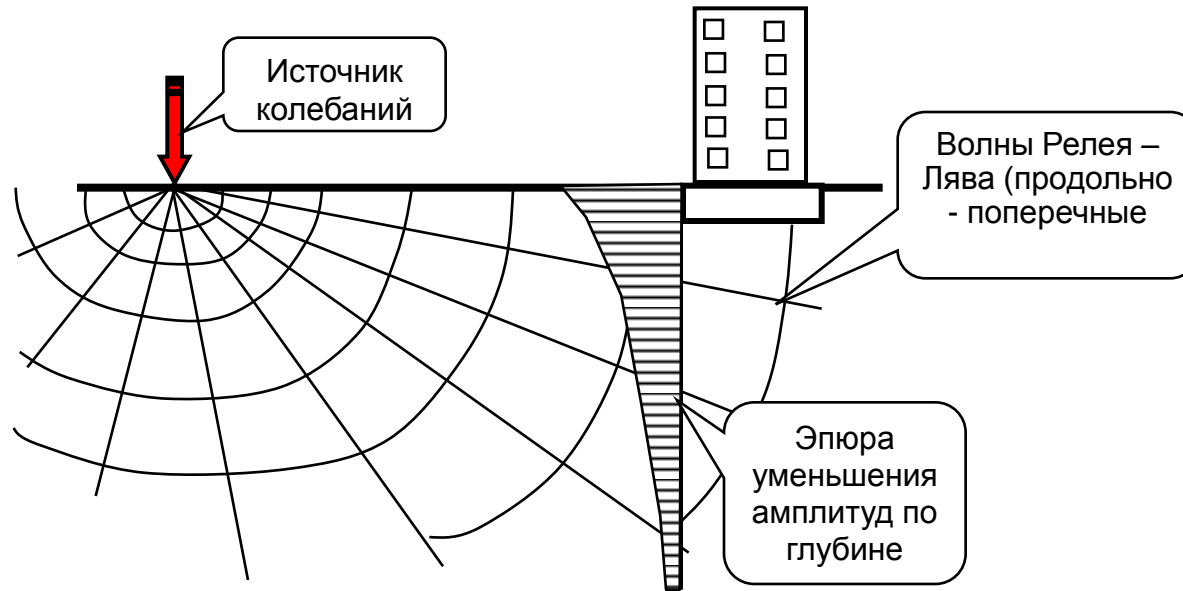


Фундаменты при динамических нагрузках.

Явления в грунте при динамических воздействиях.

1.1. Распространение колебаний в массиве грунта



Величина распространения колебаний в грунте зависит от источника колебаний и состояния среды.

Любое сооружение, попавшее в зону вибрации, начинает само вибрировать. Опасны резонансные явления, т.е. совпадение собственных частот колебаний с вынужденными колебаниями в грунтовой среде.

1.2. Уплотнение грунта

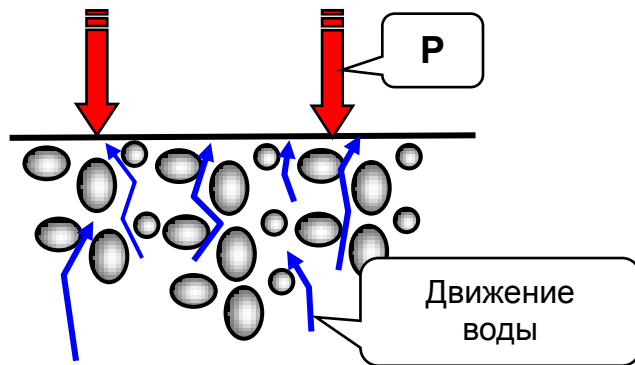
В большей степени характерно для песчаного грунта.

