



Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГОУ ВО Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)

# **ВИДЫ, СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ГРУНТОВ** по ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

Новосибирск, 2015

# ЦЕЛЬ и задачи:




---

- Рассмотреть типы, виды и классификацию грунтов в соответствии с ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

# Термины и определения

- **Грунты** – это любые горные породы, почвы, донные осадки и техногенные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы геологической среды и являющиеся средой и объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Грунты могут служить:

-  материалом оснований зданий и сооружений;
-  средой для размещения в них сооружений;
-  материалом самого сооружения.

В соответствии с ГОСТ 25100-2011 все грунты классифицируют в зависимости от происхождения и условий образования, характера структурных связей между частицами, состава и строительных свойств.

# Введение

---

**Все многообразие грунтов в классификации ГОСТ 25100-2011 подразделено на 3 класса:**

- **1. Класс скальных и полускальных грунтов**
- **2. Класс дисперсных грунтов (крупнообломочных, несвязных песчаных и связных глинистых, включающих глины, суглинки и глины)**
- **3. Класс мерзлых грунтов**

# 1. Класс скальных грунтов

---

- **Скальный грунт** – грунт, имеющий жесткие структурные связи кристаллизационного и/или цементационного типа.  
Обладают жесткими структурными связями (кристаллизационными и цементационными).
- Разновидности (классификации) скальных грунтов выделяют по количественным показателям их минерального состава, строения, состояния и свойств в соответствии с приложениями ГОСТ 25100-2011.

- **Полускальный грунт** – это грунт, состоящий из одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи цементационного типа. Условные границы между скальными и полускальными грунтами принимается по прочности на одноосное сжатие :

$R_c \geq 5$  МПа – грунты скальные;

