

# Неравномерные осадки сооружений. Их виды и причины

В общем случае суммарная осадка сооружения складывается из 5 составляющих, каждая из которых вызывается различными причинами:

$$S = S_{\text{упл.}} + S_{\text{выпир.}} + S_{\text{спазупл.}} + S_{\text{спасст.}} + S_{\text{экспл.}}$$

**S<sub>упл.</sub>** – осадка, развивающаяся вследствие уплотнения грунтов;

**S<sub>выпир.</sub>** – осадка выпирания, возникающая за счет развития пластических деформаций грунтов в основании (выпирание грунта из-под подошвы фундамента);

**S<sub>спазупл.</sub>** – осадка за счет разуплотнения грунта, приводящая к поднятию дна котлована при разгрузке грунтов основания во время выполнения земляных работ (снятие бытового давления);

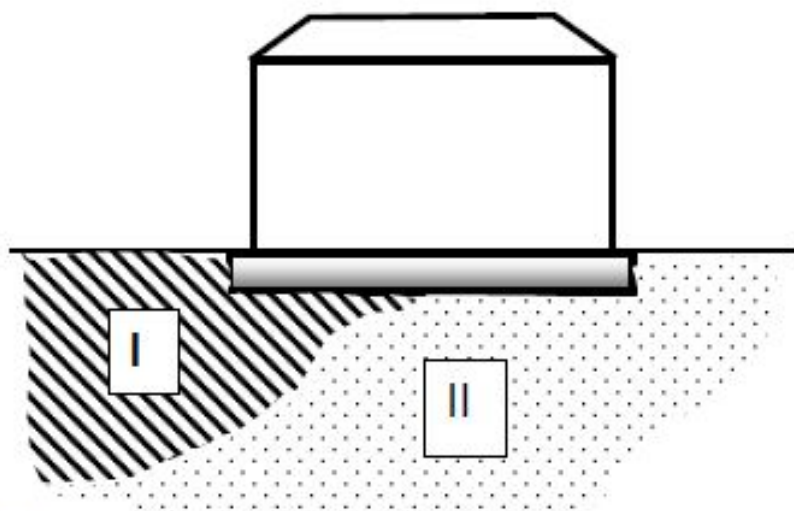
**S<sub>спасст.</sub>** – осадка за счет нарушения структуры (расструктурирования) грунтов основания во время строительства (зависит от производства работ);

**S<sub>экспл.</sub>** – осадка возникающая при эксплуатации здания.

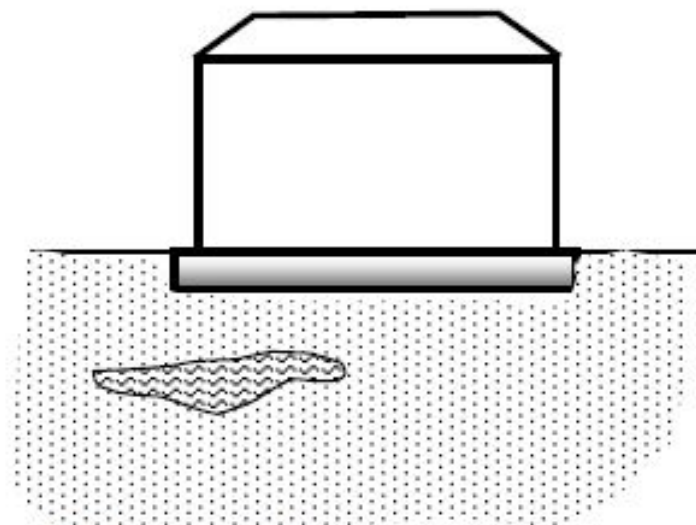
Неравномерность осадки фундамента вызывает дополнительные напряжения в надземных конструкциях здания и, как следствие, их деформации.

## Причины развития неравномерных осадок уплотнения

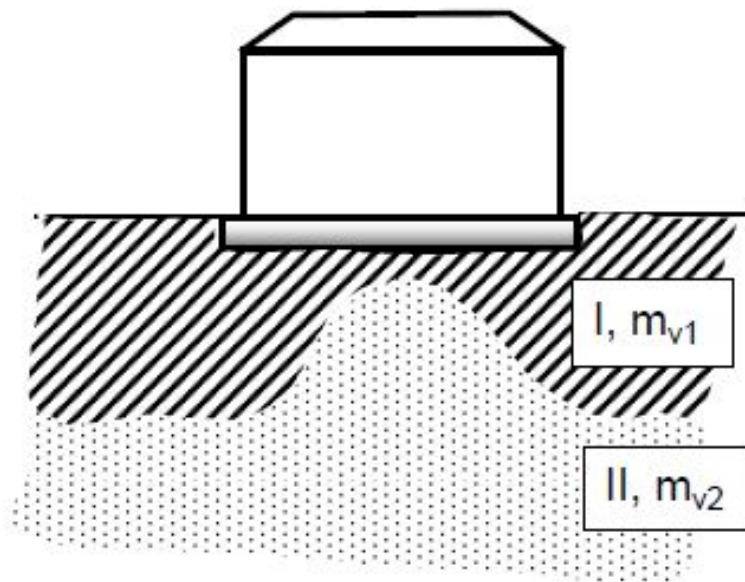
### 1. Сложное (неоднородное) напластование грунтов



**Выклинивание слоев**



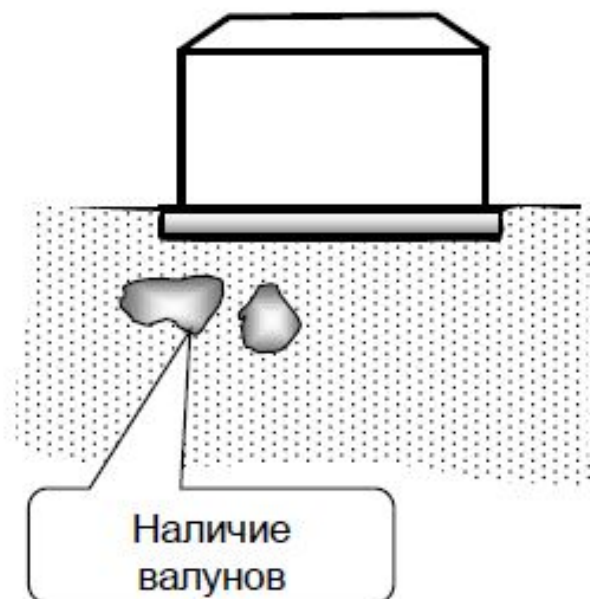
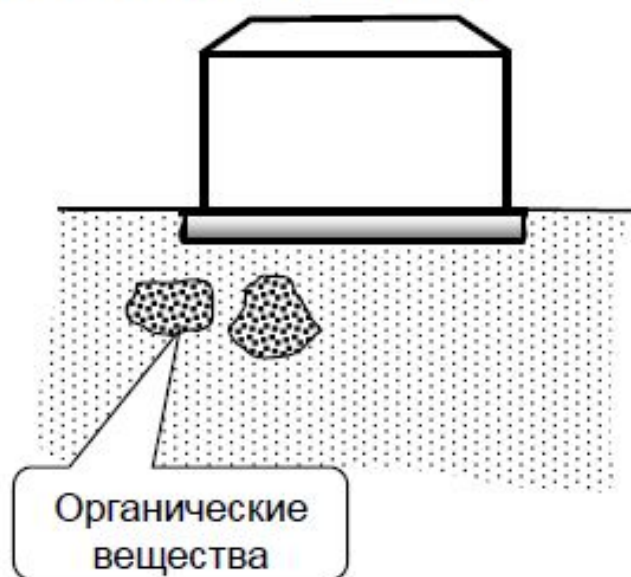
**Линзообразное залегание**