В общем случае $S = S_{\text{стат.}} + S_{\text{динам.}}$

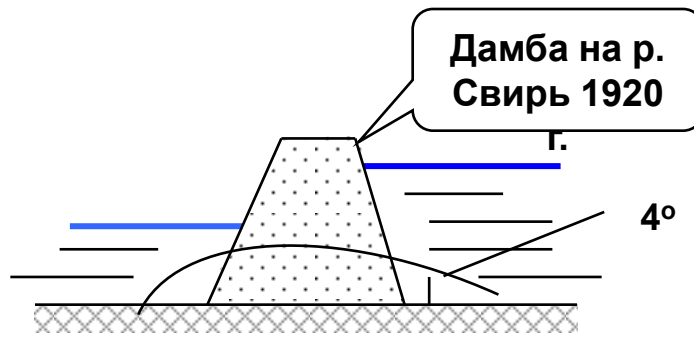
$S_{\text{динам.}}$ - может быть упругой или (упругой + остаточной), в зависимости от вида динамического воздействия.

1.3. Разжижение водонасыщенных песков

При динамических воздействиях грунтовая вода будет то вытесняться из пор, то засасываться, переходя в колебательные движения.



Если скорость движения воды будет создавать гидродинамический напор равный весу частиц песка, то песок будет испытывать взвешивающее действие воды, переходя в **плавунное состояние**.



При взрывных работах на расстоянии 200 м от плотины, водонасыщенный песок плотины перешел в плавунное состояние. Сооружение потеряло устойчивость, т.к. угол откоса грунта составил всего 4° .

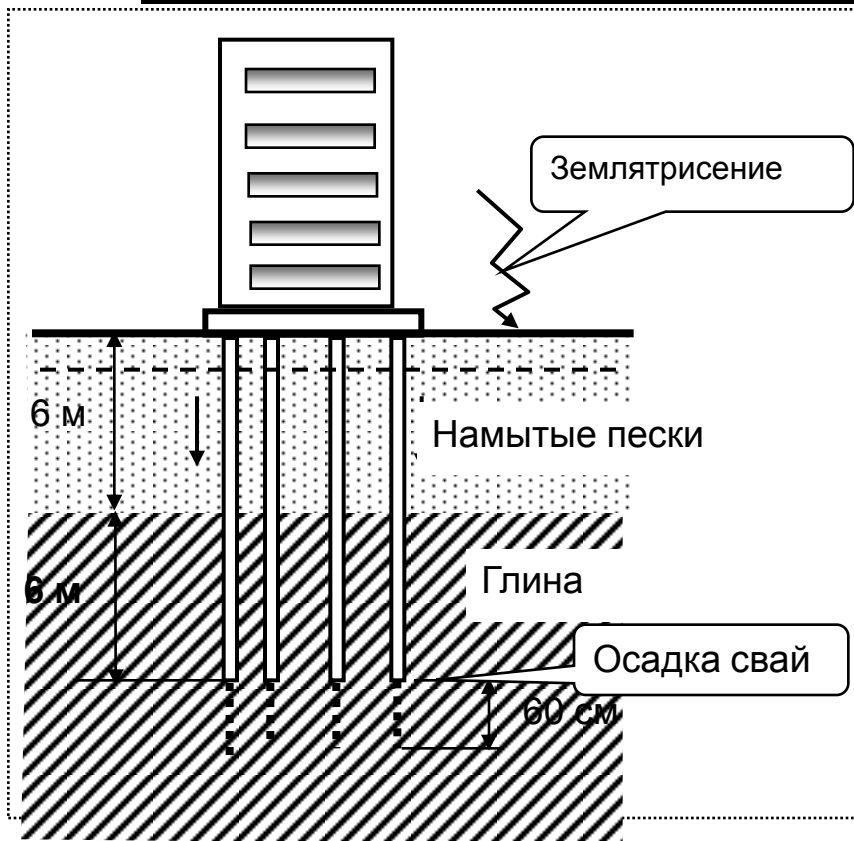
1.4. Тиксотропные явления (характерны для глинистого грунта)

При динамических воздействиях происходит нарушение структуры глинистых грунтов, с уменьшением характеристик C , E_0 .

При снятии динамических нагрузок глинистый грунт может вновь восстанавливать прежнюю структуру, т.е. проявляет тиксотропные свойства (выполнение стены в грунте под глинистым тиксотропным раствором).

Виды динамических воздействий

2.1. Сейсмические воздействия.



При динамическом воздействии, в результате осадки, песчаная толща увлекла за собой сваи, вдавив их в подстилаемую глинистую толщу (явление отрицательного трения). Осадка сооружения превысила все допустимые величины.

