

Практическое занятие № 6

Грунты

Преподаватель: - кандидат геолого-минералогических наук
Айриянц Евгения Владимировна

Грунт — любые горные породы,
почвы, антропогенные
образования (твердые отходы
производства), рассматриваемые
как *многокомпонентные*
динамичные системы,
исследуемые в связи с инженерно-
хозяйственной деятельностью
человека.

Грунтоведение — это наука о
грунтах.



Закон ГРУНТОВЕДЕНИЯ – закон Приклонского –
Сергеева – Ломтадзе:

Состав, строение, состояние и свойства грунтов
определяются их генезисом, характером
постгенетических процессов и современным
пространственным положением.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ ГОСТ 25100-95

КЛАСС — по природе структурных связей;

ПОДКЛАСС — по структурам грунтов, образованных соответствующими структурными связями;

ТИП — по основным генетическим категориям(происхождению);

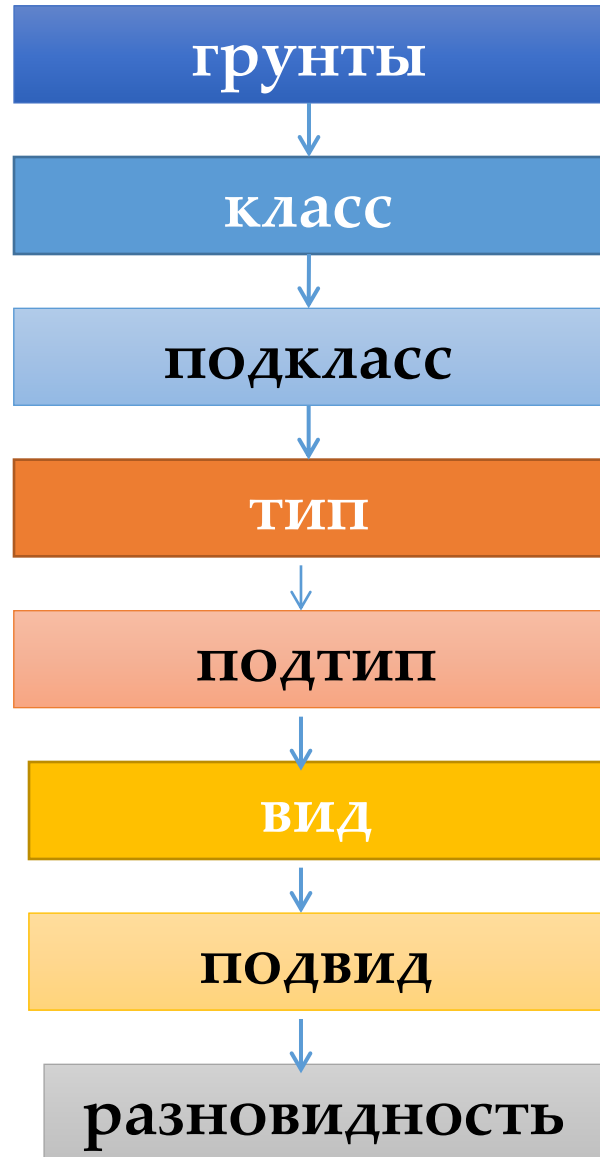
ПОДТИП — по условиям образования;

ВИД — по вещественному составу;

ПОДВИД — по петрографическому или литологическому составу:

РАЗНОВИДНОСТЬ — по количественным показателям состава, строения, состояния и свойств грунтов.

Классификация грунтов



ГОСТ 25100-2020

природа структурных связей

структура грунтов

генезис

условия образования

вещественный состав

петрографический или литологический
состав

количественные показатели состава,
строения, состояния и свойств грунтов

СОСТАВ ГРУНТОВ

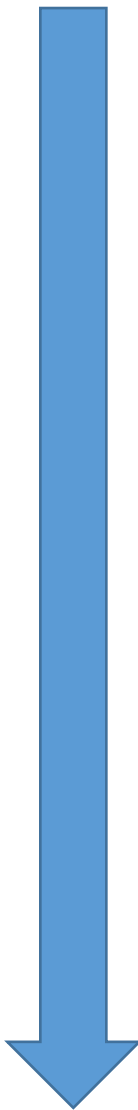
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ;
МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ;
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ
МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ГРУНТОВ (структура, размер зерен, количественные соотношения и размер слагающих элементов ООГП);
ГАЗ И ВОДА В ГРУНТАХ;



СВОЙСТВА

Прочностные
СНИЖАЮТСЯ

Деформационные
УВЕЛИЧИВАЮТСЯ



МИНЕРАЛЫ

первичные силикаты
(породообразующие)

карбонаты, сульфаты,
галогиды

глинистые минералы

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ

Магматические породы

полевые шпаты (до 60 %),
кварц (12 %),
пироксены и амфиболы (12 %),
слюды (4 %)
других минералов (12 %)

первая группа

кварц, полевые шпаты,
гидрослюда,
монтмориллонит,
каолинит, опал,
халцедон

Осадочные породы

вторая группа

кальцит,
доломит

третья группа

гипс, галит,
сильвин

Метаморфические породы

состав исходных пород

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Структура грунта - пространственная организация структурных элементов грунта, определяемая их размером, формой, характером поверхности, ориентацией и характером структурных связей. Мелкозернистые породы имеют, как правило, большую порочность и устойчивость к выветриванию.

