

# СП 22.13330.2011 (СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений)

Глава 6. Особенности проектирования оснований сооружений, возводимых на специфических грунтах и в особых условиях

# Приложение А (обязательное).

## Термины и определения.

**Особые условия:** Условия, характеризующиеся наличием: неблагоприятных геологических и инженерно-геологических процессов (карст, суффозия, горные подработки, оползни и т.д.); сейсмических, динамических, вибрационных и других воздействий; специфических грунтов (просадочные, набухающие, засоленные и др.).

# 6.1 Просадочные грунты

- **Просадочными называют пылевато-глинистые грунты (чаще всего – лёссовые супеси и суглинки), которые дают просадку (т.е. дополнительную осадку при замачивании) — от внешней нагрузки и (или) собственного веса грунта с величиной относительной просадочности  $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$ .**

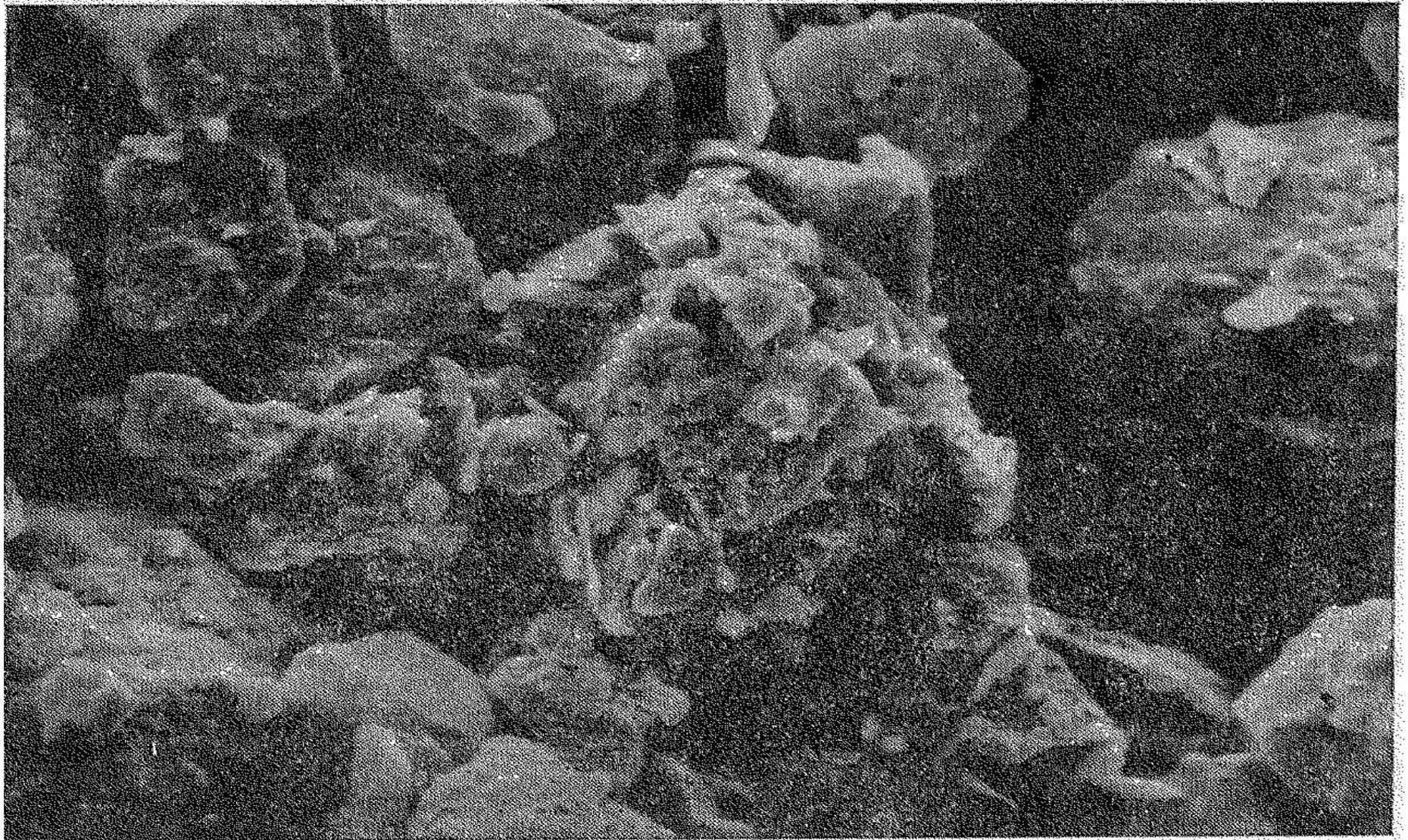
# Характерные признаки лёссовых грунтов

- **Высокое содержание - более 50% пылеватой фракции (0.05-0,005 мм)**
- **Макропористость (наличие пор, видимых невооруженным глазом);**
- **Желто-бурый (палевый) цвет;**
- **Карбонатность;**
- **Способность в сухом состоянии держать вертикальные откосы.**