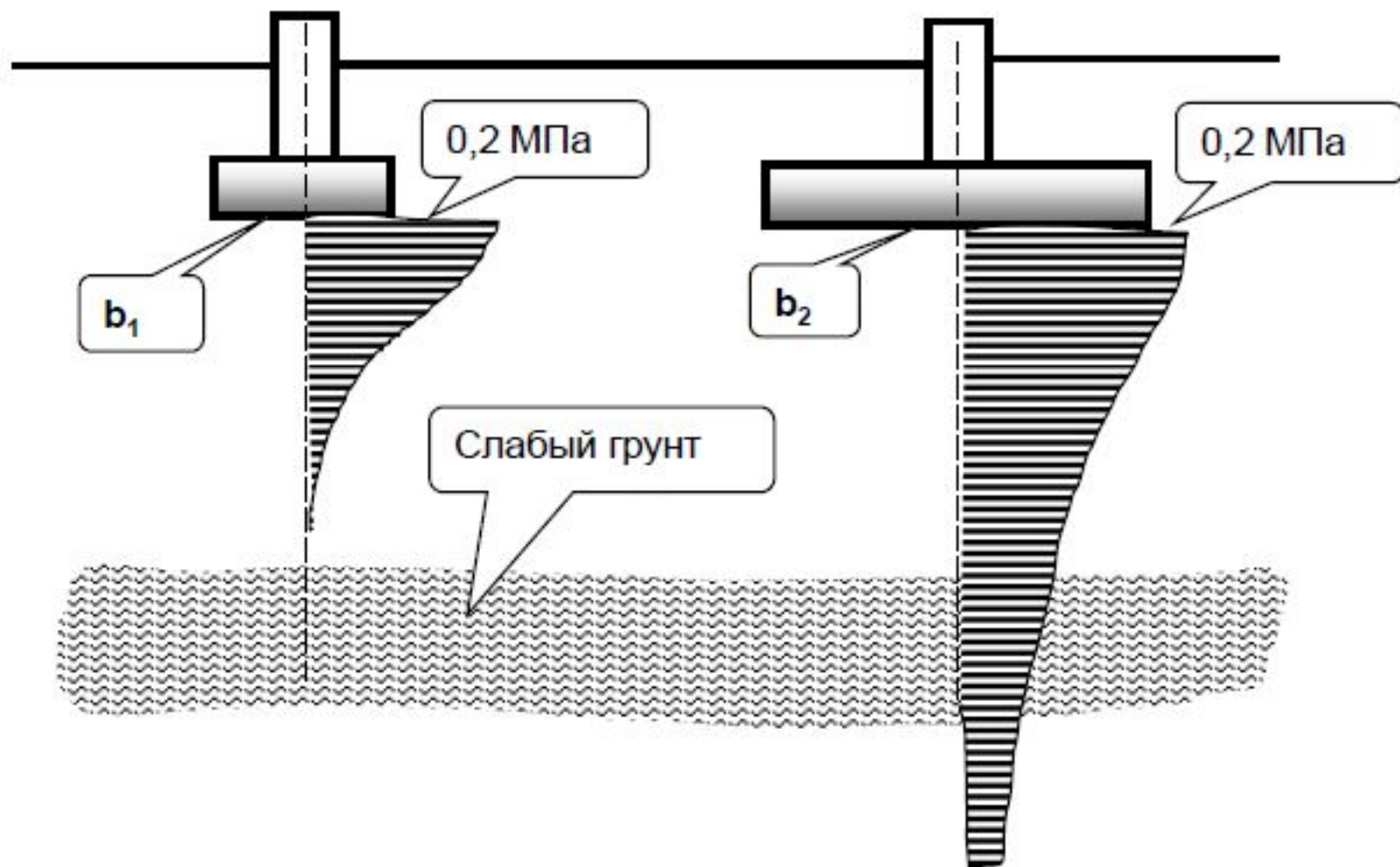
Не одинаковая мощность слоев

Если  $m_{v1} > m_{v2}$  – выгиб  
 Если  $m_{v2} > m_{v1}$  – прогиб

## 2. Не однородный грунт



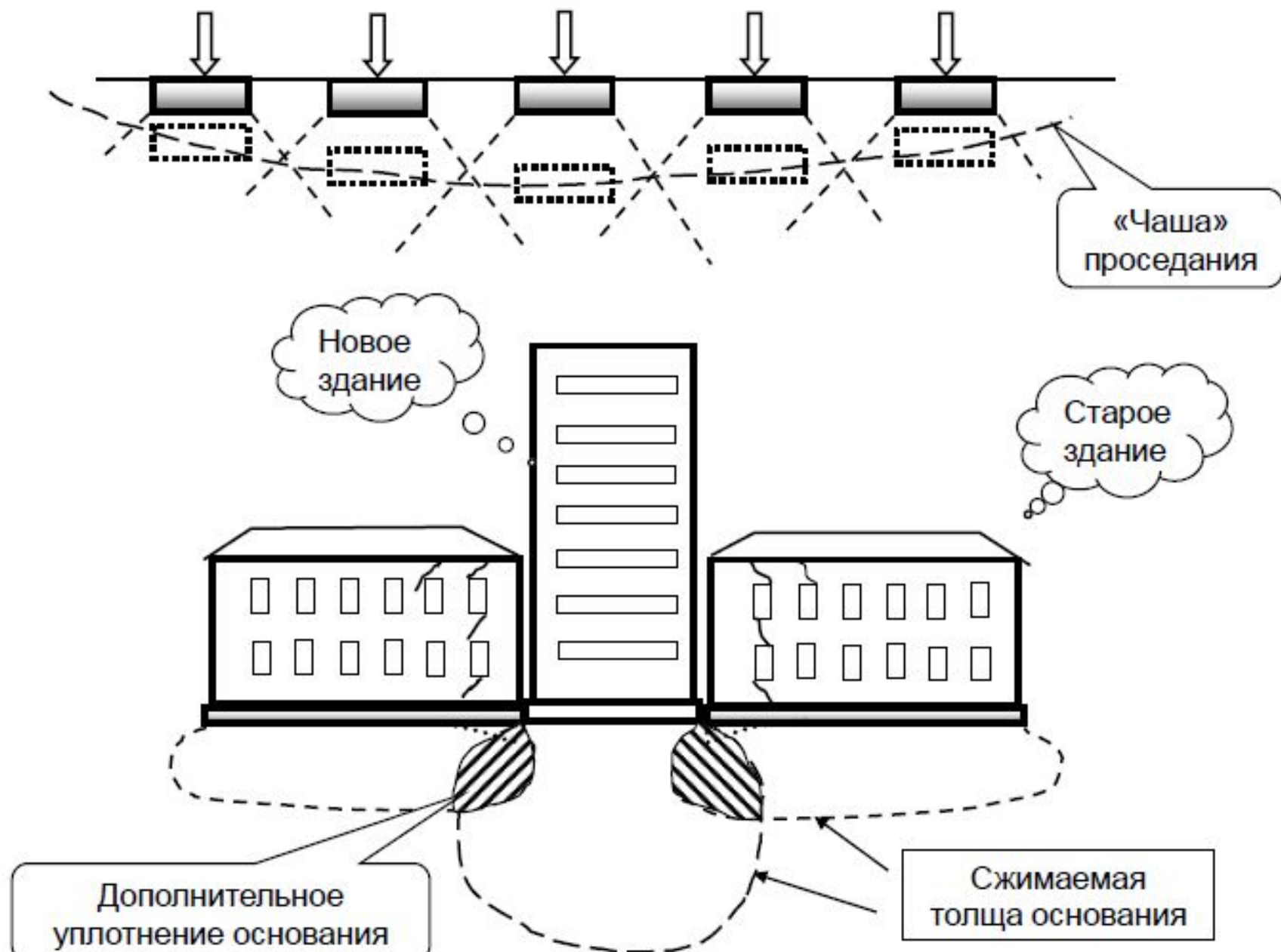
### 3. Не одинаковое загрузжение фундаментов