Магматические породы

Метаморфический породы

крупнозернистые более 5 мм
среднезернистые – 2-5 мм
мелкозернистые – 0,2-2 мм
тонко зернистые - менее 0,2 мм

Осадочные
породы

>100
100-10
10-1
1-0,1
0,1-0,01
<0,01

сцементированные

крупнообломочные,
среднеобломочные,
мелкообломочные
тонкообломочные

несцементированные

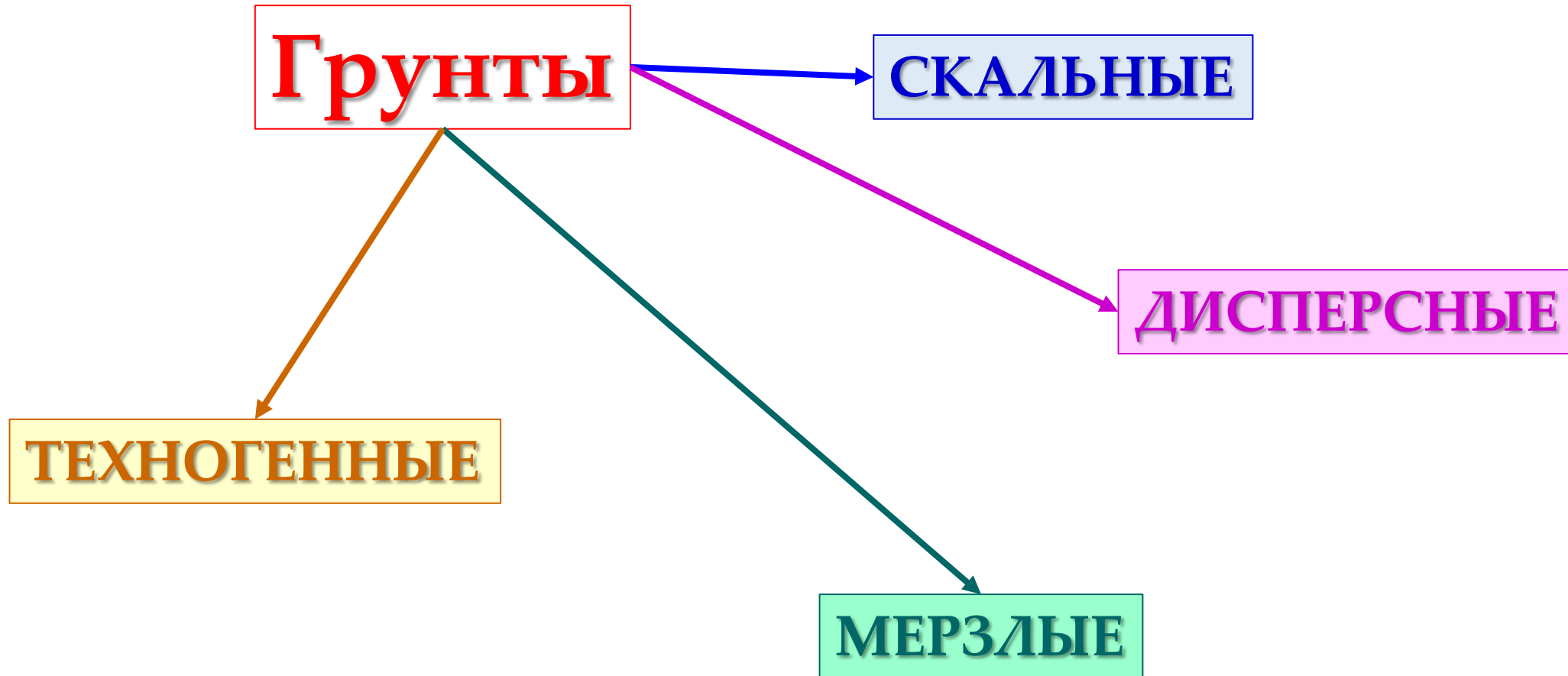
крупнообломочные,
пески,
супеси, суглинки
глины

МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ГРУНТОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ ПО СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ			
<i>Подгруппа грунтов</i>		<i>Структура</i>	<i>Текстура</i>
Магматические	Интрузивные	Мелко-, средне-	массивная,
		крупнокристаллическая	порфировая,
	Эффузивные	Стекловатая,	миндалевидная
		неполнокристаллическая	
Метаморфические		Мелко-, средне- крупнокристаллическая	гнейсовая
			сланцеватая,
			слоисто- сланцеватая
			тонкослоистая,
			полосчатая,
			массивная и др.
Осадочные		Мелко-, средне- кристаллическая	Массивная,
			слоистая

СТРУКТУРНЫЕ СВЯЗИ ГРУНТОВ

Все грунты по характеру структурных связей делятся на 4 класса:



ГАЗ И ВОДА В ГРУНТАХ

ГАЗ

свободное состояние
адсорбированное состояние
защемленное состояние

ВОДА

парообразная;

связанная,

свободная

в твердом состоянии (лед)

прочносвязанная
(гигроскопическая)

рыхлосвязанная

капиллярная
гравитационная

химически связанная

кристаллизационная

СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ

Имеют прочные химические структурные связи (ТАБЛ. 1).

Скальные грунты

кристаллизационные

- *магматические* грунты
- *метаморфические* грунты
- *осадочные хемогенные* грунты
- *осадочные обломочные* грунты



цементационные

сцементированные грунты

Полускальные грунты

- *излившиеся эффузивные* грунты
- *осадочные* грунты (мергель, гипс и т.п.)