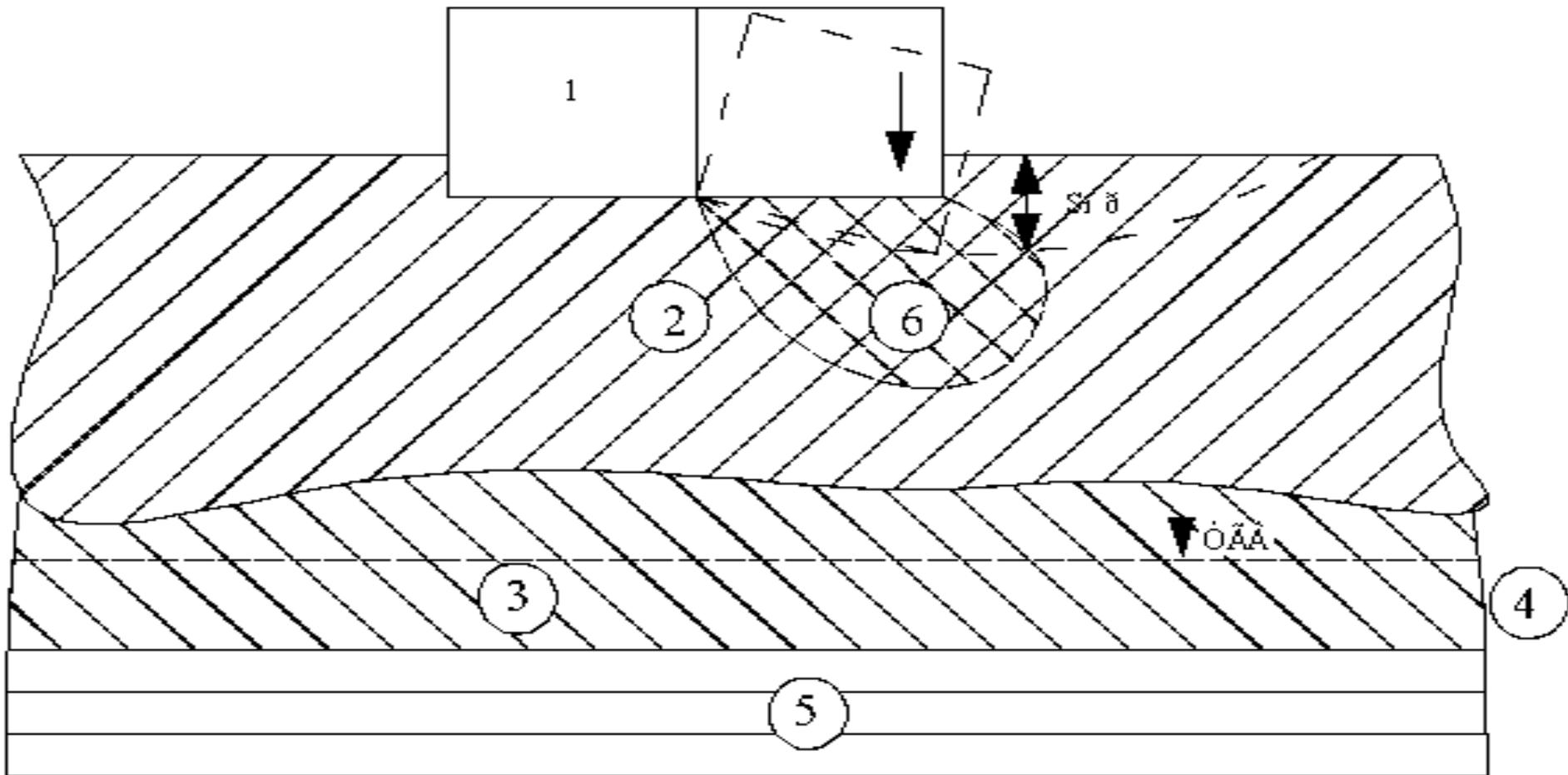
# Внешний вид лёссового грунта в образце



- **хорошо видны характерный палевый цвет, пылеватость и наличие макропор (на правом фото)**



- Микроагрегаты пылевато-глинистых частиц и макропоры (темные пустоты) в лёссовом грунте,
- увел. 1000х (электронный микроскоп)

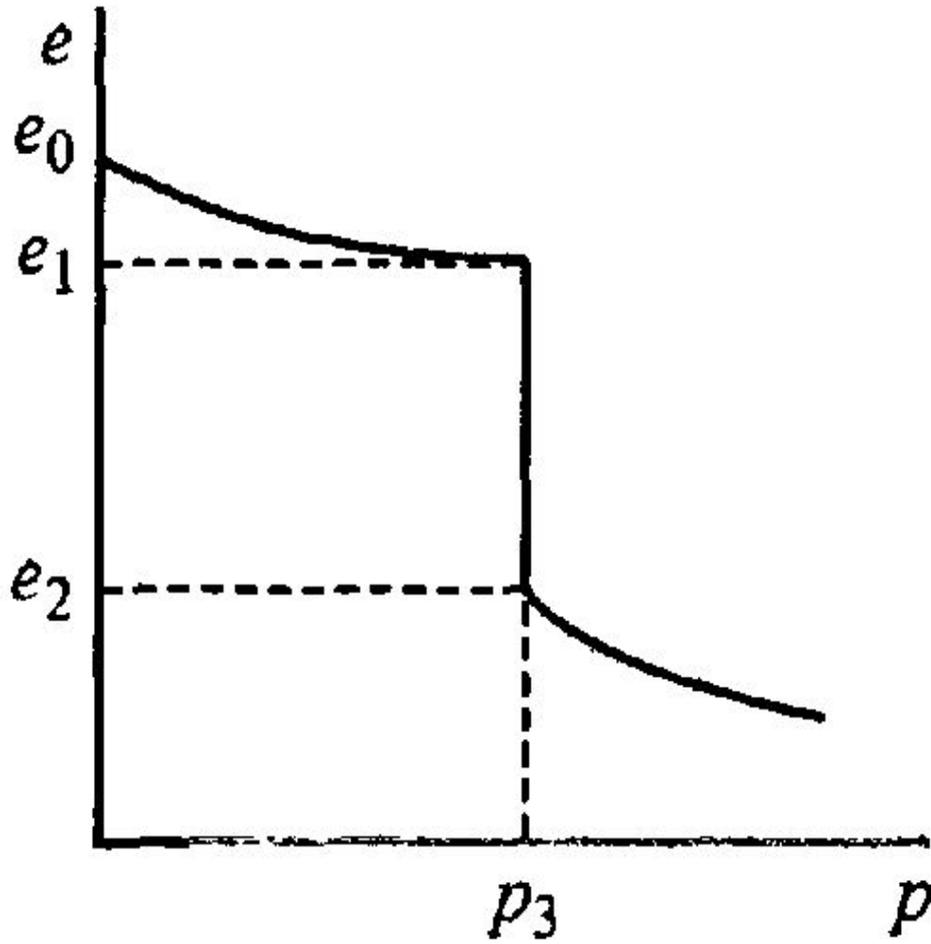


**• Строение лессовой толщи и схема деформации здания в результате просадки:**

- 1–здание; 2–просадочные грунты; 3–непросадочные грунты; 4–грунтовая вода; 5–глина (водоупор); 6–участок, где проявилась просадка;  $S_{пр}$ –величина просадки