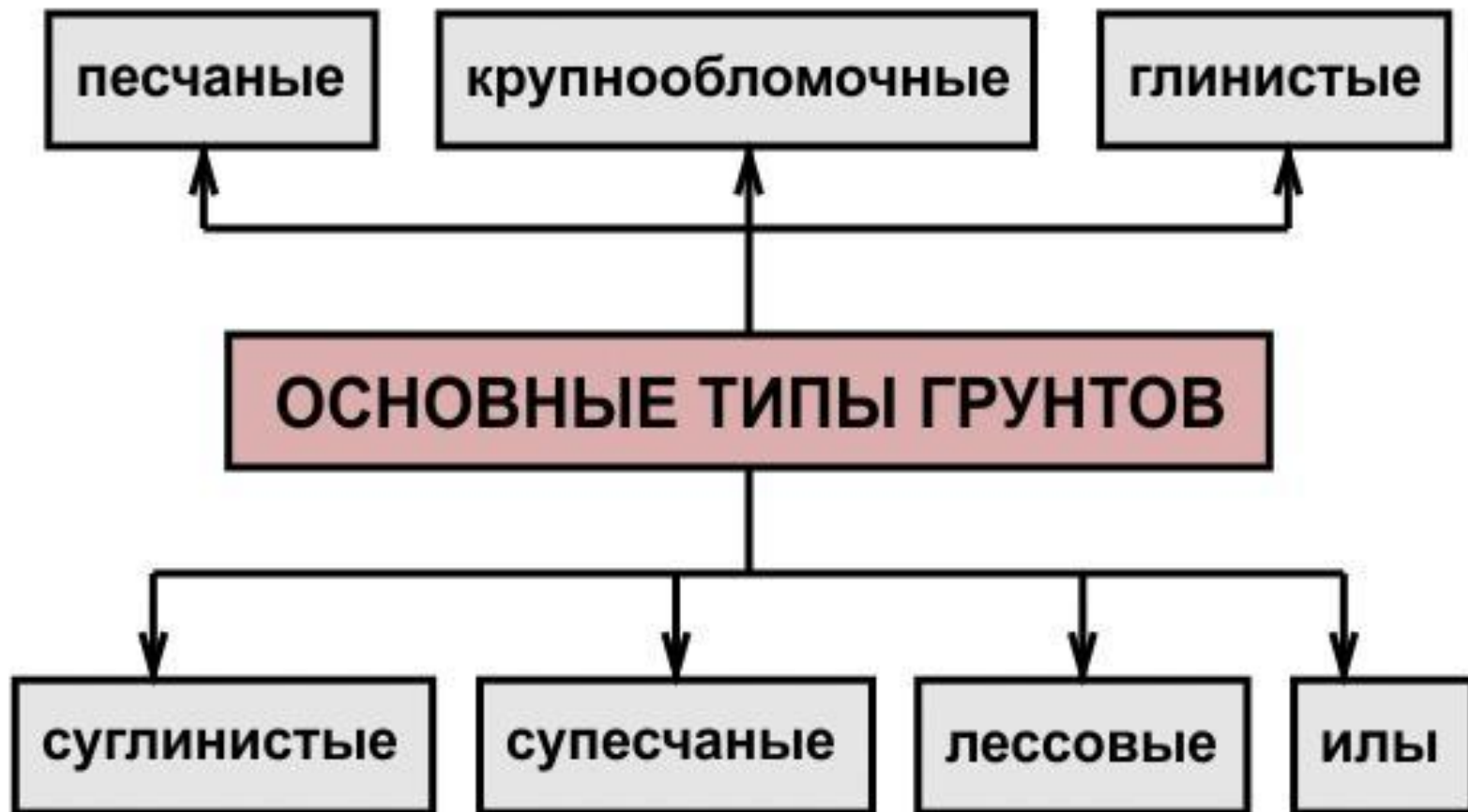
$R_c < 5$  МПа – грунты полускальные

## 2. Класс дисперсных грунтов

---

- **Дисперсный грунт** – это грунт, состоящий из совокупности твердых частиц, зёрен, обломков и др. элементов, между которыми есть физические, физико-химические или механические структурные связи.
- Грунты с механическими структурными связями выделяют в подкласс несвязных (сыпучих) грунтов; грунты с физическими и физико-химическими структурными связями – в подкласс связных грунтов.
- Разновидности дисперсных грунтов выделяют по количественным показателям их вещественного состава, строения, состояния и свойств в соответствии с ГОСТ 25100-2011, прил. Б.2 и В.2.

# Типы дисперсных грунтов





# Типы дисперсных грунтов

- **Грунт крупнообломочный** – несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц крупнее 2 мм более 50 %,
- **Песок** – несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером меньше 2 мм составляет более 50 %,  $I_p = 0$  %.
- **Грунт глинистый** – связный грунт минерального (неорганического) состава, состоящий более чем на 50 % из частиц размером менее 0,01 мм и имеющий число пластичности  $17 \geq I_p \geq 1$  %.

# Фазовый состав дисперсных грунтов

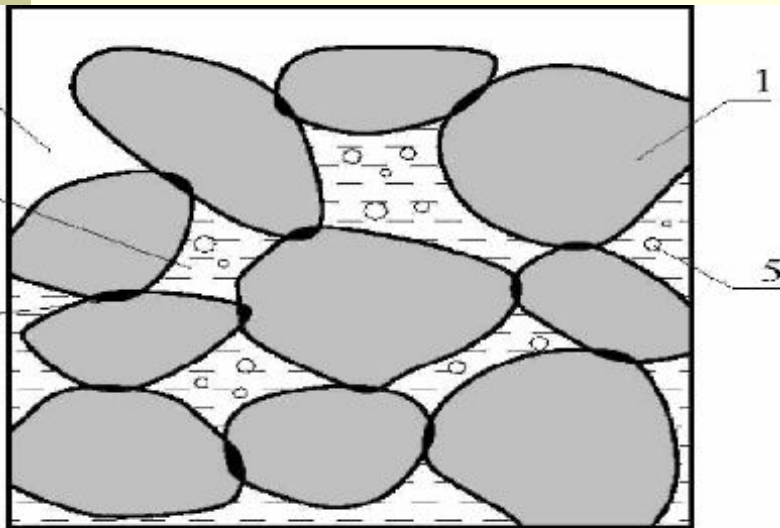


Рис. 1. Термодинамическая модель грунта:

- 1 - минеральные частицы (твёрдая фаза);
- 2 - структурные связи между минеральными частицами;
- 3 - поры, заполненные газом или паром;
- 4 - поры, заполненные водой и растворенным в воде газом;
- 5 - пузырьки, заполненные газом и паром.