КЛАССИФИКАЦИЯ СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

Класс	Группа	Подгруппа	Тип	Вид	Разновидности
Скальные (с жесткими кристаллизационными и цементационными структурными связями)	Скальные	Магматические	Силикатные	Граниты, габбро, базальты и др.	Выделяются по: 1) пределу прочности на одноосное сжатие; 2) плотности частиц грунта; 3) коэффициенту выветрелости; 4) степени размягчаемости; 5) степени растворимости; 6) степени водопроницаемости; 7) степени засоленности; 8) структуре и текстуре; 9) температуре.
		Метаморфические	Силикатные	Гнейсы, кварциты и др.	
			Карбонатные	Мраморы и др.	
		Осадочные	Силикатные	Песчанники, конгломераты, брекчии и др.	
			Карбонатные	Известняки, доломиты	
	Полускальные	Магматические эффузивные	Силикатные	Вулканические туфы, пемзы	
		Осадочные	Силикатные	Аргиллиты, песчаники	
			Кремнистые	Опоки, трепела, диатомиты	
			Карбонатные	Мела, мергели и др.	
			Сульфатные	Гипсы, ангидриты	
			Галоидные	Галиты, карналиты	

СВОЙСТВА СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ (обязательные)

Характеристика свойств	Состояние грунтов	Показатели характеристик
Временное сопротивление одноосному сжатию R_c , МПа	Очень прочные Прочные Средней прочности Малопрочные Полускальные	$R_c > 120$ $120 \geq R_c > 50$ $50 \geq R_c > 15$ $15 \geq R_c > 5$ $R_c < 5$
Коэффициент размягчаемости в воде k_{pz}	Неразмягчаемые Размягчаемые	$k_{pz} \geq 0,75$ $k_{pz} < 0,75$
Степень выветрелости $k_{вс}$	Невыветрелые (монолитные)	Грунты залегают в виде сплошного массива, $k_{вс} = 1$
	Слабовыветрелые (трещиноватые)	Грунты залегают в виде глыб, $1 \geq k_{вс} \geq 0,9$
	Выветрелые	Грунты залегают в виде курков с переходом в трещиноватую скалу, $0,9 \geq k_{вс} \geq 0,8$
	Сильнотрещиноватые	Грунты во всем массиве залегают в виде кусков, $k_{вс} < 0,8$

СВОЙСТВА СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

Разновидности скальных грунтов (рекомендуемые показатели свойств)

- **количественное содержание кальцита CaCO_3 и доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$**
 - известково-доломитовые (известняки, доломиты)
 - карбонатно-терригенные (известняки глинистые)
- **степень растворимости в воде, q_{sr} – от нерастворимого до сильнорастворимого**
- **коэффициент фильтрации, K – от водонепроницаемых до очень сильноводопроницаемых**

СВОЙСТВА СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

Классификация массивов скальных грунтов (рекомендуемая)

- по сжимаемости массива, E – от практически несжимаемых до чрезвычайно сжимаемых
- подразделение блоков отдельностей в массивах - по размеру (щебневые, крупноглыбовые) и форме (шаровые, столбчатые, остроугольные, сундучные)
- подразделение трещин в массиве - по пространственной ориентации, ширине раскрытия, длине, виду заполнителя и шероховатости стенок, а также по ориентации сетей трещин

ДИСПЕРСНЫЕ ГРУНТЫ

Имеют *механические и водно-коллоидные структурные связи*
(ТАБЛ. 2).

Связанные грунты

Глинистые и органно-минеральные породы с ионно-электростатическими, капиллярными структурными связями, зависящими от влажности.

Несвязанные грунты

Осадочные обломочные нецементированные породы

КЛАССИФИКАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ

Класс	Группа	Под- группа	Тип		Вид	Разновидности
Дисперсные с водноколлоидными и механическими структурными связями	Связные	Осадочные	Минеральные	Силикатные. Карбонатные. Железистые. Полиминеральные	Глинистые	Выделяются по: – Гранулометрическому составу (крупнообломочные грунты и пески); – Числу пластичности и гранулометрическому составу (глинистые грунты и илы); – Степени неоднородности гранулометрического состава (пески); – Показателю текучести (глинистые грунты); – Относительной деформации набухания без нагрузки (глинистые грунты); – Относительной деформации просадочности (глинистые грунты); – Коэффициенту водонасыщения (крупнообломочные грунты и пески); – Коэффициенту пористости (пески); – Степени пористости (пески)
				Органно-минеральные	Илы, сапропели, заторфованные грунты	
			Органические		Торфы	
	Несвязные		Минеральные	Силикатные. Карбонатные. Полиминеральные	Пески. Крупнообломочные грунты	

СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ (обязательные)

- **гранулометрический состав**
- **коэффициент водонасыщения, S_r** - от малой степени водонасыщения до водонасыщенных
- **коэффициент пористости песков, e** - от плотных до рыхлых
- **число пластичности, I_p** – супесь, суглинок и глина
- **показатель текучести, I_L** – от твердого до текучего
- **относительная деформация просадочности, ε_{sl}** – от непросадочных до сильнопросадочных

В основе классификации дисперсных грунтов лежат
три показателя:

1 – гранулометрический состав (относительное содержание частиц различной крупности);

2 – число пластичности;

3 – показатель текучести

МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

Грунты, обладающие наряду со структурными связями немерзлых грунтов **криогенные связи** (за счет льда) (ТАБЛ. 3).