2.2. Динамические воздействия от движения транспорта.

При движении тяжелого транспорта (железнодорожные, трамвайные пути) создается вибрационный фон, который передаваясь по грунтовой среде, оказывает негативное воздействие на здания, сооружения. Вибрационные воздействия от движущегося транспорта могут превышать допустимый уровень вибрации по санитарным нормам проживания людей в здании.

2.3. Забивка свай.

В соответствии со строительными правилами забивка свай в городах на расстоянии ближе 30 м от существующей застройки запрещена.

При динамических воздействиях пески → уплотняются, разжижаются.

← Глины проявляют тиксотропные свойства.

2.4. Взрывы.

2.5. Работа машин, механизмов. (Строительство промышленных объектов, где возможны динамические воздействия: молоты, прессы, компрессоры, фундаменты пилорам и т.д.).

Особенности устройства фундаментов в сейсмических районах.

В России существует 12 бальная сейсмическая шкала. До семи бальная сейсмичность воспринимается обычными зданиями, сооружениями без принятия каких-либо дополнительных мер по усилению несущих конструкций.

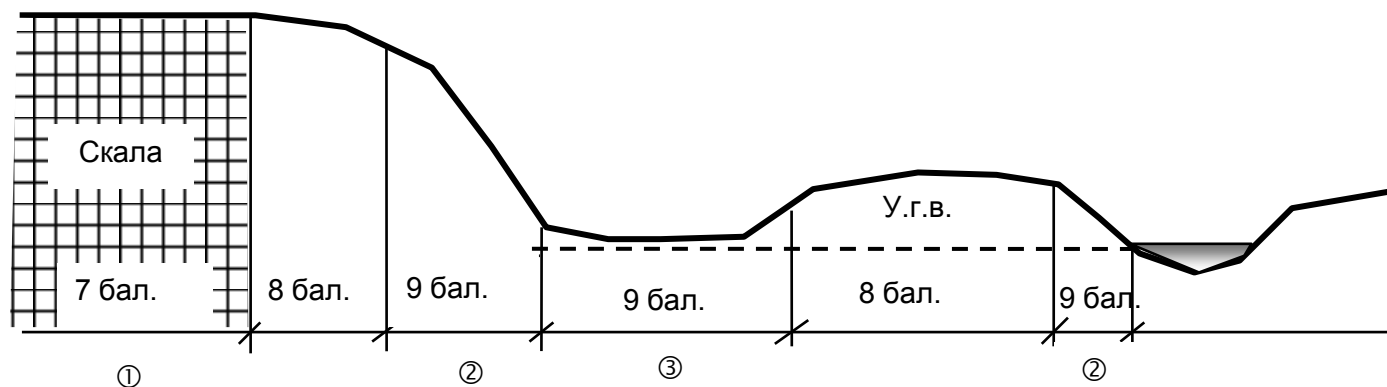
Расчетной является сейсмичность в **7, 8, 9 баллов.**

При сейсмичности свыше 9 баллов строительство не рекомендуется и только в исключительных случаях возможно при разработке специальных мероприятий.

Вся территория России поделена на отдельные районы по сейсмичности, но даже в пределах одного района сейсмичность может быть различной в зависимости от грунтовых условий.

Во многих районах выполнено микросейсмирование (повышение или понижение сейсмичности на 1 балл, которое санкционируется Госстроем).

Пример: Район с сейсмичностью 8 баллов.