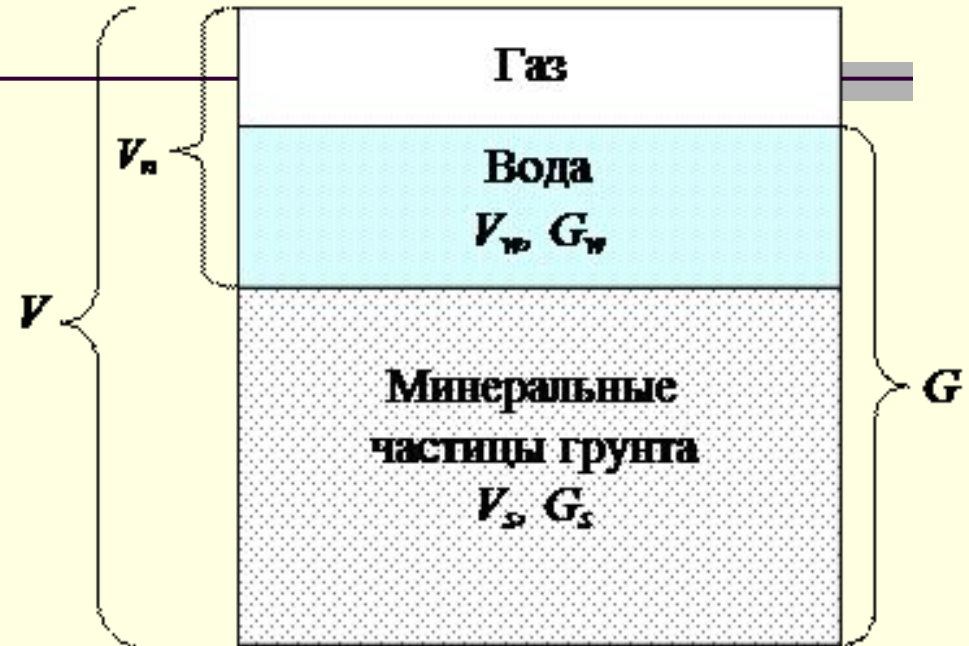


Рис. 1.2. Модель грунта:  $V$  – объем образца грунта;  $V_s$  – объем минеральных частиц грунта в объеме  $V$ ;  $V_n$  – объем пор в объеме  $V$ ;  $V_w$  – объем воды в порах;  $G$  – масса образца грунта;  $G_s$  – масса частиц грунта (скелета);  $G_w$  – масса содержащейся в порах воды;  $G_{w,p}$  – то же в заданном состоянии грунта на границе пластичности (раскатывания);  $G_{w,L}$  – то же в заданном состоянии грунта на границе текучести

## Гранулометрический состав грунта

**Гранулометрический состав** грунта – доля (в процентном соотношении) частиц разного размера, которые образуют данный грунт.

Размеры частиц:

глинистых – тысячные доли мм,

пылеватых – сотые доли мм;

крупнообломочных – от десятков до сотен мм.

**Объемная масса** – это величина массы  $1 \text{ см}^3$  грунта. Важным условием является то, что масса должна определяться при естественной влажности и пористости грунта (в природном залегании).

Объемная масса является одной из главных характеристик, которая определяет прочность грунтов. Она зависит от **влажности и пористости** грунтов. Рассчитывается также объемная масса твердой фазы, то есть масса единицы объема грунта, но без массы воды.

## Естественная влажность – количество

воды в грунте при естественных условиях.

Влажность сильно варьируется в зависимости от состава исследуемого грунта. Величина влажности может сделать один и тот же грунт разной прочности. От естественной влажности напрямую зависит устойчивость основания.