- **6.1.3 Просадочные грунты характеризуются относительной просадочностью  $\varepsilon_{sl}$  и начальным просадочным давлением  $p_{sl}$**
- **6.1.12 ... $\varepsilon_{sl}$  определяют на основе испытаний грунта в лабораторных условиях... (в компрессионном приборе), ...также в полевых условиях по испытаниям грунта штампом с замачиванием.**
- **6.1.14 За ... $p_{sl}$  принимают давление, при котором  $\varepsilon_{sl}$  равна 0,01**

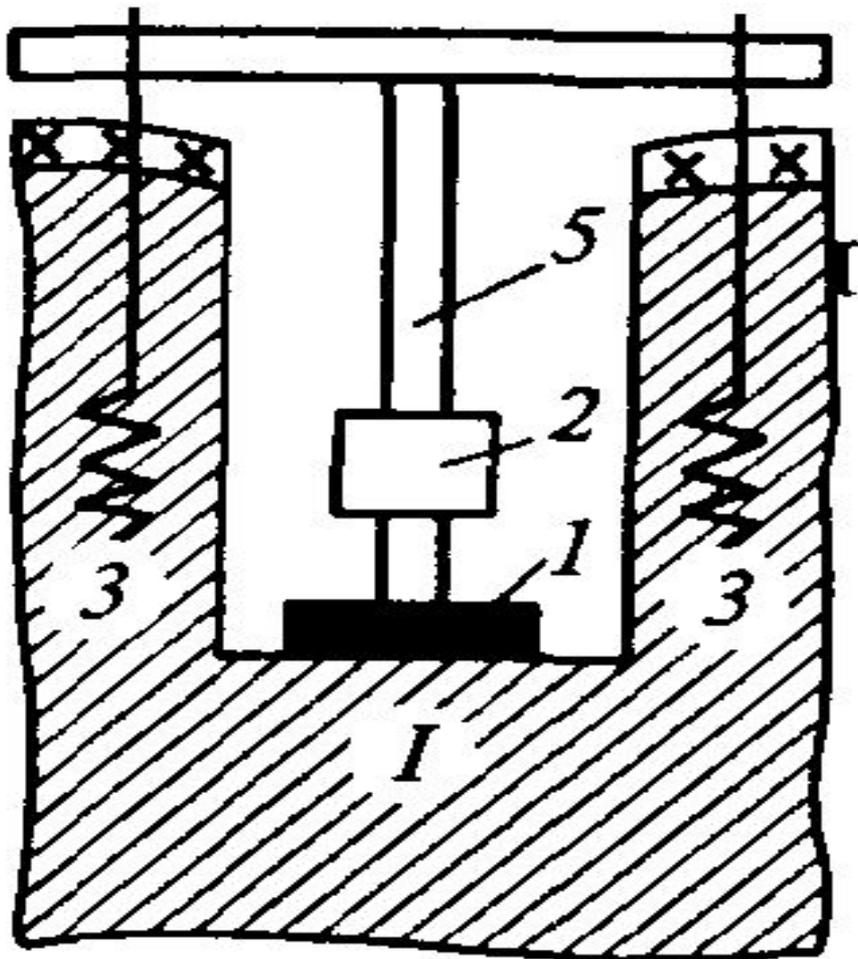
# Испытание грунта на просадочность в компрессионном приборе



- $e$ -коэффициент пористости грунта,  $p$  – вертикальная нагрузка, МПа,  $p_3$  – нагрузка, при которой произошло замачивание лёсса,

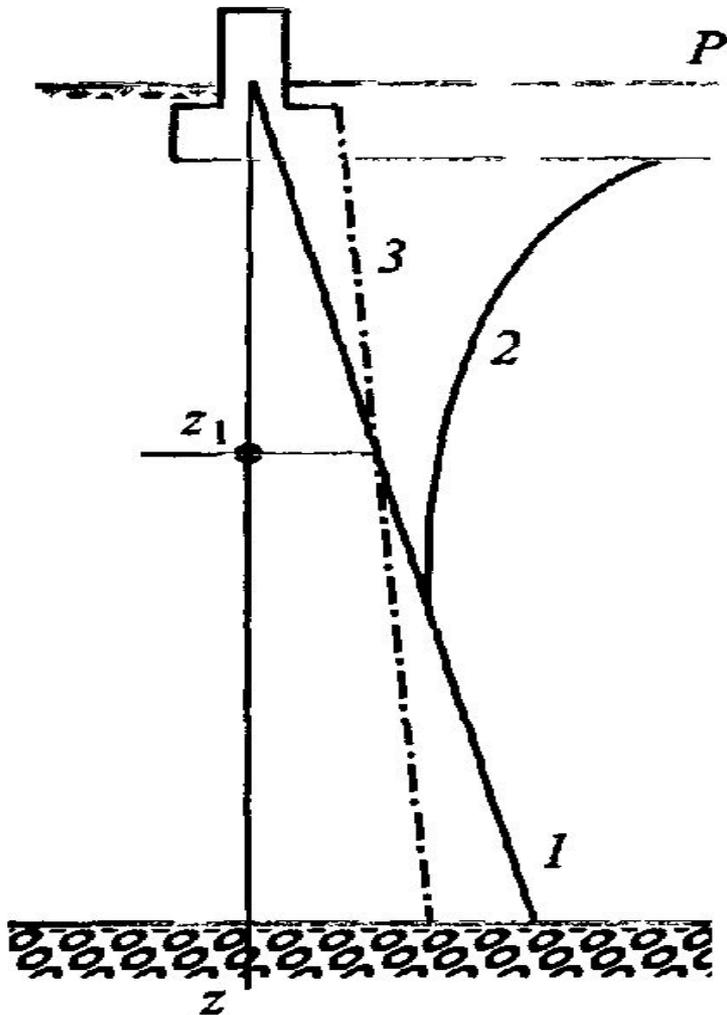
$e_0 - e_1$  - осадка грунта,  
 $e_1 - e_2$  - просадка грунта