скальные мерзлые грунты

Грунты, в которых присутствуют криогенные связи, но преобладают кристаллизационные и/или цементационные структурные связи;

дисперсные мерзлые грунты

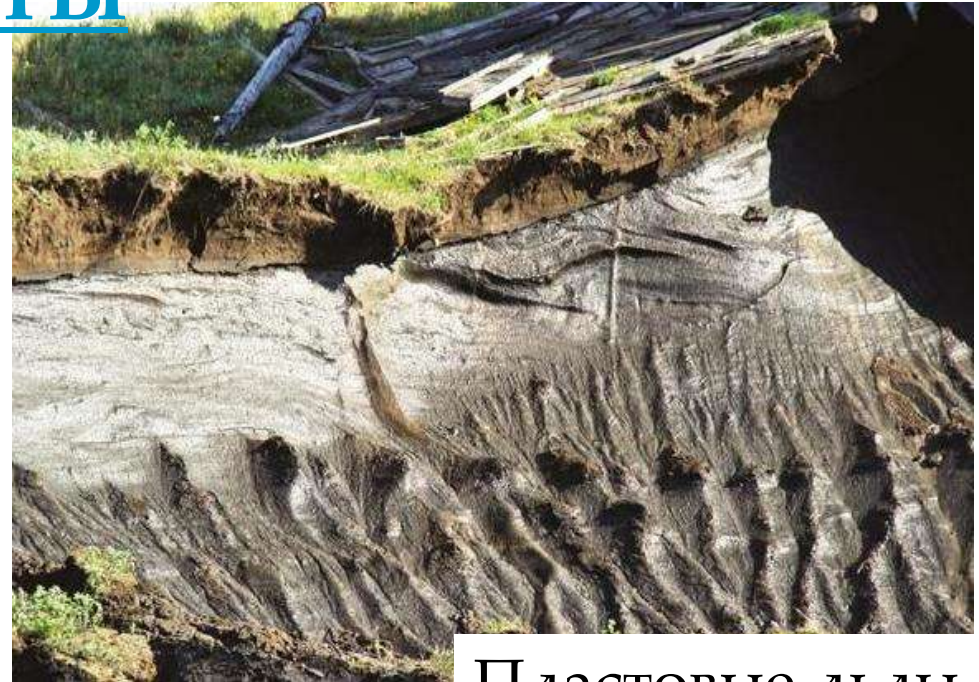
Грунты с криогенными и физико-химическими (или криогенными и механическими) структурными связями;

ледяные грунты

Грунты, структуры которых определяются криогенными
связями

МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

льдистого мерзлого
суглинка
порфировидной
криогенной
текстуры



Пластовые льды



СВОЙСТВА МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ (обязательные)

- **льдистость, i_i** – от нельдистого до сильнольдистого и ледогрунта
- **степень засоленности, D_{sal}** – от незасоленного до сильнозасоленного

Показатели свойств мерзлых грунтов (рекомендуемые)

- ***температура, T*** – от талого (немерзлого) до морозного и сыпучемерзлого
- ***состояние грунта*** – от твердомерзлого до сыпучемерзлого

ТЕХНОГЕННЫЕ ГРУНТЫ

Грунты, одной стороны, **природные породы** — скальные, дисперсные, мерзлые, которые в каких-либо целях были подвергнуты физическому или физико-химическому воздействию, а с другой стороны, **искусственные минеральные и органоминеральные образования**, сформировавшиеся в процессе бытовой и производственной деятельности человека (ТАБЛ. 4).



Подтипы техногенных грунтов выделяют по принципам создания (или изменения исходных) грунтов.

Виды техногенных грунтов выделяют по методам создания (или преобразования исходных) грунтов.

Подвиды техногенных грунтов выделяют по особенностям технологий создания (или изменения исходных) грунтов.

Техногенные грунты допускается **классифицировать** по вещественному, петрографическому и литологическому составу, количественным показателям состава, строения, состояния и свойств так же, как и природные грунты.

Типизация техногенных грунтов всех классов грунтов выполнена в соответствии с 4.2 и приведена в таблице 4.

Пример строительной классификации грунтов по ГОСТ 25100-95

Грунт	Класс	Группа	Под- группа	Тип	Разно- видность
<i>Гра- нит</i>	<i>Скаль- ный</i>	<i>Кристал- лиза- ционные</i>	<i>Магма- тичес- кое</i>	<i>Силика- тный</i>	<i>R_c и др.</i>
<i>Извес- тняк</i>	<i>Скаль- ный</i>	<i>Химичес- кие</i>	<i>Осадоч- ное</i>	<i>Карбо- натный</i>	
<i>Песок</i>	<i>Диспер- сный</i>	<i>Отсутс- твуют</i>	<i>Осадоч- ное</i>	<i>Силика- тный</i>	<i>По грансоставу и плотности</i>
<i>Сугли- нок</i>	<i>Диспер- сный</i>	<i>Водно- коллоид- ные</i>			<i>По грансоставу, пластичности, консистенции</i>

Основные физико-механические характеристики

СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ

- ПРОЧНОСТЬ (*сопротивление одноосному сжатию*)
- ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ (*сжимаемость*)
- ПЛОТНОСТЬ (удельный вес)
- СТЕПЕНЬ ВЫВЕТРИЛОСТИ
- СТЕПЕНЬ ТРЕЩИНОВАТОСТИ
- СТЕПЕНЬ РАСТВОРИМОСТИ

ДИСПЕРСНЫЕ ГРУНТЫ

- ПРОЧНОСТЬ (временное сопротивление сжатию и *сопротивление сдвигу*)
- ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ (*сжимаемость*)
- ПЛОТНОСТЬ (удельный вес)
- ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ
- ВЛАЖНОСТЬ
- ПОРИСТОСТЬ
- ПЛАСТИЧНОСТЬ
- ФИЛЬТРАЦИЯ
- КОНСИСТЕНЦИЯ И ДР.