**Пористость грунтов** – отношение объема пор почвы ко всему его объему. Соответственно, пористость выражается в процентах. Пористость является основной характеристикой плотности основания, от которой напрямую зависят прочностные характеристики.

## Пластичность грунтов – важный фактор

при определении прочностных характеристик грунта. Пластичность является показателем того, какую нагрузку почва может выдержать без разрыва сплошности. Также пластичность означает сохранение полученной формы после оказания на почву внешнего воздействия. Пластичность зависит от влажности и состава земли.

## **Набухание и усадка грунта.**

---

Если в грунте увеличить содержание воды, и он при этом увеличится в объеме – это набухание, а если уменьшить, и его объем станет меньше – это усадка.



**Клейкость или липкость грунтов – их способность при определенном количестве воды в их составе прилипать к инструментам и конструкциям.**

## Классификация грунтов по прочности

### **Предел прочности** грунта на одноосное

---

сжатие  $R_c$  – это отношение нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади первоначального поперечного сечения.



Грунты крупнообломочные нецементированные: **дресвяные** с преобладанием неокатанных зерен (более 50 %) и **гравийные** с преобладанием (более 50 %) окатанных зерен размером крупнее 2 мм; **галечниковые** с преобладанием (более 50 %) окатанных зерен размером крупнее 10 мм; щебенистые с преобладанием (более 50 %) неокатанных остросреберных зерен размером крупнее 10 мм; валунные (глыбовые) с преобладанием (более 50 %) окатанных зерен и каменистые с преобладанием неокатанных остросреберных зерен крупнее 200 мм.





Песчаный грунт более чем на половину состоит из частиц песка размером меньше 5 мм, форма которых приближена к шарообразной. Пространство между отдельными песчинками называется порами, они заполняются водой и воздухом. В отличие от глинистых Песчаный грунт более чем на половину состоит из частиц песка размером меньше 5 мм, форма которых приближена к шарообразной. Пространство между отдельными песчинками называется порами, они заполняются водой и воздухом. В отличие от глинистых песчаные грунты имеют гораздо более низкую пористость – от 0,2 до 0,5, они хуже удерживают в себе влагу. Размер пор достаточно большой для того, чтобы капиллярные силы притяжения не могли связывать песчинки, поэтому песчаный грунт является несвязным, то есть он рассыпается. В сухом состоянии он совершенно не держит форму, слепленный из песка шар рассыпается сам собой. Намокший грунт способен удерживать форму



Глинистый грунт – это грунт, который более чем на половину состоит из очень мелких частиц размером менее 0,01 мм, которые имеют форму чешуек или пластин. Расстояния между этими частицами называется порами, они, как правило, заполняются водой, которая хорошо удерживается в глине, потому что сами частички глины воду не пропускают. Глинистые грунты имеют высокую пористость, т. е. высокое соотношение объема пор к объему грунта. Это соотношение колеблется от 0,5 до 1,1 и является характеристикой степени уплотнения грунта

Глинистый грунт – это грунт, который более чем на половину состоит из очень мелких частиц размером менее 0,01 мм, которые имеют форму чешуек или пластин. Расстояния между этими частицами

# Дисперсные структурно-неустойчивые грунты

Среди пылевато-глинистых грунтов выделяют грунты, проявляющие специфические неблагоприятные свойства при замачивании — **просадочные и набухающие**, а также при замораживании-оттаивании — **пучинистые**.

К просадочным относят грунты, которые под действием внешней нагрузки или собственного веса при замачивании водой дают осадку, называемую просадкой. **Просадочные** грунты характеризуются относительной просадочностью  $E_{se}$ , начальным **просадочным** давлением  $p_{se}$  и начальной просадочной влажностью  $W_{se}$ . **Просадочными** свойствами обладают лессовые и другие макропористые грунты.

**Лессовые грунты** — это макропористые грунты, содержащие соли карбоната кальция и проявляющие просадочные свойства при замачивании водой под нагрузкой.