# Определение сжимаемости грунтов штампом в полевых условиях:



- 1-штамп, 2 – домкрат, 3-анкера, 5-штанга

# Эпюры распределения давлений в лёссовой толще:



- 1- от ее собственного веса,
- 2 – от собственного веса и сооружения,
- 3-начального просадочного давления.
- $Z_1$ -глубина начала просадки толщи от собственного веса

**6.1.6 Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, подразделяют на два типа:**

**I тип — грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см;**

**II тип — грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и ее величина превышает 5 см.**

**6.1.20 Расчет просадки в грунтовых условиях *I типа* не производят...**

**6.1.21 При возможности замачивания грунтов основания... в грунтовых условиях *II типа* наряду с устранением просадочных свойств грунтов или прорезкой просадочной толщи фундаментами глубокого заложения должны предусматриваться водозащитные мероприятия**

## 6.2 Набухающие грунты

- **Набухание** – это свойство грунтов при повышении влажности **увеличиваться в объеме**. При последующем понижении влажности у набухающих грунтов происходит обратный процесс — **усадка**.

# К набухающим грунтам

## относятся:

- **-глины, тяжелые суглинки как поверхностного (покровного) залегания, например, на западе Новосибирской области, так и на значительной (до 400 м) глубине. Наибольшим набуханием обладают грунты, содержащие глинистый минерал **монтмориллонит**.**
- **-глинистые грунты, не набухающие при увеличении влажности, но замоченные химотходами производств**
- **-некоторые виды шлаков**

# Набухающие грунты характеризуются:

**-относительным набуханием**  
**при заданном давлении**

**$\varepsilon_{sw}$  (0,04 и более),**

**-давлением набухания  $p_{sw}$ ,**

**-влажностью набухания  $W_{sw}$ ,**

**- относительной усадкой при**  
**высыхании  $\varepsilon_{sh}$ .**

### **6.2.3 При проектировании оснований в таких грунтах следует учитывать:**

- возможность набухания** грунтов за счет - **подъема уровня подземных вод (подтопление территории) или инфильтрации;**
- накопления влаги под сооружениями (конденсация водяных паров) из-за невозможности испарения (экранирования поверхности);**
- а так же**
- набухание и усадки** грунта за счет сезонных климатических факторов;
- усадки** за счет высыхания от воздействия **тепловых источников.**

## 6.3.Засоленные почвы

- Согласно **ГОСТ 25100-95 Почвы.** **Классификация** к ним относятся дисперсные почвы пустынных, полупустынных и степных районов (напр., юго-запад НСО) – **солончаки, солонцы, такыры**, содержащие воднорастворимые соли (**хлориды, сульфаты, карбонаты и др.**)  **$D_{sal}$**
- **в песках > 3 %, супесях – 5%, суглинках и глинах – 10%**