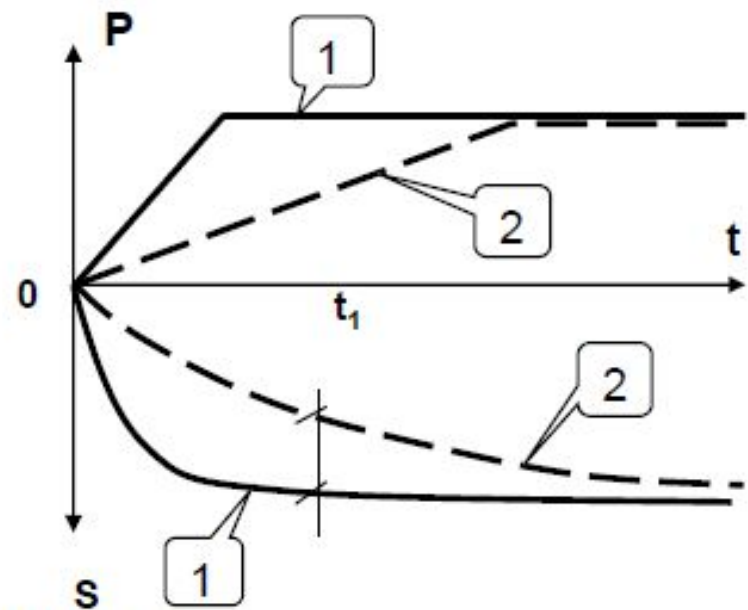
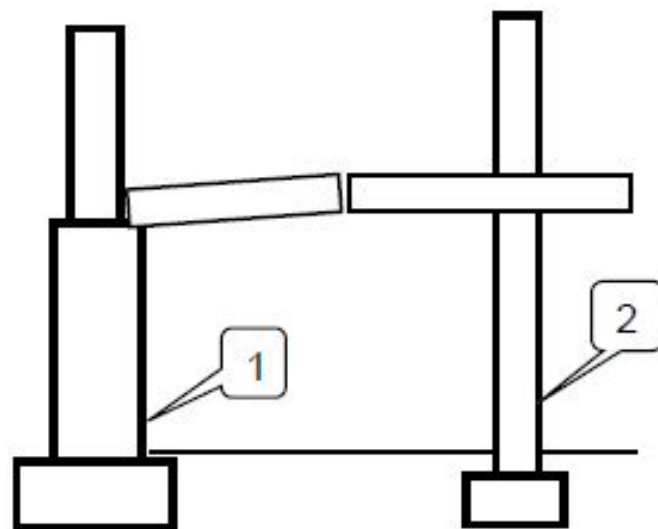
$$b_2 > b_1$$

$$S = h \varepsilon m_v p = A \omega b m_v p;$$
$$S_2 > S_1$$

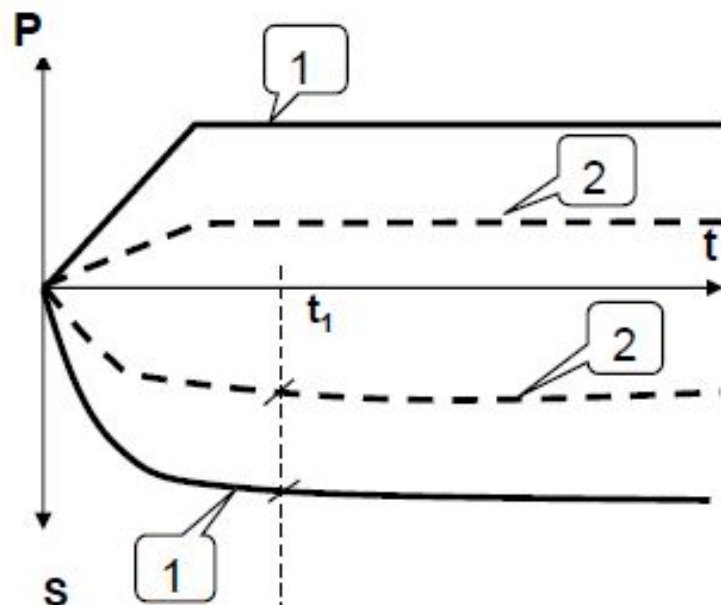
## 4. Влияние загрузки соседних фундаментов