# Дисперсные структурно-неустойчивые грунты

- **Грунт набухающий** – грунт, который при замачивании водой или другой жидкостью увеличивается в объеме и имеет относительную деформацию набухания в условиях свободного набухания  $\varepsilon_{sw} \geq 0.04$
- **Грунт просадочный** – грунт, который при замачивании водой под действием внешней нагрузки и собственного веса или только собственного веса претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки  $\varepsilon_{sl} \geq 0.01$ .
- **Грунт пучинистый** – дисперсный грунт, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения  $\varepsilon_{fn} \geq 0,01$ .
- **Степень засоленности** – характеристика, определяющая количество воднорастворимых солей в грунте  $Dsal, \%$ .

# Дисперсные структурно-неустойчивые грунты



- **Почва** – поверхностный плодородный слой дисперсного грунта, образованный под влиянием биогенного и атмосферного факторов.
- **Торф** – органический грунт, образовавшийся в результате естественного отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода и содержащий  $\geq 50$  % (по массе) органических веществ.
- **Грунт заторфованный** – смесь песка и глин, содержащая в своем составе в сухой навеске от 10 до 50 % (по массе) торфа.



# Дисперсные структурно-неустойчивые грунты

**Ил** – водонасыщенный современный осадок преимущественно морских акваторий, содержащий органическое вещество в виде растительных остатков и гумуса. Верхние слои ила обычно имеют **содержание частиц размером менее 0,01 от 30 до 50 % по массе, коэффициент пористости  $e > 0.90$ , текучую консистенцию ( $IL > 1.00$ ),.**

**Сапропель** – пресноводный ил, образовавшийся на дне застойных водоемов из продуктов распада растительных и животных организмов, и содержащий более 10 % (по массе) органического вещества в виде гумуса и растительных остатков. Обычно имеет **высокую дисперсность – содержание частиц крупнее 0,25 не более 5 % по массе, коэффициент пористости  $e > 3$ , текучую консистенцию ( $IL > 1,00$ ).**

# Дисперсные структурно-неустойчивые грунты

**Плывуны** — это грунты, которые при вскрытии приходят в движение подобно вязкотекучему телу, встречаются среди водонасыщенных мелкозернистых пылеватых песков.

Различают плывуны истинные и псевдоплывуны. Истинные плывуны характеризуются присутствием пылевато-глинистых и коллоидных частиц, большой пористостью ( $>40\%$ ), низкими водоотдачей и коэффициентом фильтрации, особенностью к тиксотропным превращениям, оплыванием при влажности 6-9 % и переходом в текучее состояние при 15-17%.

Псевдоплывуны — пески, не содержащие тонких глинистых частиц, полностью водонасыщенные, легко отдающие воду, водопроницаемые, переходящие в плывунное состояние при определенном гидравлическом градиенте.



**Торф на участке. Как выбрать земельный участок?**



# 3. Класс мерзлых грунтов

---

- **Мёрзлый грунт** – это грунт, имеющий отрицательную температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент, и характеризующийся криогенными структурными связями.
- **Многолетнемёрзлый грунт** – грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех и более лет.
- **Сезонномёрзлый грунт** – грунт, находящийся в мерзлом состоянии периодически в течение холодного сезона.

# Классификация грунтов по ГОСТ 25100-2011

---

- по прочности  $R_c$ , МПа
- по числу пластичности  $I_p$ , %
- по показателю текучести  $I_L$ , д. е.
- по относительной деформации просадочности  $\varepsilon_{sl}$ , д. е.
- по коэффициенту водонасыщения  $S_r$ , д. е.
- по коэффициенту пористости  $e$ , д. е.

# Классификация грунтов по прочности

## Предел прочности грунта на одноосное сжатие $R_c$

отношение нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади первоначального поперечного сечения.