## **Особенности засоленных грунтов:**

**-образование при длительной фильтрации воды и выщелачивании солей суффозионной**

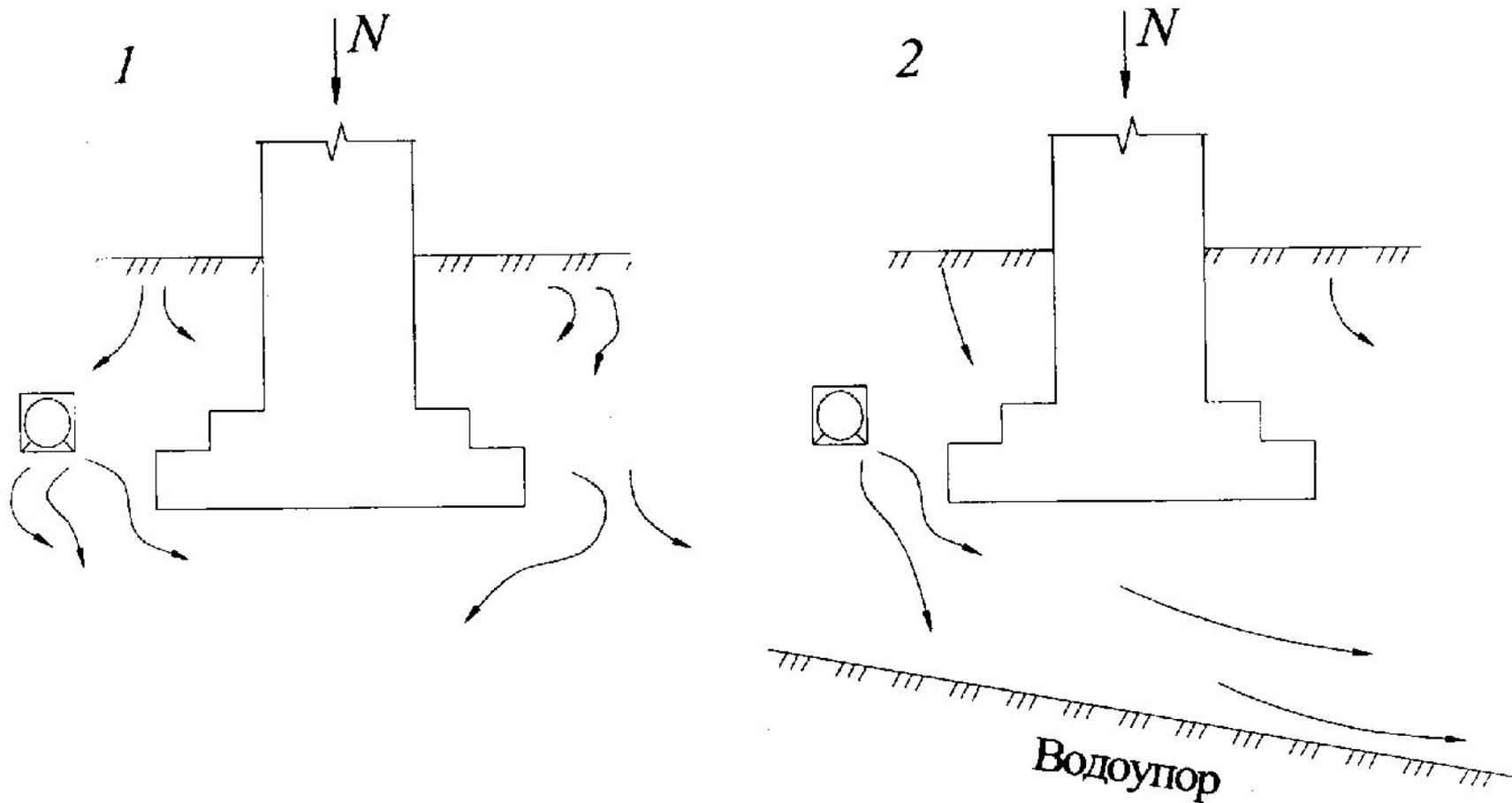
**осадки Ssf;**

**-изменение в процессе выщелачивания солей физико-механических свойств грунта;**

**-повышенная агрессивность подземных вод к материалам подземных конструкций за счет растворения солей, содержащихся в грунте.**

**В засоленных грунтах при их замачивании могут проявляться просадка или набухание.**

# Рисунок 6.3 — Схемы замачивания фундаментов



- 1 — вертикальная фильтрация (инфильтрация);
  - 2 — горизонтальная фильтрация в слое ограниченной толщины

**При фильтрации по схеме 1 зона суффозионной осадки в основании фундамента ограничивается глубиной  $H_c$ ,  
по схеме 2 - **зону** следует рассчитывать в горизонтальном направлении... в пределах площади фундамента или контура сооружения.**

## 6.4 Органоминеральные и органические грунты

- **6.4.1 Основания, сложенные водонасыщенными органоминеральными (илы, сапропели, заторфованные грунты)**
- **и органическими грунтами (торфы)**
- **или включающие эти грунты, должны проектироваться с учетом их специфических особенностей**

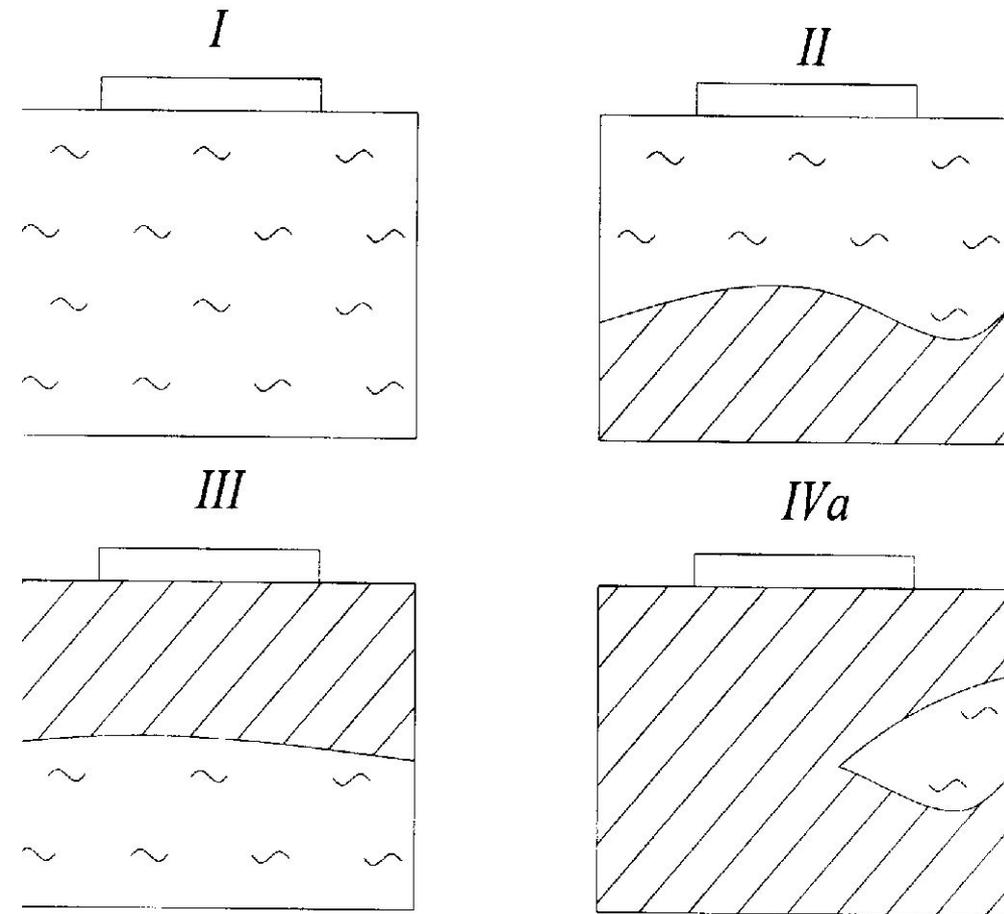
## **Особенности таких грунтов:**

- большая сжимаемость и анизотропия физико-механических свойств**
- длительное развитие осадок во времени (процесс консолидации) и возможность возникновения нестабилизированного состояния.**