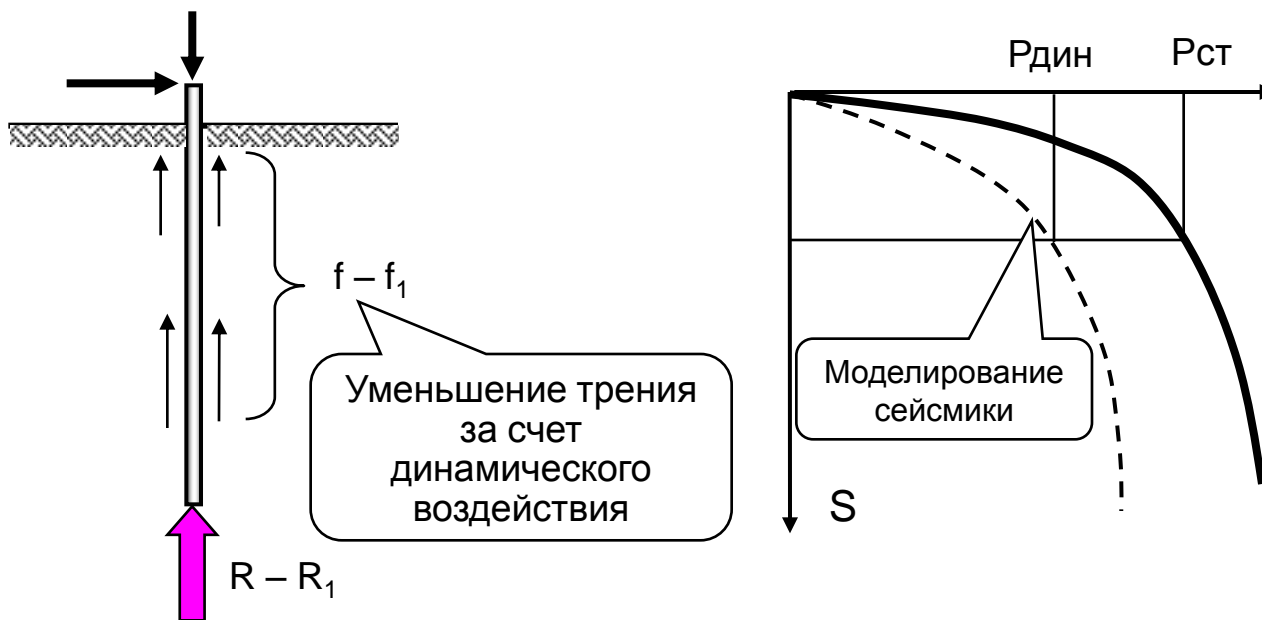


- ① Район расположения скальных пород сейсмичность уменьшается на 1 балл
- ② На склонах возможны оползни, сейсмичность увеличивается на 1 балл
- ③ При высоком положении У.Г.В. сейсмичность увеличивается на 1 балл

При строительстве зданий необходимо:

1. Фундаменты сооружения закладывать на одной отметке (более равномерное распределение сейсмических сил).

2. Здание делить на отсеки.
3. Фундаменты делать монолитными или омоноличивать (перекрестные ленты, сплошные фундаменты).
4. Свайные фундаменты рассчитывать на горизонтальную нагрузку. При этом преимущество имеют сваи – стойки, а головы свай должны быть надежно заделаны в ростверк.



$$P_{дин} / P_{ст} = \mu$$

- коэффициент снижения несущей способности

4. Фундаменты под машины.

Основные требования к фундаментам:

1. Фундаменты должны обеспечить стабильную работу машины, механизма, расположенного на нем.
2. Динамические воздействия от машин не должны угрожающе влиять на фундаменты зданий, сооружений.

Воздействие машин и механизмов можно разделить на следующие виды:

1. Машины и механизмы с уравнивающим воздействием. (Обычно вращательного типа: эл. моторы, центробежные насосы и т. п. – динамические воздействия возникают в пусковой период или из-за износа отдельных частей).
2. Машины и механизмы с не уравнивающим воздействием. (Поступательно-вращательное движение – поршневые насосы, пилорамы, компрессоры, двигатели внутреннего сгорания). Наиболее опасно – совпадение частот колебаний с собственными частотами сооружений (резонансные явления).
3. Ударного действия. (Молоты, быстродействующие прессы, копры и т. д.).
4. Прочие. (Станы, станки и т. д.).