Разновидность грунтов	Предел прочности на одноосное сжатие $R_c$ , МПа
Скальные: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Очень прочные</li><li>■ Прочные</li><li>■ Средней прочности</li><li>■ Малопрочные</li></ul>	$R_c \geq 120$ $120 > R_c \geq 50$ $50 > R_c \geq 15$ $15 > R_c \geq 5$
Полускальные: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Пониженной прочности</li><li>■ Низкой прочности</li><li>■ Очень низкой прочности</li></ul>	$5 > R_c \geq 3$ $3 > R_c \geq 1$ $R_c < 1$

# Классификация грунтов по числу пластичности

$$I_p = W_L - W_p$$

**Число пластичности  $I_p$**  — разность влажностей, соответствующая двум состояниям грунта: на границе текучести  $W_L$  и на границе раскатывания  $W_p$ .

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности $I_p$ , %
Супесь	$1 \leq I_p \leq 7$
Суглинок	$7 \leq I_p \leq 17$
Глина	$I_p \geq 17$



## Классификация грунтов по показателю текучести

- **Показатель текучести  $I_L$**  — отношение разности влажностей, соответствующих двум состояниям грунта: естественному  $W$  и на границе раскатывания  $W_p$ , к числу пластичности  $I_p$ .

Разновидность глинистых грунтов	Показатель текучести $I_L$ , д. е.
Супесь: <ul style="list-style-type: none"><li>■ твердая</li><li>■ пластичная</li><li>■ текучая</li></ul>	$I_L < 0$ $0.00 \leq I_L \leq 1.00$ $I_L > 1.00$
Суглинки и глины: <ul style="list-style-type: none"><li>■ твердые</li><li>■ полутвердые</li><li>■ тугопластичные</li><li>■ мягкопластичные</li><li>■ текучепластичные</li><li>■ текучие</li></ul>	$I_L < 0$ $0.00 \leq I_L \leq 0.25$ $0.25 < I_L \leq 0.50$ $0.50 < I_L \leq 0.75$ $0.75 < I_L \leq 1.00$ $I_L > 1.00$



# Классификация грунтов по относительной деформации просадочности

## Относительная деформация просадочности $\varepsilon_{sl}$ —

отношение разности высот образцов, соответственно, природной влажности и после полного водонасыщения при определённом давлении, к высоте образца природной влажности.

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация просадочности $\varepsilon_{sl}$ , д.е.
Непросадочный	$\varepsilon_{sl} \leq 0.01$
Слабопросадочный	$0.01 \leq \varepsilon_{sl} \leq 0.03$
Среднепросадочный	$0.03 < \varepsilon_{sl} \leq 0.07$
Сильнопросадочный	$0.07 < \varepsilon_{sl} \leq 0.12$
Чрезвычайно просадочный	$\varepsilon_{sl} > 0.12$

# Классификация грунтов по просадочности

Грунты	Просадка при замачивании, мм	Относительная просадочность	Коэффициент просадочности
Сильнопросадочные	10-15, реже до 25	0,05-0,06	0,04-0,06
Слабопросадочные	5-10	<0,05	0,01-0,03
Непросадочные	< 5	-	<0,01

Выделяют два типа просадочности.

I тип – характерны просадки под собственным весом.

II тип – просадки происходят под действием нагрузки.

Тип просадочности и величины нагрузки, при которых начинаются деформации, определяются лабораторными испытаниями.

Важно выяснить не только относительную просадочность, но и начальное давление и начальную влажность просадки (минимальные значения показателей свойств, при которых начинается процесс).

# Классификация грунтов по коэффициенту водонасыщения

Коэффициент водонасыщения  $S_r$  — степень заполнения объёма пор водой.

$$S_r = \frac{W \rho_s}{e \rho_w}$$

где  $W$  — природная влажность грунта, д.е.;

$e$  — коэффициент пористости, д.е.;

$\rho_s$  — плотность частиц грунта, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_w$  — плотность воды, принимаемая равной 1 г/см<sup>3</sup>.