**Для илов следует учитывать тиксотропию и газовыделение (метан, углекислый газ).**

**Как правило, подземные воды в органоминеральных и органических грунтах агрессивны к материалам подземных конструкций.**

## 6.4.2 По характеру залегания такие грунты делятся на:



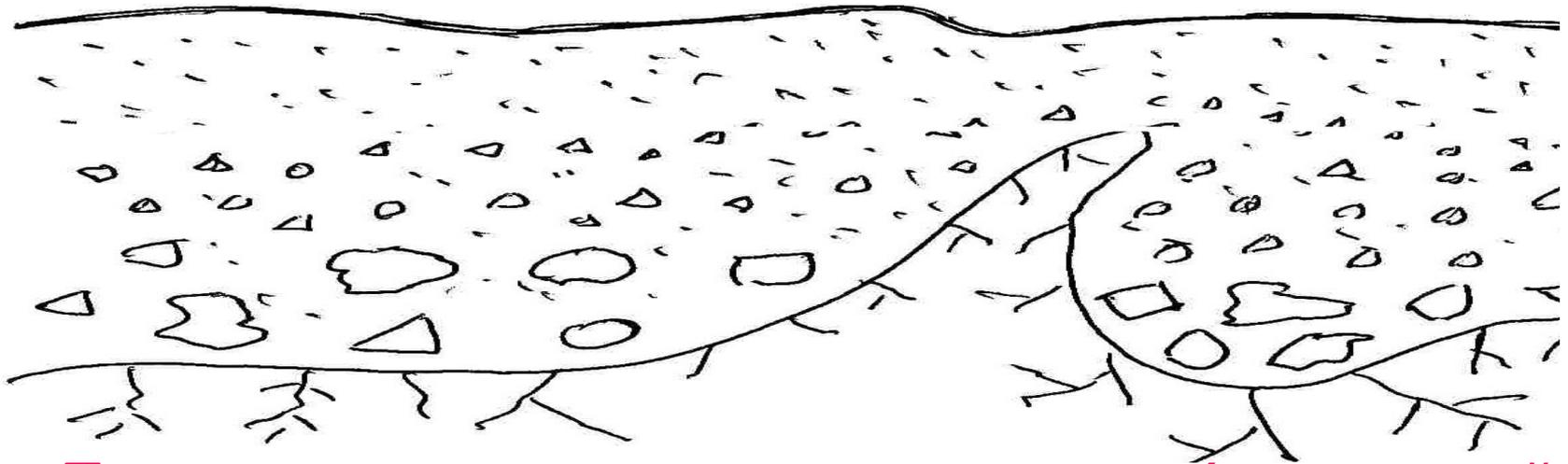
- I, II - открытые (залегающие с поверхности),
- III, IV - погребенные (залегающие в виде линз или слоев на различной глубине)
- искусственно погребенные (перекрытые искусственно сформированными отложениями)

## 6.5 Элювиальные грунты

- Элювиальные грунты — это продукты выветривания скальных и полускальных грунтов, оставшиеся на месте своего образования и сохранившие структуру и текстуру исходных пород

**6.5.2 В зависимости от исходных горных пород, подвергшихся выветриванию, выделяют элювиальные грунты *магматических, метаморфических и осадочных сцементированных горных пород***

**6.5.3 Профиль коры выветривания в общем случае может быть представлен сверху вниз следующими зонами, различающимися степенью выветрелости: дисперсной, обломочной, глыбовой и трещиноватой**



- **Строение коры выветривания (умеренный климат):**
- **В основании – трещиноватая материнская порода, средняя часть – элювий (глинистая порода с обломками материнской породы), верхняя часть – почва**

**Элювиальные грунты  
встречаются в пределах г.  
Новосибирска. Кора  
выветривания развита по  
глинистым сланцам,  
песчаникам и известнякам,  
а так же гранитам  
палеозойского возраста.**

# Выход на поверхность палеозойских скальных пород, ул.Большевисткая



## **Элювиальные грунты характеризуются:**

- различием прочностных и деформационных характеристик, возрастающих с глубиной;

-снижением этих характеристик во время их длительного пребывания в открытых котлованах;

-возможностью перехода в плавунное

состояние э. супесей и пылеватых песков при их водонасыщении в период устройства котлованов

-возможным наличием просадочных свойств у э. пылеватых песков с коэффициентом пористости  $e > 0,6$  и степенью влажности  $Sr < 0,7$

-возможностью набухания э. глинистых грунтов при замачивании технологическими отходами

**Для элювия скальных и элювиальных крупнообломочных грунтов необходимо устанавливать **степень их выветрелости**, характеризующую коэффициентом выветрелости  **$K_{wr}$** , учитывающим плотность  $\rho$  выветрелой породы в условиях природного залегания и  $\rho_i$  невыветрелой (монолитной) породы.**

**Важнейшей  
классификационной  
характеристикой является  
предел прочности на  
одноосной сжатие в  
водонасыщенном состоянии  
 $R_c$ (МПа).**

**Различают *скальные* ( $R_c > 5$ МПа) и *полускальные* ( $R_c \leq 5$ МПа) элювиальные грунты**

**Для крупнообломочных грунтов определяют относительную прочность обломков, характеризующую коэффициентом истираемости  $K_{wr}$ , который определяют по испытаниям грунта во вращающемся барабане.**