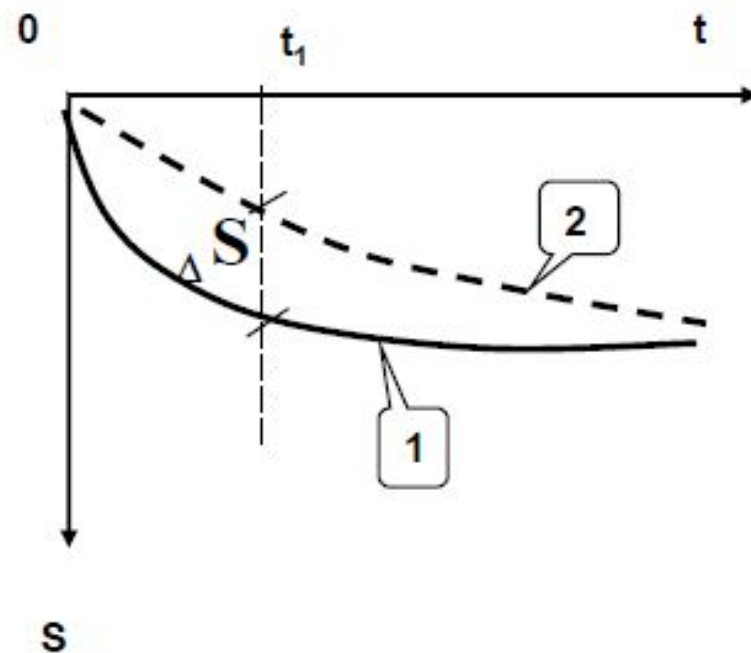
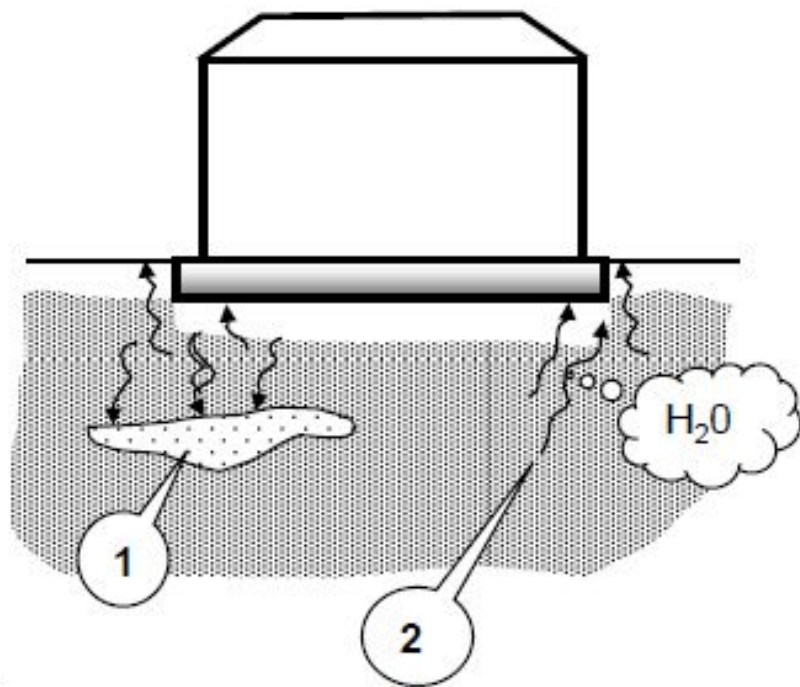
## 5. Не одновременность загрузки фундаментов



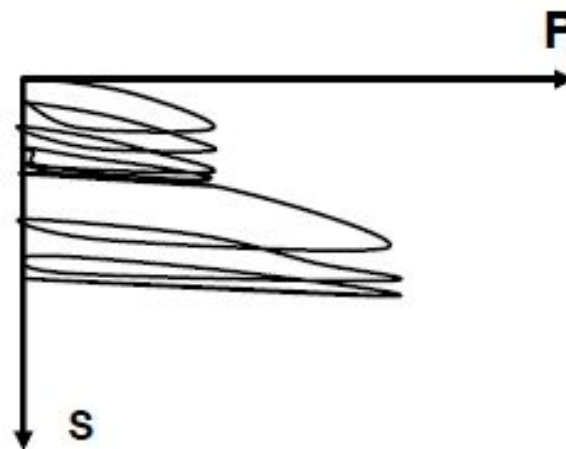
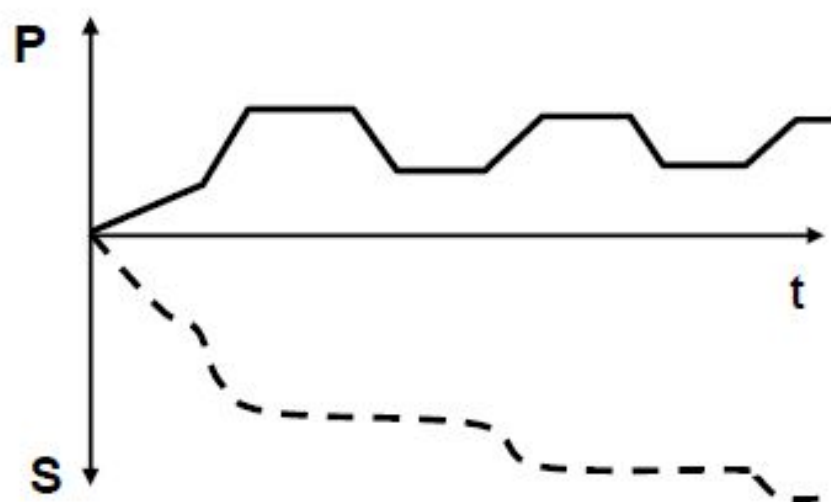
## 6. Не полная загрузка фундаментов