Механические свойства

Прочность грунта (временное сопротивление одноосному сжатию)

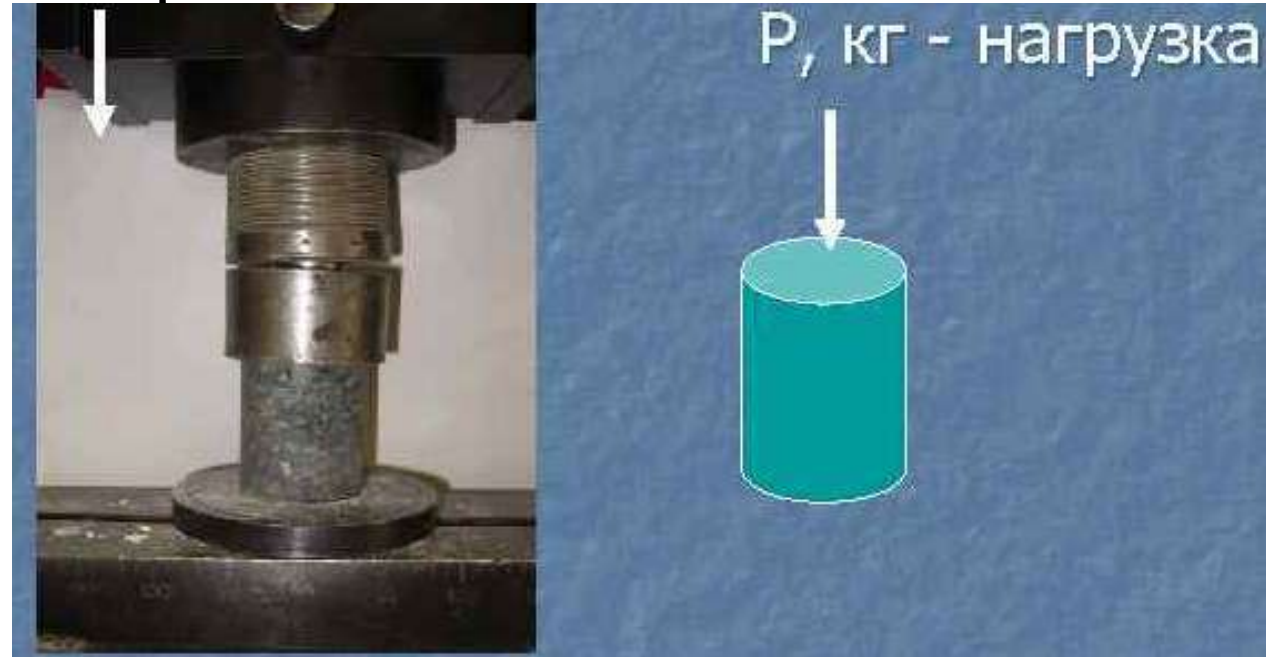
– это его устойчивость к вертикальным сжимающим нагрузкам.

Отношение нагрузки при которой происходит разрушение образца к площади его первоначального поперечного сечения. Табл. Б.1.1

$$R_c = 10 * \frac{F}{A_0},$$

где F – давление, приведшее к разрушению

A_0 – площадь поперечного сечения пробы в см²



Различают

- **скальные** ($R_c > 5 \text{ МПа}$) и **полускальные** ($R_c \leq 5 \text{ МПа}$)
- **дисперсные элювиальные** грунты

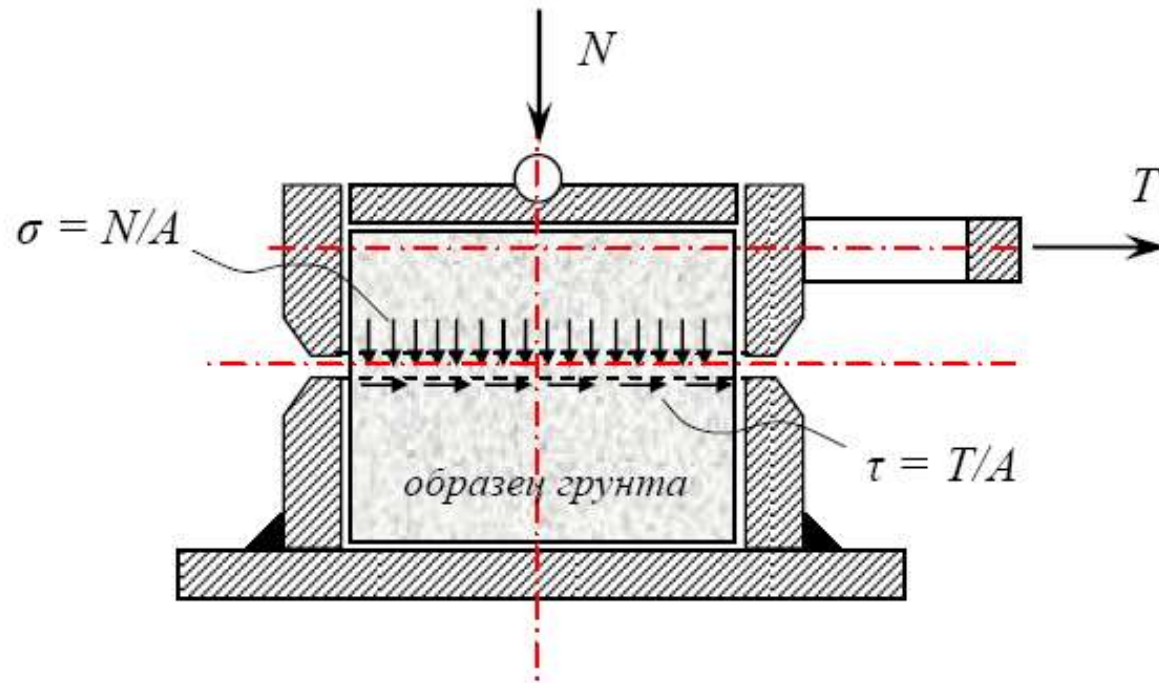
**Разновидности скальных грунтов
(по пределу прочности на одноосное
сжатие R_c , МПа)**