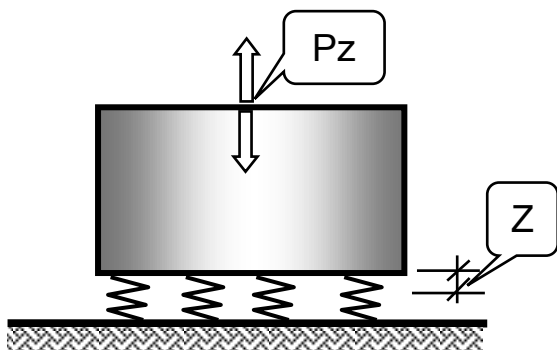
Фундаменты проектируются из условия ограничения амплитуды колебания системы: **машина + фундамент.**

$$A \leq A_{\text{доп}}$$

$A_{\text{доп}} = 0,1 \dots 0,3$ мм – предельно допустимые амплитуды колебаний, назначаются в зависимости от вида машины, её обслуживания, возможности без опасной работы человека.

В первом приближении, при условии совмещения ц.т. фундамента и машины, данную систему можно принять за 1 материальную точку. Тогда, в плоской постановке данная система будет иметь 3 вида колебаний:

- вертикальное; горизонтальное и вращательное.



а). Если определяющими являются вертикальные колебания, то дифференциальное уравнение колебаний может быть записано следующим образом:

$$mZ'' + P_z = 0$$

При решении данного уравнения получим амплитуду вертикальных колебаний

$$A_z = \frac{P_z}{K_z - m\omega^2}$$

где P_z – вертикальная составляющая возмущающих сил;

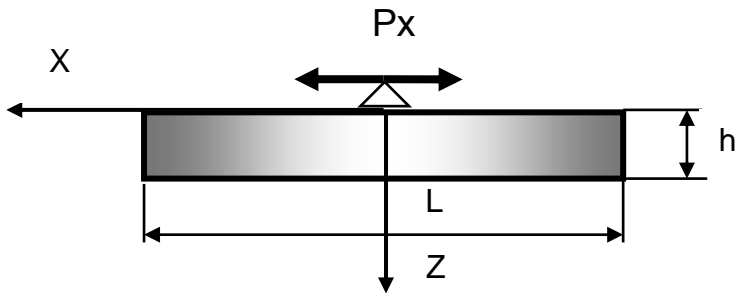
K_z – коэффициент жёсткости основания при упругом равномерном сжатии [т/м];
 $K_z = C_z \times F$

C_z – коэффициент упругого равномерного сжатия [т/м³] (табл. СНиП);

m – масса фундамента и машины;

ω – угловая скорость (частота) [рад./сек].

б). При горизонтальной возмущающейся силе (в случае распластанного фундамента, $L/h > 3$), будем иметь:

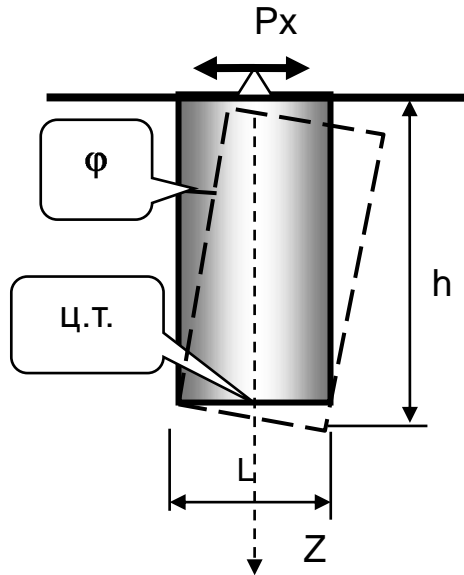


$$A_x = \frac{P_x}{K_x - m\omega^2}$$

$K_x = C_x \times F$ – коэффициент жёсткости основания при сдвиге фундамента по подошве;

$C_x = 0,7 C_z$ – коэффициент упругого равномерного сдвига.

в). При горизонтальной возмущающейся силе (в случае высокого фундамента $L/h < 2$), будем иметь:



$$A_{\phi} = \frac{M}{K_{\phi} - Q\omega^2}; \quad K_{\phi} = C_{\phi} \cdot I; \quad C_{\phi} = 2 \cdot C_z$$

K_{ϕ} - коэф. жёсткости основания при упругом повороте; **I** – момент инерции подошвы фундамента; **Q** – момент инерции массы фундамента и машины; **M** – возмущающий момент относительно ц.т.; **A_z , A_x , A_{ϕ}** - амплитуды, соответственно вертикальных, горизонтальных и вращательных колебаний (поворота).