**$K_{wr}$  изменяется от 1 (невыветрелые) до 0,8 и менее (сильновыветрелые, рухляки)**

**Для элювиальных глинистых  
грунтов нормативные  
значения модуля деформации  
 $E$  (МПа), угла внутреннего  
трения  $\varphi$  (град.) и удельного  
сцепления  $c$  (кПа) допускается  
принимать по таблице Б.7, а  
для песков— по таблице Б.5  
СНиПа.**

# Техногенные грунты

Согласно **ГОСТ 25100-2011 Грунты.**

**Классификация т.грунты** – это 1.

**естественные (природные) грунты,**  
**измененные в условиях естественного**  
**залегания**

2. **перемещенные** в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека

3. **антропогенные образования** – твердые отходы с коренным изменением состава, структуры и текстуры природного сырья

**Таким образом, термин «техногенные» объединяет весьма разнородные по происхождению, составу, строению и свойствам грунты – соответствующие классам скальных, дисперсных и мерзлых грунтов ГОСТа.**

# **Специфические свойства техногенных грунтов:**

- **-неоднородность по составу и физико-механическим свойствам;**
- **-возможность самоуплотнения от собственного веса;**
- **-повышенное содержание ОВ в свалках и бытовых отходах с образованием токсичных газов;**
- **-распад, разложение и др. физико-химические преобразования**

# Природные грунты, измененные в условиях естественного залегания

- **Этот тип создают целенаправленно по запросам строительства с помощью:**
- **-физических воздействий - уплотнение катками, вибрацией, замораживание, электроосмос и др.**
- **-физико-химических воздействий-цементация, силикатизация, битумизация и др. (п.6.9 Закрепленный грунты)**

# Природные грунты, перемещенные с мест естественного залегания

- *К этому типу относятся грунты, перемещенные с помощью:*
- *-транспортных средств (насыпные, п.6.6)*
- *-гидромеханизации (намывные, п.6.7)*

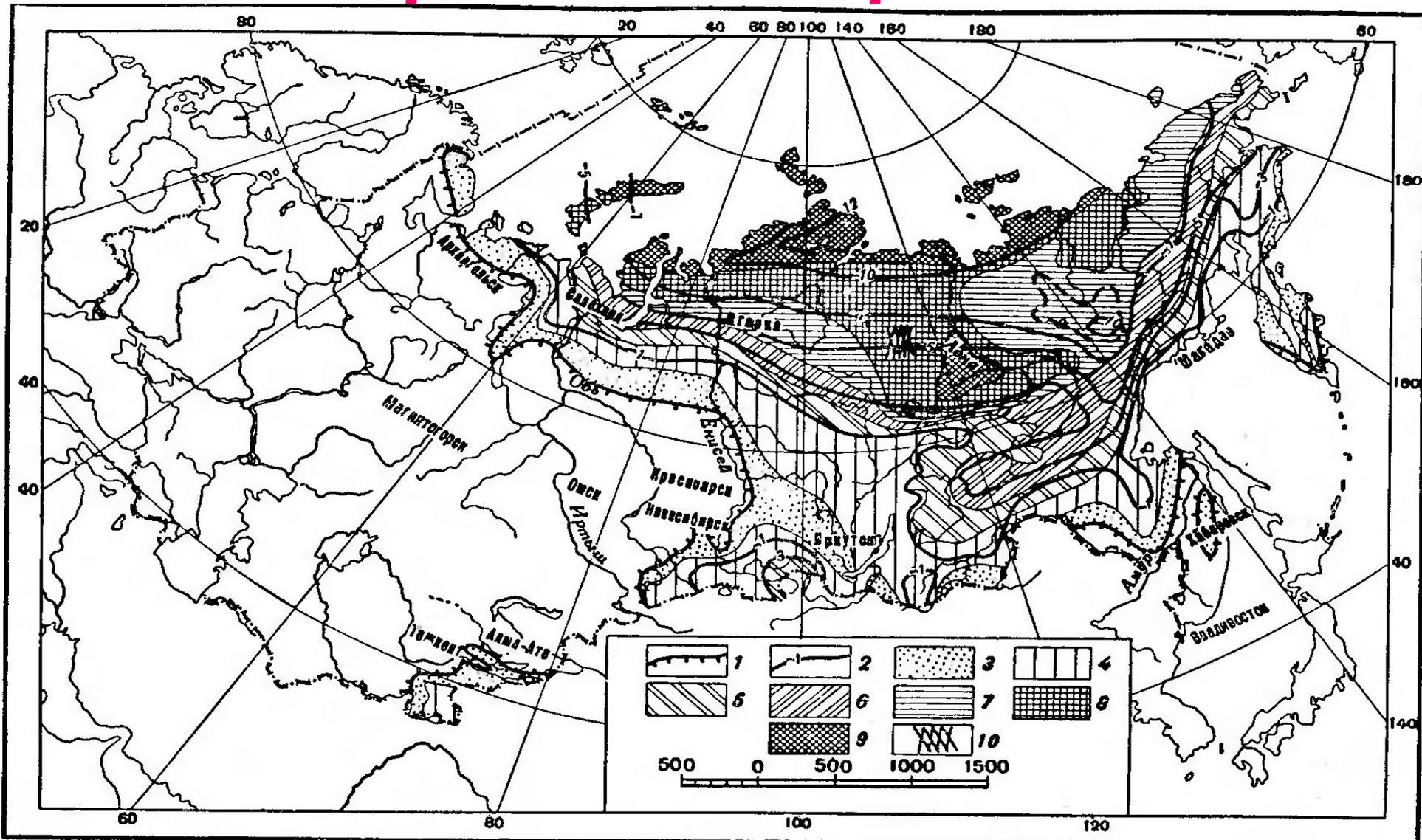
# Антропогенные образования

- **Подразделяются на:**
- **-промышленные отходы (золы, шлаки и др.)**
- **-бытовые отходы (свалки)**