Скальные: Очень прочные Прочные Средней прочности Малопрочные	$R_c \geq 120$ $120 > R_c \geq 50$ $50 > R_c \geq 15$ $15 > R_c \geq 5$
Полускальные: Пониженной прочности Низкой прочности Очень низкой прочности	$5 > R_c \geq 3$ $3 > R_c \geq 1$ $R_c < 1$

Прочность грунта наиболее распространенных типов скальных и полускальных горных пород

Породы	$R_{сж}$, МПа	Породы	$R_{сж}$, МПа
Магматические		Метаморфические	
Гранит	100—230	Мрамор	60—140
Сиенит	100—200	Кварцит	160—400
Гранодиорит	110—250	Гнейс	80—220
Диорит	110—260	Гнейсо-гранит	80—220
Габбро	100—300	Кристаллический сланец	20—160
Кварцевый порфир	110—220	Осадочные	
Липарит	90—180	Доломит	15—200
Порфир	100—220	Известняк крепкий	60—200
Трахит	50—150	Известняк слабый	7—50
Кварцевый порфирит	100—200	Мергель	0,5—10
Децит	80—170	Мел	0,5—15
Порфирит	120—240	Песчаник крепкий	50—180
Андезит	30—150	Песчаник слабый	1,5—50
Диабаз	110—330	Алеврит	8—80
Базальт	80—240	Аргиллит	0,5—50
Вулканический туф	3—80	Глины уплотненные и аргилитонодобные	0,5—3

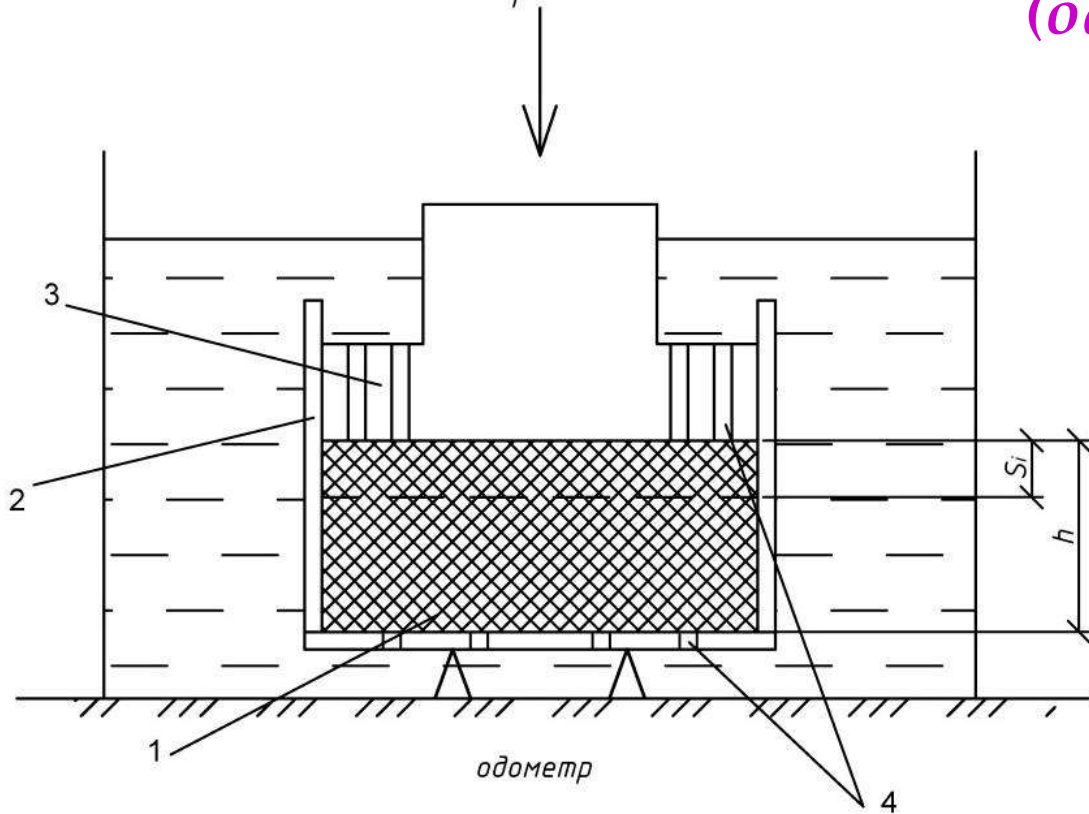
Сопротивление сдвигу (**дисперсные грунты**) – это внутреннее сопротивление грунта сдвигу в результате действия сил трения между частицами и сцепления между ними.



N – сжимающая сила; T – сдвигающая сила;
площадь поперечного сечения образца - A

Деформируемость грунта (сжимаемостью) способность их уменьшаться в объеме (давать осадку) за счет уменьшения объема пор и увеличения плотности под воздействием внешних нагрузок, не подвергаясь разрушению.

Схема компрессионного прибора (оedomетра)



- 1 - водонасыщенный образец грунта
- 2 - кольцо
- 3 - поршень
- 4 - отверстия для воды

$$E = S/h$$

h – первоначальная высота образца, мм;
 S – осадка грунта, мм;
 E – относительная деформация сжатия.