## 7. Неравномерность консолидации грунтов

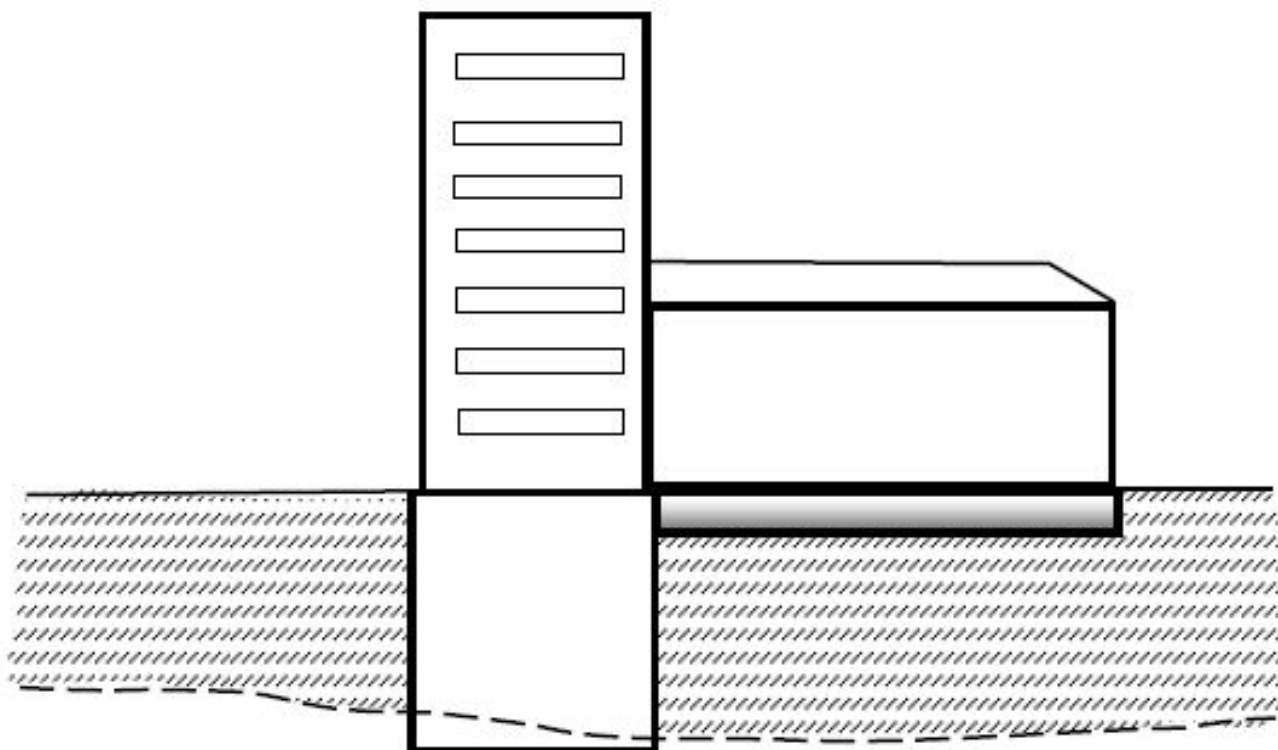


## 8. Не одинаковый характер нагрузки





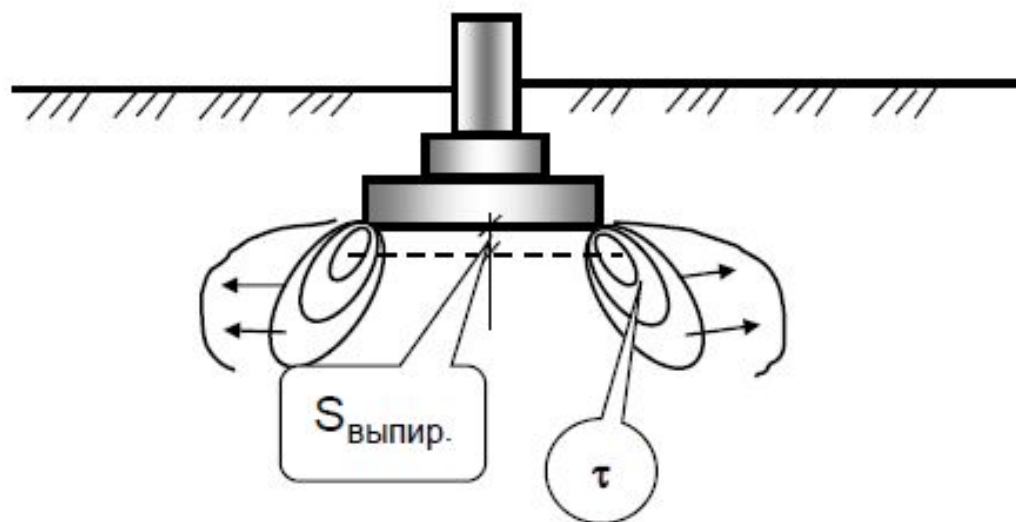
## 9. Не одинаковый несущий слой грунта в основании



## Причины развития неравномерных осадок выпирания

Данные осадки возникают за счет появления зон пластических деформаций оснований и выдавливания грунта в стороны.

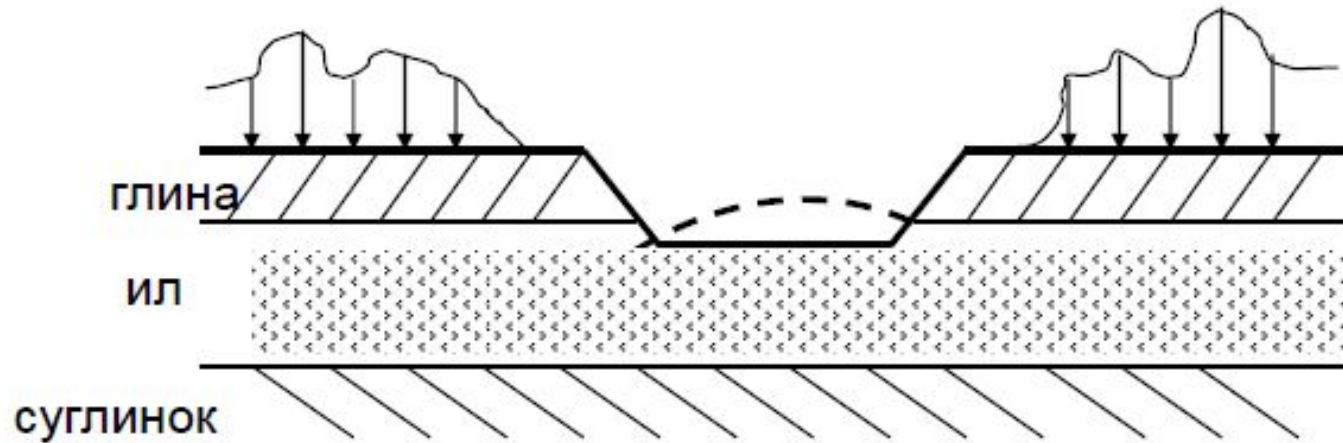
При давлении  $P = R$  глубина зон пластических деформаций достигает  $\frac{1}{4} b$ . Чем слабее грунт, тем более глубока развития данных зон пластики.  
Дополнительная осадка для квадратного фундамента за счет развития зон пластических деформаций достигает до 20% от общей величины.  
Данные осадки в основном неравномерно по тем же причинам, что и осадки уплотнения.



### **Причины развития неравномерных осадок разуплотнения**

**Сразупл.** – развивается под действием нагрузки, не превышающей величину природной, т.е. нагрузки, равной весу вынутого грунта при откопке котлована. Эти деформации приводят к поднятию дна котлована.

**Пример:** Вьетнам. Работы производились вручную, грунт носили корзинками и высыпали на бровку.



Днем выкопают, а утром котлован на той же самой отметке, или даже ещё выше. Происходило выдавливание грунта за счет дополнительной пригрузки краев.

В большинстве случаев при возведении зданий и промышленных сооружений на фундаментах, имеющих заглубление не более 5 метров, осадки разуплотнения незначительны.

В Москве при строительстве высотных зданий эти осадки составляли 4-6 см. Как учитывать эти деформации? И надо ли их учитывать?

Эти осадки нас интересуют только, если пригрузка от фундамента меньше, чем природное давление грунта на этой глубине.

# **Причины развития неравномерных осадок расструктурирования**

Наибольшее влияние на развитие общих осадок могут оказать осадки расструктурирования, **Срасстр.** вызванные нарушением структуры грунтов основания при отрывке котлованов и устройстве фундаментов.