## 6.8 Пучинистые грунты

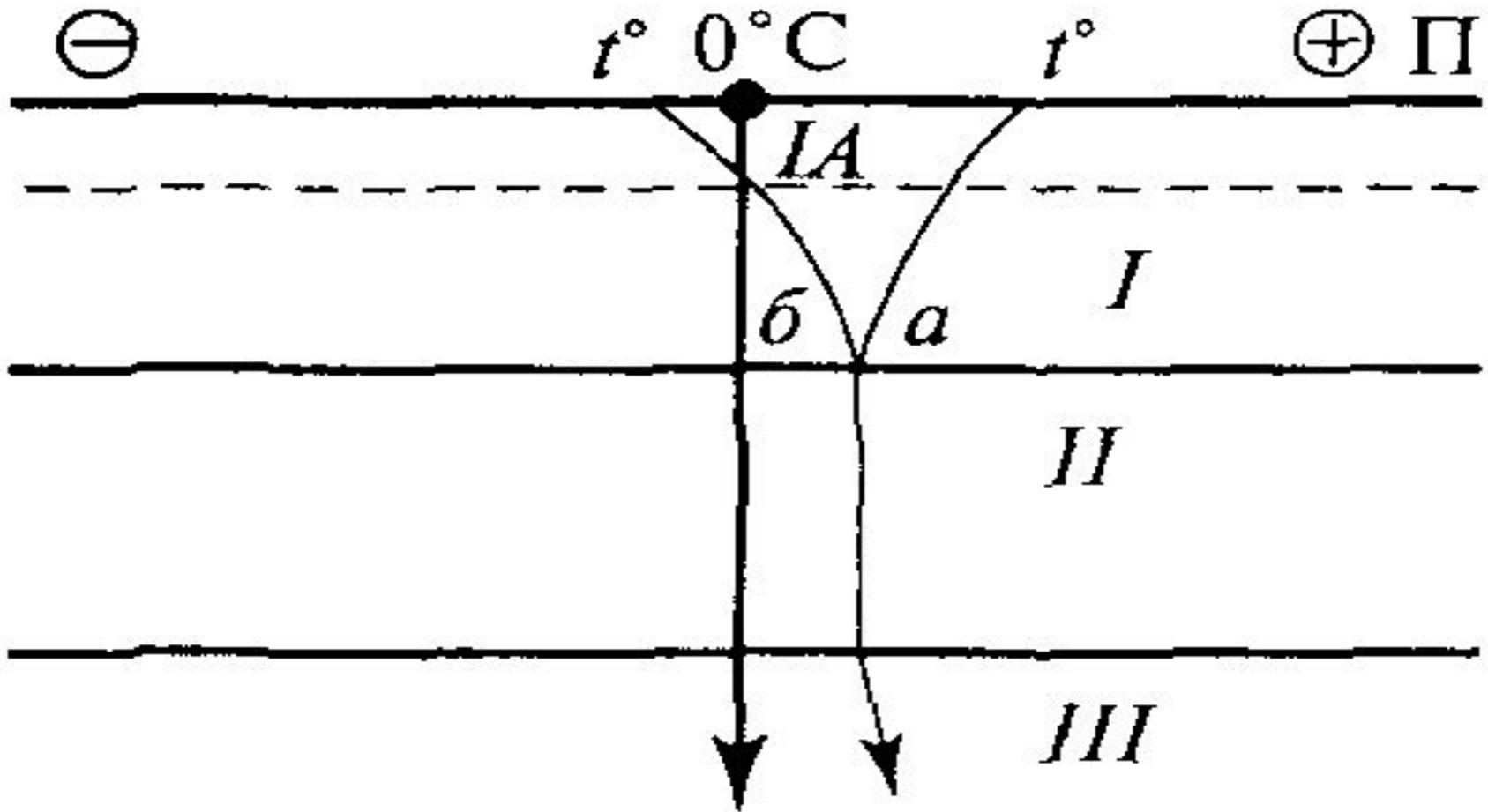
- **6.8.1 Основания, сложенные такими грунтами, должны проектироваться с учетом способности таких грунтов при сезонном или многолетнем промерзании увеличиваться в объеме, что сопровождается подъемом поверхности грунта и развитием сил морозного пучения, действующих на фундаменты и другие конструкции сооружений. При последующем оттаивании пучинистого грунта происходит его **осадка**.**

# Мерзлотная карта РФ



- Зона многолетней мерзлоты (криолитозона) занимает 64% площади России

# Изменение температуры с глубиной в условиях умеренного климата (сезонномерзлые грунты)



**П.п.5.5.2.,3. нормативная  
глубина сезонного**

**промерзания грунта  $d_{fn}$**

**(подзона IA) определяется на  
основе многолетних  
измерений на площадке или  
теплотехнических расчетов  
(по данным СНиП 23.01-99  
Строительная климатология)**

**Глубина сезонного промерзания грунта зависит от: климата, типа горных пород, слагающих участок, высоты снежного покрова и др. факторов**



- Для г. Новосибирска ***dfn*** принимается ***равной 2,4м***

**6.8.2 К пучинистым грунтам относятся **глинистые грунты, пески пылеватые и мелкие, а также крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, имеющие к началу промерзания влажность выше определенного уровня****

### 6.8.3 Пучинистые грунты характеризуются:

- -абсолютной деформацией морозного пучения  $hf$ 
  - -относительной деформацией (интенсивностью) м. пучения  $\varepsilon_{fh} (\geq 0,01)$
- -вертикальным давлением м.пучения  $P_{fh,v}$
- -горизонтальным давлением м. пучения  $P_{fh,h}$ , действующим нормально к боковой поверхности фундамента;
- -удельным значением касательной силы м. пучения  $T_{fh}$ , действующей вдоль боковой поверхности фундамента.
  - Указанные характеристики должны устанавливаться на основе опытных данных с учетом возможного изменения гидрогеологических условий.