Сжимаемость **зависит** от характера *структурных связей* и *физического состояния* грунтов, их *минерального состава*, *степени дисперсности* и других факторов.

Плотность грунта Табл. Б.1.2

Плотность грунта- определяется отношением массы образца грунта к его объему- ρ -, г/см³. Определяется методом режущего кольца и (или) объемного взвешивания в воде

Плотность скелета грунта — плотность сухого грунта ρ_d , г/см³, определяемая по формуле:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W},$$

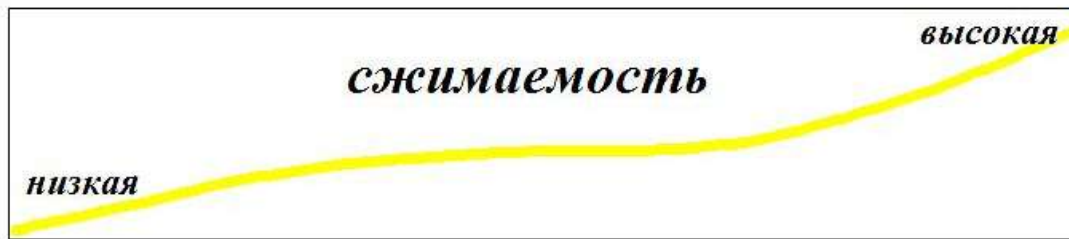
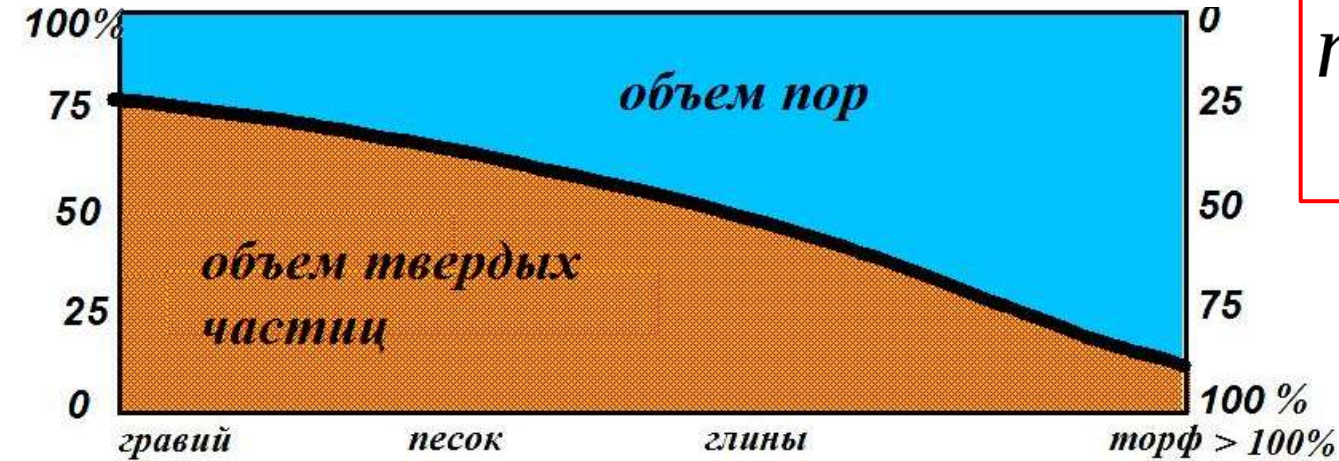
$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$$

- где ρ — плотность грунта, г/см³;
- W — влажность грунта, д. е.

Плотность частиц грунта определяется отношением массы частиц грунта к их объему ρ_s , г/см³.
Определяется пикнометрическим методом

Пористость грунта Табл. Б.1.3

$$n = \frac{\text{объем пор в грунте}}{\text{общий объем грунта}} = \frac{V_n}{V}.$$



Влияние пористости на физико-механические свойства грунтов

Разновидность грунтов	Пористость n , %
Непористый	$n \leq 3$
Слабо пористый	$3 < n \leq 10$
Средне пористый	$10 < n \leq 30$
Сильно пористый	$n > 30$

Выветрелость грунта (скальные грунты) Табл. Б.1.4

Разновидность грунтов	Коэффициент выветрелости скальных грунтов $K_{вт}$, д. е.
Слабовыветрелый	$0,9 \leq K_{вт} < 1$
Средневыветрелый	$0,8 \leq K_{вт} < 0,9$
Сильновыветрелый	$K_{вт} < 0,80$

$$K_{вт} = \frac{K_1 - K_0}{K_1}, \text{ где}$$

K_1 - отношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером более 2 мм после испытания на истирание в полочном барабане; K_0 - то же в природном состоянии.

Величиной $K_{вс}$ — *степенью выветрелости*, которая определяется сопоставлением плотности выветрелого скального грунта с «материнской» (невыветрелой) частью скального массива.

Пластичность грунта (дисперсные грунты) Табл. Б.1.3

Число пластичности I_p , % — это интервал влажности грунтов, в пределах которого грунт находится в пластичном состоянии и определяется как разность между границей текучести и границей раскатывания.

$$I_p = W_L - W_p$$

Верхний предел пластичности W_L -влажность, при которой связный грунт переходит из твердого состояния в пластичное/

Нижний предел пластичности W_p -влажность, при которой связный грунт переходит из пластичного состояния в текучее.