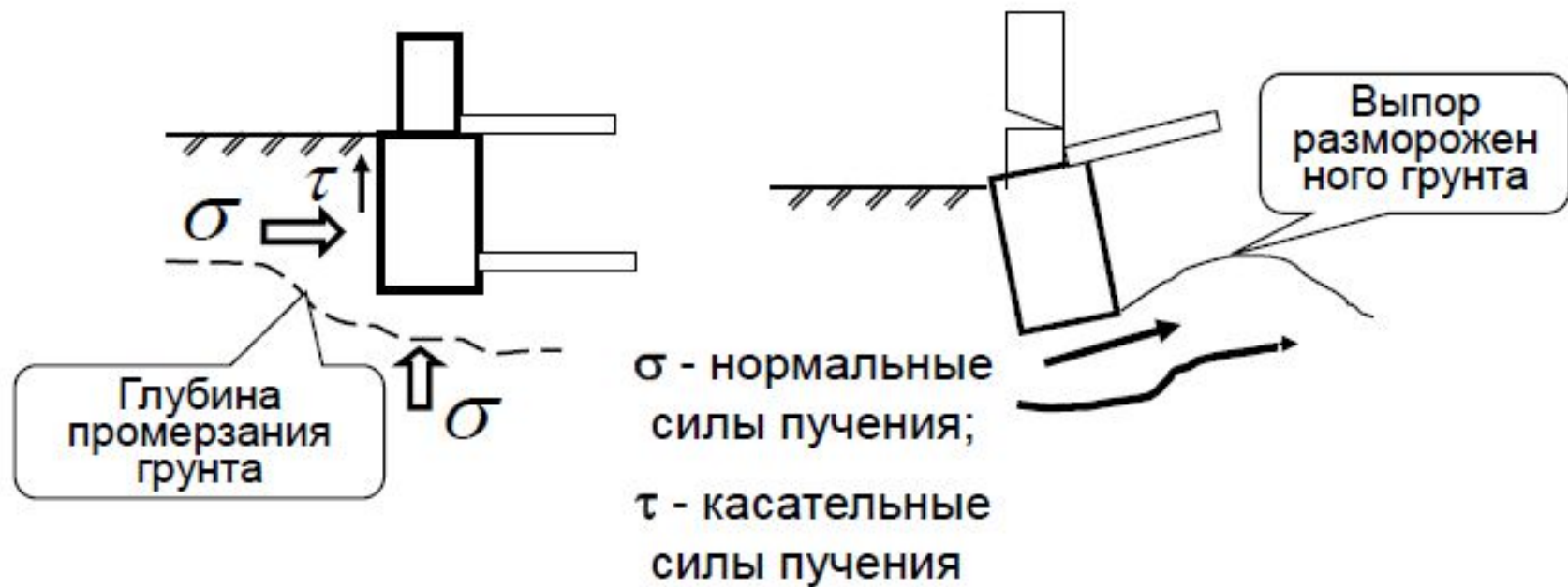
К причинам развития неравномерных осадок расструктурирования грунтов основания относятся:

## **1. Метеорологические факторы.**

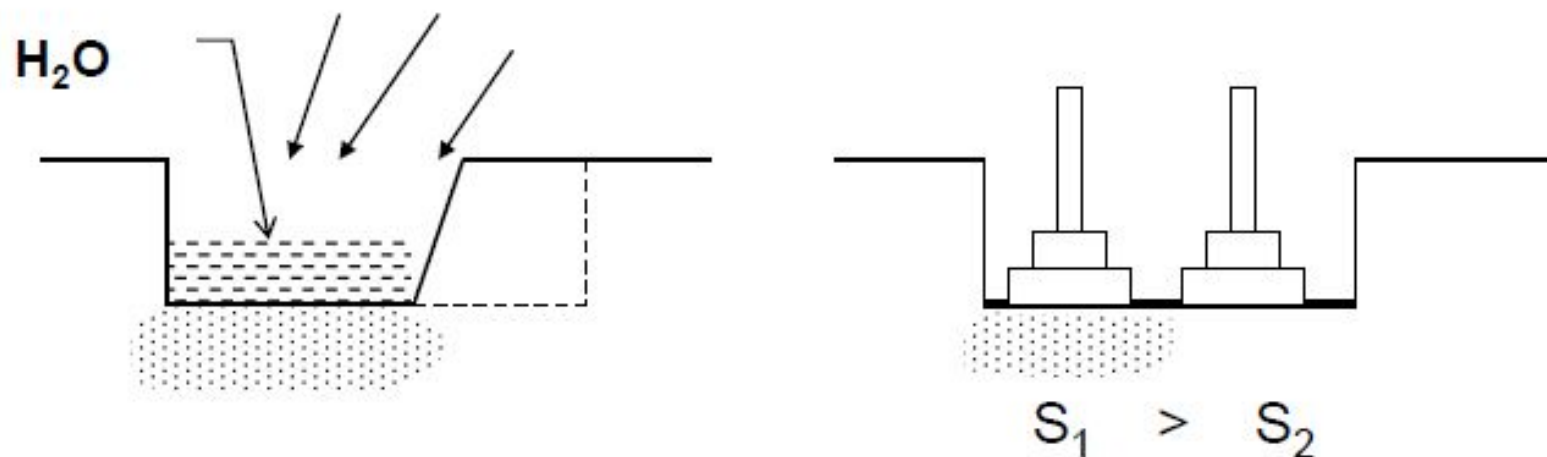
### **а) действие мороза (замерзание и оттаивание, пучение).**

Замерзая, а затем оттаивая грунт превращается в разжиженную массу (резко снижает свои прочностные характеристики). В результате выпор грунта - неравномерные деформации.

Оттаивание промороженного основания как правило происходит тоже неравномерно (сначала с южной стороны, затем с северной) – это также способствует неравномерным осадкам.



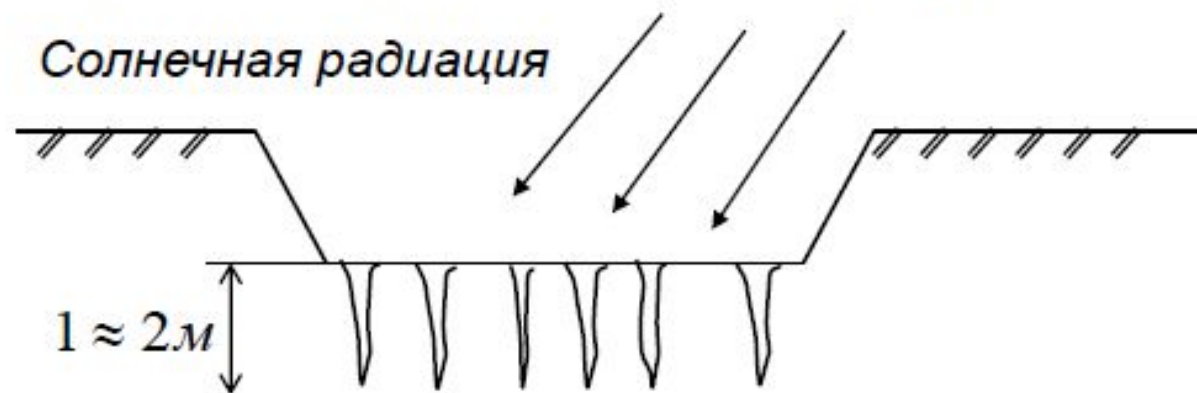
## **б) увлажнение грунта (осадки)**



Поэтому при отрывке котлована необходимо всегда иметь готовый насос и приступать к осушению немедленно. Кроме этого, оставлять недобор грунта на дне котлована.