Разновидность крупнообломочных грунтов и песков	Коэффициент водонасыщения $S_r$ , д.е.
Малой степени водонасыщения (маловлажные)	$0 < S_r \leq 0.5$
Средней степени водонасыщения (влажные)	$0 < S_r \leq 0.8$
Водонасыщенные	$0.8 < S_r \leq 1$

# Классификация грунтов по коэффициенту пористости

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$$

где  $\rho_s$  — плотность частиц грунта, г/см<sup>3</sup>;  
 $\rho_d$  — плотность сухого грунта, г/см<sup>3</sup>.

Разновидность песков	Коэффициент пористости $e$ , д.е.		
	Пески гравелистые, крупные и средней крупности	Пески мелкие	Пески пылеватые
Плотный	$e \leq 0.55$	$e \leq 0.60$	$e \leq 0.60$
Средней плотности	$0.55 < e \leq 0.70$	$0.60 < e \leq 0.70$	$0.60 < e \leq 0.80$
Рыхлый	$e > 0.70$	$e > 0.75$	$e > 0.80$

# Основные характеристики грунта, определяющие его свойства

---

Различают физические, прочностные и деформационные характеристики грунта.

Физические характеристики подразделяют на основные, производные и классификационные.

Основными являются характеристики, определяемые из опыта. Остальные физические характеристики являются расчетными. Введем условные обозначения физических величин:  $\rho_w$ ,  $\gamma_w$  – плотность и удельный вес воды;  $g$  – ускорение свободного падения.

# Основные физические характеристики грунта

Таблица 1.1 – Основные физические характеристики грунта

Наименование	Обозначение	Размерность	Формула для вычисления
Плотность грунта	$r$	кг/м <sup>3</sup>	$r = G / V$
Удельный вес грунта	$g$	кН/м <sup>3</sup>	$g = r \times g$
Плотность частиц грунта	$r_s$	кг/м <sup>3</sup>	$r_s = G_s / V_s$
Удельный вес частиц грунта	$g_s$	кН/м <sup>3</sup>	$g_s = r_s \times g$
Влажность грунта	$W$	безразмерна	$W = (G - G_s) / G_s = G_w / G_s$
Влажность на границе пластичности	$W_p$	безразмерна	$W_p = G_{w,p} / G_s$
Влажность на границе текучести	$W_L$	безразмерна	$W_L = G_{w,L} / G_s$

# Производные физические характеристики грунта

Таблица 1.2 – Производные физические характеристики грунта

Наименование	Обозначение	Размерность	Формула для вычисления
Плотность сухого грунта	$r_d$	кг/м <sup>3</sup>	$r_d = G_s / V = r / (1+W)$
Удельный вес сухого грунта	$g_d$	кН/м <sup>3</sup>	$g_d = r_d \times g = g / (1+W)$
Коэффициент пористости	$e$	безразмерна	$e = V_n / V_s = (r_s - r_d) / r_d = r_s / r_d - 1$
Пористость	$n$	безразмерна	$n = V_n / V = (r_s - r_d) / r_s = 1 - r_d / r_s$

# Классификационные физические характеристики грунта

Таблица 1.3 – Классификационные физические характеристики грунта

Наименование	Обозначение	Размерность	Формула для вычисления
Число пластичности	$I_p$	безразмерна	$I_p = W_L - W_p$
Показатель текучести	$I_L$	безразмерна	$I_L = (W - W_p) / (W_L - W_p) = (W - W_p) / I_p$
Степень влажности	$S_r$	безразмерна	$S_r = V_w / V_n = (r_s / r_w) \times (W/e)$
Полная влагоемкость	$W_{sat}$	безразмерна	$W_{sat} = (r_w / r_s) \times e$ (соответствует $S_r = 1$ )



Разделение физических характеристик грунта на производные и классификационные весьма условно, так как и те и другие одновременно являются и производными и классификационными.

По величине плотности сухого грунта можно делать предварительные выводы о пригодности данного грунта для целей строительства.

Грунты с плотностью сухого грунта в пределах  $1100\text{--}1300\text{ кг/м}^3$ , как правило, являются непригодными для целей строительства.

Прочным грунтам соответствует плотность в сухом состоянии в пределах  $1600\text{--}1800\text{ кг/м}^3$ .