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности
Супесь	$1 \leq I_p \leq 7$
Суглинок	$7 < I_p \leq 17$
Глина	$I_p > 17$

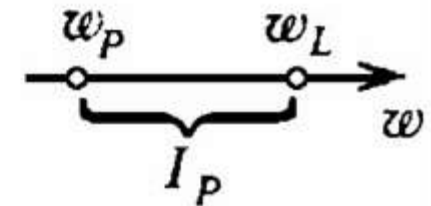
**По числу пластичности определяют подвиды
глинистых грунтов**

Текучность грунта (дисперсные грунты) Табл. Б.1.3

Показатель текучности, I_L – указывает, в каком состоянии по консистенции находится пылевато - глинистый грунт

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{W - W_P}{I_P}$$

Зависимость консистенции глинистых грунтов от влажности и числа пластичности



Наименование и консистенция		Показатель текучести
Супесь	твердая	$I_L < 0$
	пластичная	$0 \leq I_L \leq 1$
	текучая	$I_L > 1$
Суглинок или глина	твердые	$I_L < 0$
	полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
	тугопластичные	$0,25 < I_L \leq 0,50$
	мягкопластичные	$0,50 < I_L \leq 0,75$
	текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
	текучие	$I_L > 1$

В качестве естественного основания не могут быть использованы пылевато-глинистые грунты в текучем состоянии.

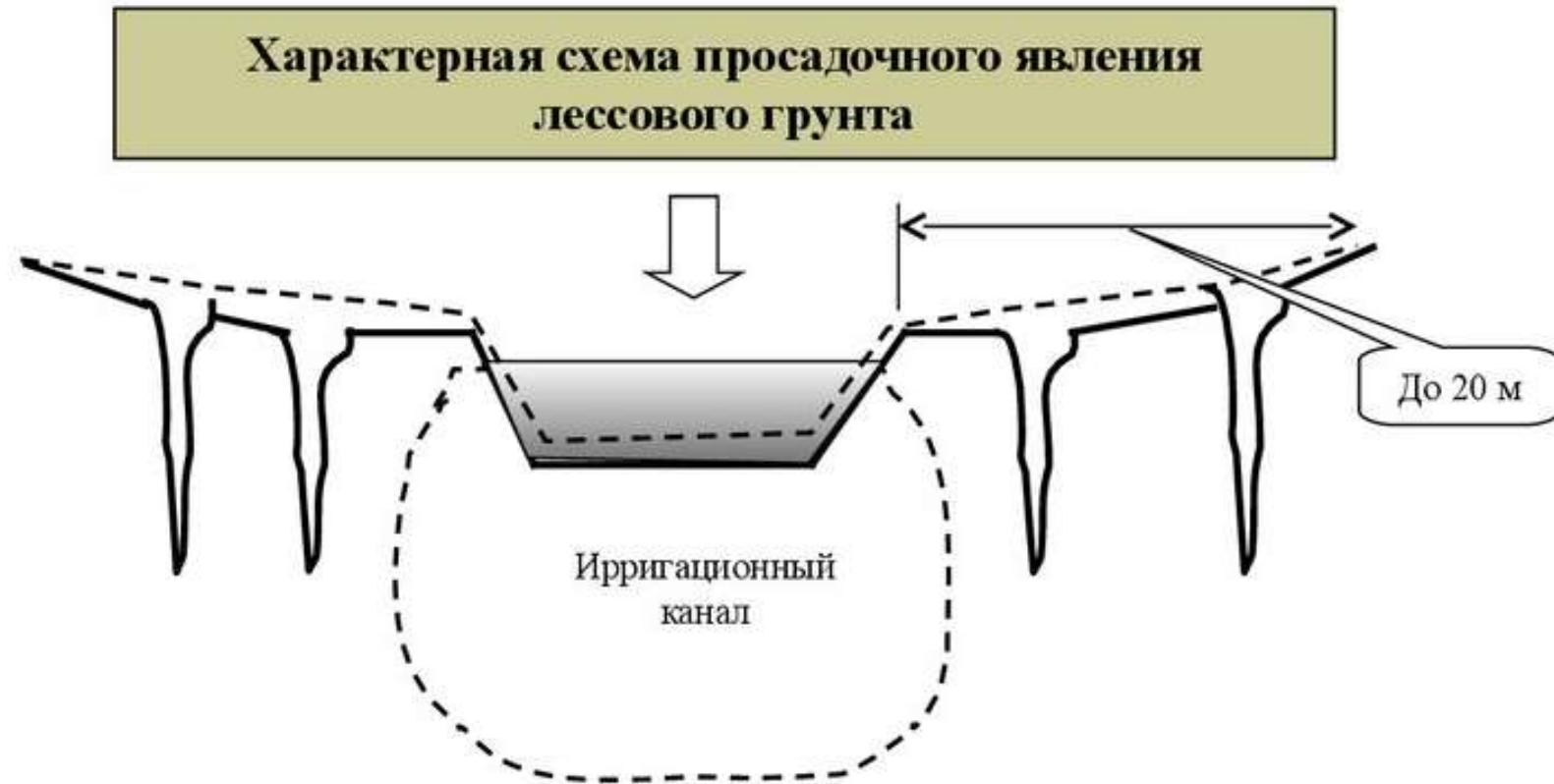
Просадочность грунта Табл. Б.2.13

Просадочность – это механическое свойство *грунта уменьшаться в объеме после увлажнения* под действием собственного веса или при незначительной внешней нагрузке.

Лёссовый грунт - пылевато-глинистый грунт, содержащий по гранулометрическому составу более 50% пылеватых частиц (размером 0,05 – 0,005 мм) + легко - и среднерастворимые соли и карбонаты кальция.



Механизм просадочности



Ширина раскрытия трещин составляет 30 – 40 см, а величина просадки 0,3 – 2 м.