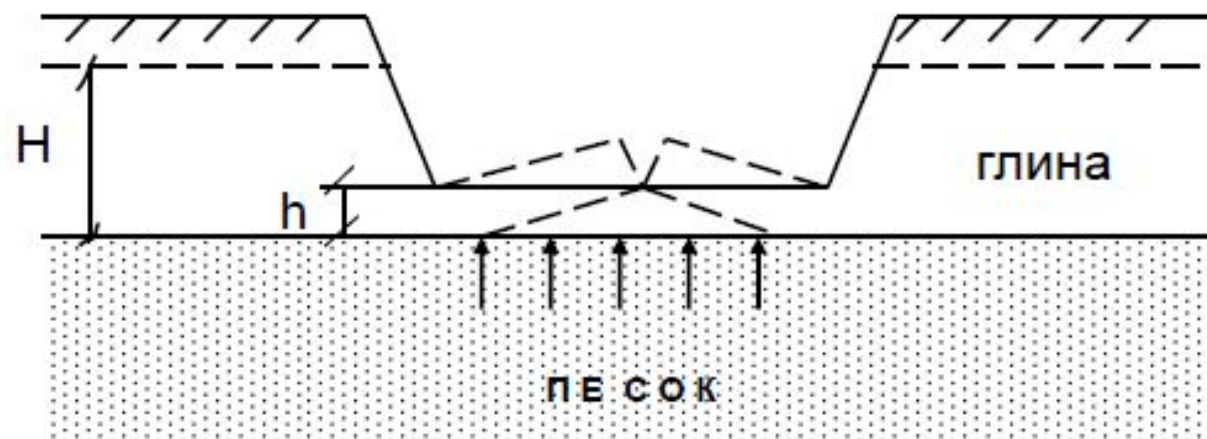
## в) высыхание грунта (действие солнечной радиации).

Характерно для районов Средней Азии, Индии, Африки.



## 2. Грунтовые воды

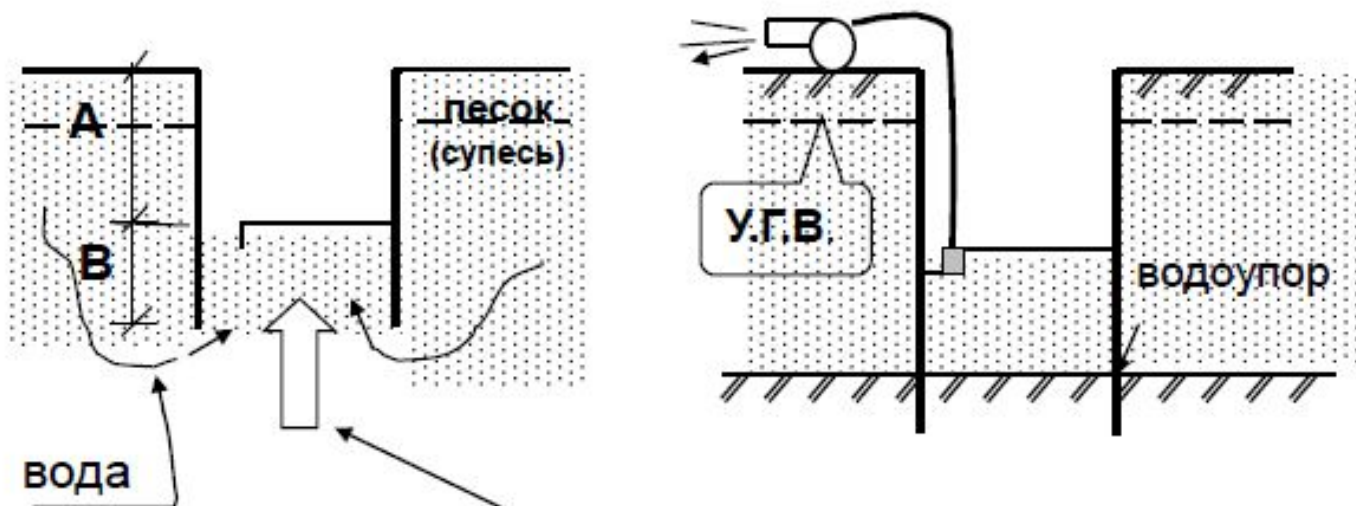
а) гидростатическое действие воды.



Если  $H \gamma_w > h \gamma_{гр.}$  - поднятие основания – возможен прорыв воды в котлован. Аналогичное влияние могут оказать и обычные воды при наличии ленточной глины в 50...100 раз.

Избавиться от этого можно искусственным понижением У.Г.В.

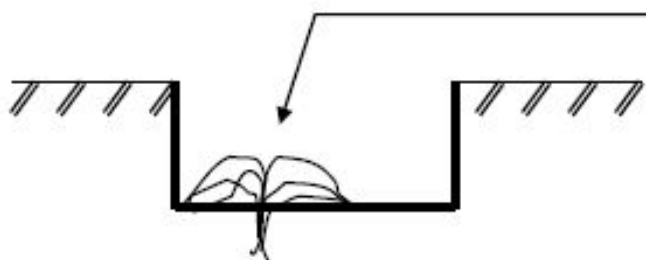
## б) гидродинамическое действие воды.



Гидродинамическое давление действует вверх и, преодолевая силы тяжести песка, производит его разжижение. Необходимо  $B > A$  - для уменьшения градиента давления, или осушения из зумфа. При наличии водоупора (шпунт необходимо забивать в водоупор).

## в) суффозия химическая и механическая (вымывание грунта в котлован вместе с водой).

Химическая суффозия связана с наличием растворимых солей и встречается очень редко.

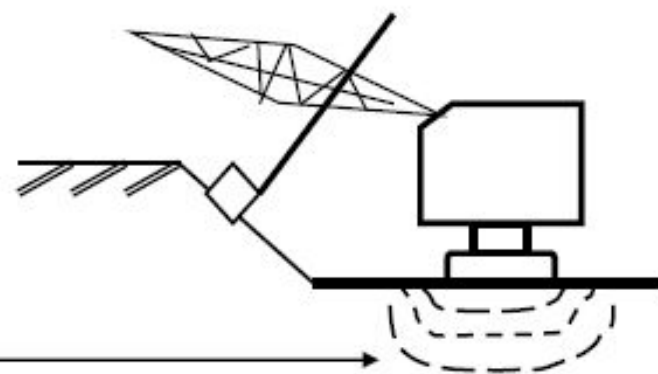


“вулканчик” – механическая суффозия – вымывание грунта, таким образом, нарушается структура основания. Были случаи, когда диаметр “вулканчика” составлял до 20 м и высотой 70 см.

## 3. Динамические воздействия.

а) перемещение тяжелых механизмов по дну котлована (опасно на структурно-слабых грунтах).

Происходит нарушение структуры грунта при динамических воздействиях.





## б) удары тяжелых механизмов по дну котлована.

При ударе ковша драглайна об ленточные глины она разрушается на 20...30 см.



## в) разрыхление мерзлого грунта (клин бабой – динамическим воздействием).

Пример:



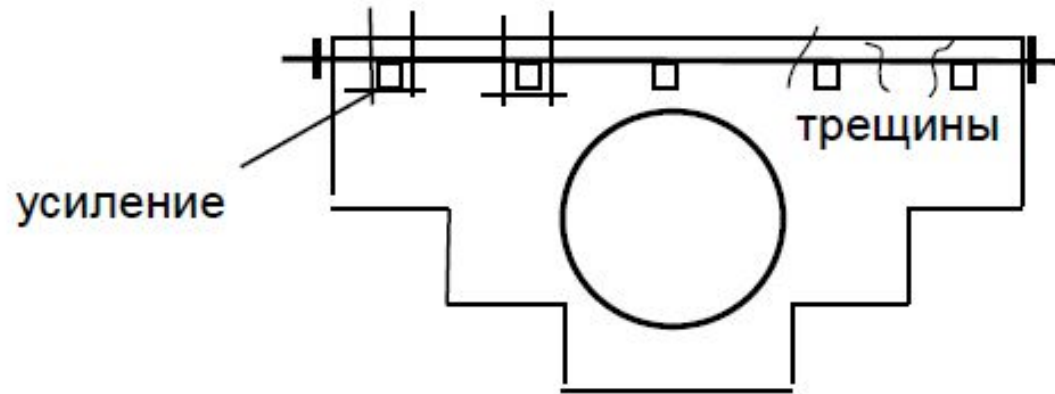
При разработке котлована зимой использовали клин бабу, а в 5 м от электрического кабеля разработку вели вручную с применением отбойного молотка (требования техники безопасности).

Уже при строительстве здание получило крен (при надстройке только 3-х этажей горизонтальные отклонения составили 21 см. Здание пришлось разобрать).

### г) динамические воздействия при забивке свай.

Пример:

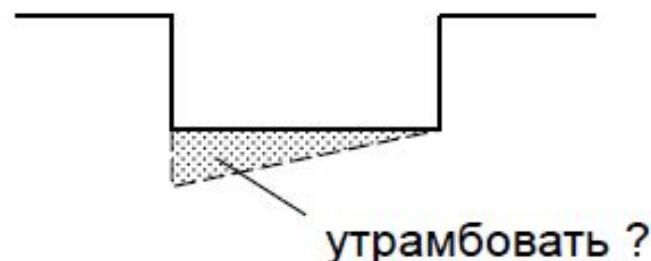
Кировский театр оперы и балета в Ленинграде 1960 год (Мариинский Театр)



При строительстве пристроев забивали 24 – метровые сваи. Образовались трещины размером 2...3 см – результат динамического воздействия при забивке свай. Перешли на правую половину – стали опускать железобетонные оболочки вдавливанием. Вынимали грунт из оболочки и заполнили её бетоном, но трещины продолжали развиваться. При вдавливании оболочек происходило выдавливание грунта, т.е. его перемещение – своего рода динамическое воздействие. Пришлось срочно делать усиление здания металлическими тяжами.

## Грубые ошибки строителей.

### а) перебор грунта



Если даже  $\gamma_{упл} = \gamma_0$

- всё равно грунт потеряет структурную первоначальную прочность.

б) обводнение котлована производственными водами (возможно при аварии водопровода и т. п.)

## Причины развития неравномерных осадок в период эксплуатации

1. Уплотнение грунтов после начала эксплуатации **Сэкспл.** сооружения:

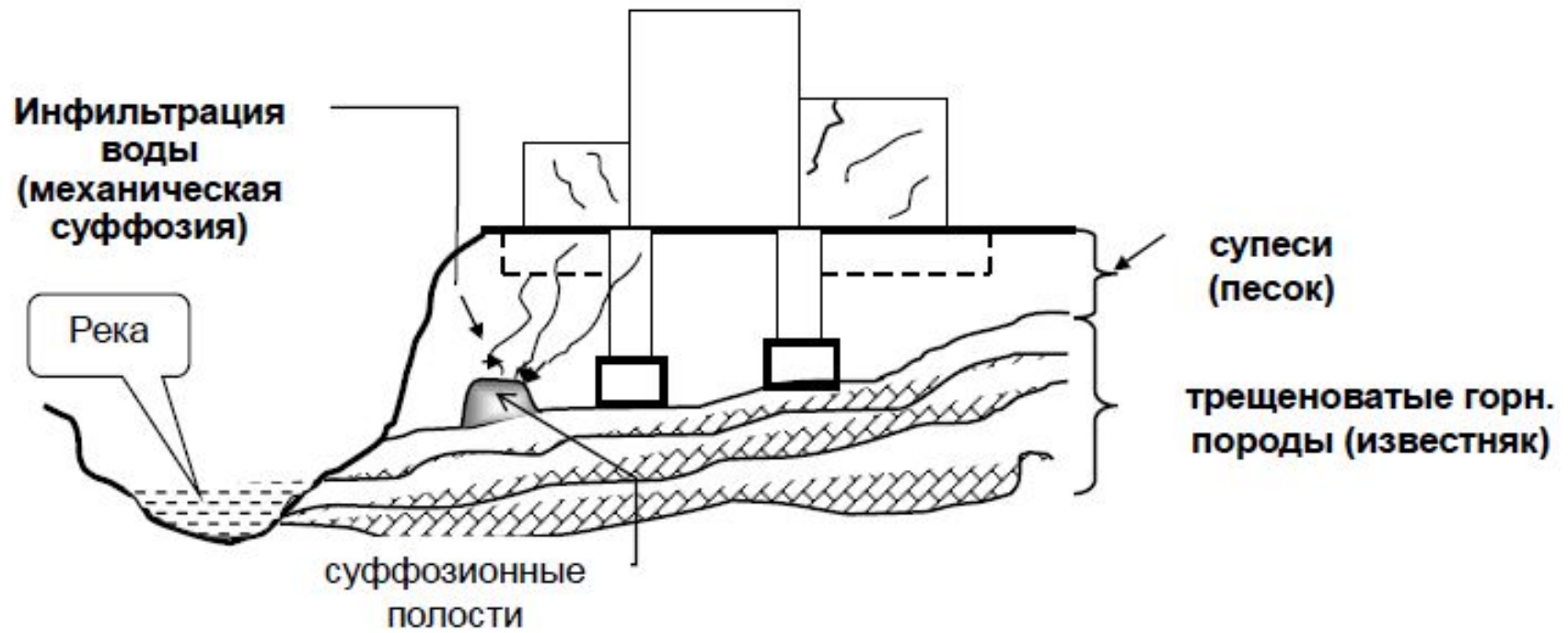
- деформации ползучести грунта и процесс фильтрационной консолидации;
- постепенное увеличение полезной нагрузки до проектной;
- увеличение нагрузки сверх проектной.

2. Изменением положения у.г.в.

3. Биотехногенное заражение грунтов (протечки канализации)

4. Ослабление грунтов основания подземными и котлованными выработками.

## 5. Динамические воздействия и активность геологических процессов.



## 6. Износ бутовых фундаментов