Коэффициент пористости и пористость позволяют более дифференцированно оценить пригодность грунтов для целей строительства.

# Формулы для вычисления производных характеристик грунта

Приведенные в таблицах формулы для вычисления производных и классификационных физических характеристик грунта получены в результате преобразования выражений, являющихся определениями этих характеристик:

$$\rho_d = \frac{G_s}{V} = \frac{G - G_w}{V} = \rho - \frac{G_s \cdot W}{V} = \rho - \rho_d \cdot W = \frac{\rho}{1 + W}$$

$$e = \frac{V_n}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{V}{V_s} - 1 = \left( \frac{G_s}{\rho_d} \right) / \left( \frac{G_s}{\rho_s} \right) - 1 = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$$

$$n = \frac{V_n}{V} = \frac{V - V_s}{V} = 1 - \frac{V_s}{V} = 1 - \left( \frac{G_s}{\rho_s} \right) / \left( \frac{G_s}{\rho_d} \right) = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}$$

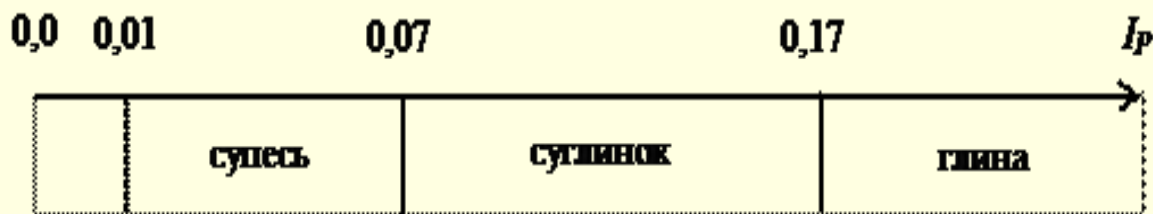
$$S_r = \frac{V_w}{V_n} = \left( \frac{G_w}{\rho_w} \right) / (V_s \cdot e) = \left( \frac{G_s \cdot W}{\rho_w} \right) / \left( \frac{G_s \cdot e}{\rho_s} \right) = \frac{\rho_s \cdot W}{\rho_w \cdot e}$$

# Классификация грунтов по числу пластичности

Например, при значении коэффициента пористости больше единицы грунты, как правило, непригодны для целей строительства.

Прочным грунтам соответствуют значения коэффициентов пористости в пределах 0,4-0,6. Кроме этого, коэффициент пористости и показатель текучести являются входными параметрами в нормативные таблицы, позволяющие определять для предварительных расчетов прочностные и деформационные характеристики грунта. По числу пластичности устанавливают вид пылевато-глинистого грунта:

<b>Значение числа пластичности</b>	<b>Наименование вида грунта</b>
$0,01 > I_p$	песчаный грунт
$0,01 \leq I_p < 0,07$	супесь
$0,07 \leq I_p < 0,17$	суглинок
$I_p \geq 0,17$	глина



# Классификация грунтов по показателю текучести

По показателю текучести устанавливают консистенцию (состояние) грунта. Различают состояния: твердое ( $I_L < 0$ ); пластичное ( $0 \leq I_L < 1$ ); текучее ( $I_L \geq 1$ ).

Пластичное состояние суглинков и глин подразделяют на полутвердое (твердопластичное), тугопластичное, мягкопластичное и текучепластичное. Прочные грунты находятся, как правило, в состоянии от твердого до тугопластичного. Ниже приводится диаграмма, позволяющая установить состояние пылевато-глинистого грунта по показателю текучести:



Текучее и текучепластичное состояние делают грунт непригодным для строительства. Если полная влагоемкость грунта  $W_{sat}$  превышает его влажность на границе текучести  $W_L$ , это свидетельствует о непригодности грунта для строительства при потенциальной подтопляемости территории. Физические характеристики грунта используют для анализа инженерно-геологических условий площадки строительства с выводами о пригодности грунтов, слагающих сжимаемую толщу в основании фундаментов.

# Источники:

---

- ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация»