

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ

для студентов специальности:

1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

Разработан доц. Н.В. Ковальчик

Лекция 9

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

- **общие физические,**
- **физико-механические,**
- **ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ**

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

К общим физическим свойствам относятся:

- плотность сложения почвы,**
- плотность твердой фазы,**
- пористость,**
- удельная поверхность почвы.**

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ почвы - масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении (со всеми порами).

Плотность почвы, d_v (г/см³), вычисляют по формуле

$$d_v = m/V$$

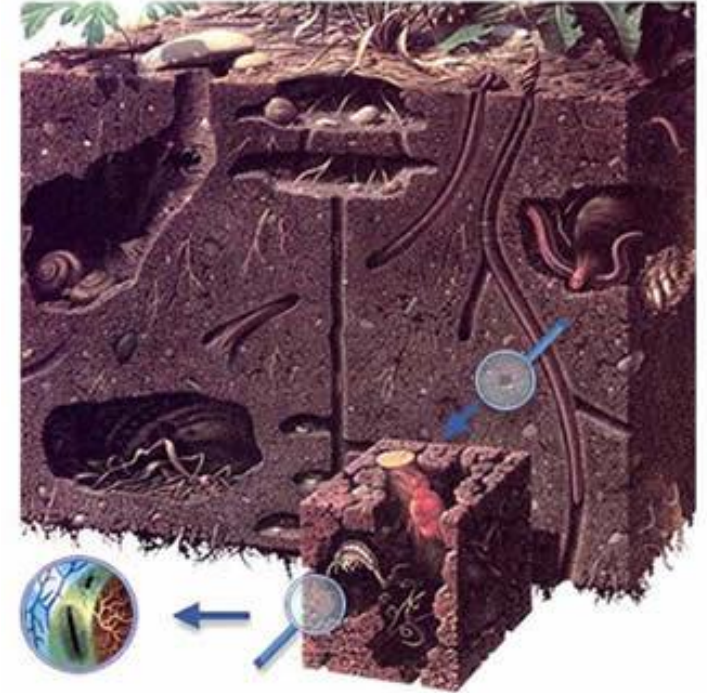
где m — масса абсолютно сухой почвы, г;

V — объем, занимаемый образцом почвы, см³.

Плотность сложения почвы зависит от:

- гранулометрического и минералогического состава,
- структуры,
- содержания гумуса,
- обработки почвы.

Для большинства сельскохозяйственных культур **оптимальная плотность** почвы составляет **1,0... 1,2 г/см³**.



ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ почвы – это масса сухой почвы в единице объема твердой фазы почвы без пор.

Ее вычисляют в г/см^3 по формуле

$$d = m/V_s$$

где m — масса сухой почвы, г; V_s — объем, см^3 .

Плотность твердой фазы зависит от:

- природы и соотношения минералов,
- количества и характера органического вещества (гумус, торф).

В минеральных почвах плотность твердой фазы, в среднем, **2,6-2,8 г/см³**, в торфяных почвах – в среднем, **1,4-1,8 г/см³**.

Плотность сложения почвы всегда меньше плотности твердой фазы: $d < d_v$

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

От плотности сложения почвы зависят поглощение влаги, воздухообмен в почве, жизнедеятельность микроорганизмов и развитие корневых систем растений.

Оценка плотности пахотного слоя почвы (по Н.А. Качинскому).

Плотность почвы, г/см ³	Оценка
< 1,0	Почва богата органическим веществом
1,0..1,1	Вспаханная почва
1,2..1,3	Пашня уплотнена
1,3..1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4..1,6	Типичное значение для подпахотных горизонтов
1,6...1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Общий **объем всех пор** между частицами твердой фазы равен разности объема почвы и объема ее твердой фазы.

$$V_{\text{общ.}} = V - V_s$$

ПОРИСТОСТЬ – это процентное **отношение объема пор к объему почвы**. Его вычисляют по показателям *плотности сложения почвы и плотности твердой фазы* и выражают в % :

$$P_{\text{общ.}} = (1 - d_v/d)100\%$$

где d_v — *плотность почвы, г/см³*; d — *плотность твердой фазы почвы, г/см³*.

Наряду с общей пористостью определяют еще **капиллярную** и **некапиллярную** пористость почвы. Капиллярная преобладает в ненарушенных суглинистых почвах, а некапиллярная – в структурных и рыхлых песчаных и супесчаных почвах.

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Пористость зависит от:

- гранулометрического состава,
- структурности,
- содержания органического вещества,
- в пахотных почвах - от приемов окультуривания.

Качественная оценка пористости почв по Н. А. Качинскому

Общая пористость, %	Оценка
> 70	Почва <i>избыточно пористая</i>
65...55	Культурный пахотный слой — <i>отличная</i>
55-50	<i>Удовлетворительная</i> для пахотного слоя
< 50	<i>Неудовлетворительная</i> для пахотного слоя
40-25	Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов - <i>чрезмерно низкая</i>

Плотность и пористость почв (по А.Д. Воронину, 1986)

Горизонт, глубина, см	Плотность, г/см ³		Пористость, % от объема почвы			
	тв. фазы почвы	почвы	общая	агрегат- ная	межаг- регатная	агрегат- ная средне- взве- шенная
Дерново-подзолистая почва						
Апах, 10-20	2.66	1.32	50.4	37.5	12.3	41.2
А2, 27-31	2.67	1.45	45.6	36.0	9.6	36.1
А2В1, 35-45	2.69	1.57	41.6	31.7	9.9	35.2
В1, 45-55	2.70	1.44	46.7	22.8	23.9	30.0
В2, 55-65	2.70	1.70	37.0	26.7	10.3	29.8
Чернозем типичный мощный						
АлА1, 5-15	2.62	1.11	57.8	19.1	38.7	30.3
А1, 15-25	2.61	1.16	55.5	20.8	34.7	31.0
В1, 60-70	2.63	1.21	54.0	27.0	27.0	37.1
В2, 90-1000	2.68	1.25	53.4	38.2	15.2	44.7
ВС, >130	2.64	1.34	55.4	39.7	15.7	45.0
Темно-каштановая почва						
А, 2-25	2.65	1.28	52.0	34.0	18.8	
В1, 26-35	2.68	1.44	46.0	31.0	15.0	
В2, 90-100	2.71	1.65	39.0	30.0	9.0	
С, 56-75	2.71	1.75	35.0	29.0	6.0	
Краснозем типичный						
Апах, 10-20	2.58	0.67	74.0	46.3	27.7	60.2
В1, 25-35	2.76	0.85	69.2	43.5	25.7	58.3
В2, 40-50	2.81	1.00	64.4	25.9	38.5	42.1
ВС, 80-90	2.82	0.92	67.4	29.9	37.5	47.9

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ почвы – это суммарная поверхность всех ее частиц, отнесенная к единице веса или объема. Выражается в $\text{м}^2/\text{г}$ или $\text{м}^2/\text{см}^3$ почвы.

Процесс диспергирования (дробления) минеральной части почвы обычно не меняет ее веса, но резко увеличивает *суммарную поверхность всех частиц*. При этом почва переходит в более активное состояние, так как возрастает поверхностная энергия частиц.

Удельная поверхность почвы зависит от минералогического и гранулометрического состава.

Почвы легкого *гранулометрического* состава характеризуются меньшей удельной поверхностью.

Почвы, богатые монтмориллонитом и другими подобными минералами, кроме *внешней* имеют значительную *внутреннюю* поверхность.

Удельная поверхность частиц разного размера, $\text{м}^2/\text{г}$ (может различаться на 6 порядков)

Размер частиц, мм								
0,00001- 0,00005	0,00005- 0,0001	0,0001- 0,0005	0,00001- 0,00005	0,0005- 0,001	0,001- 0,01	0,01- 0,05	0,05- 0,25	0,25-1,00
22	4,4	0,76	0,46	0,111	0,031	0,015	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

- **пластичность,**
- **липкость,**
- **набухание,**
- **усадка,**
- **СВЯЗНОСТЬ ПОЧВЫ.**

Физико-механические свойства почвы зависят от:

- минералогического состава,
- гранулометрического состава,
- структуры почвы,
- содержания гумуса,
- содержания обменного Са и Na в ППК.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Пластичность – способность почвы во влажном состоянии деформироваться и сохранять полученную форму после прекращения механического воздействия, %.

Число пластичности (по константам Аттенберга):

Пески – 0 %,

Супеси – 1-7 %,

Суглинки – 7-17 %,

Глины - > 17 %

Липкость почвы – способность почвы прилипать к соприкасающимся с ней предметам, г/см².

Набухание почвы – увеличение объема почвы при увлажнении, %.

Усадка почвы – уменьшение объема почвы при высыхании %.

Связность почвы – способность почвы сопротивляться внешнему усилию, направленному к разъединению частиц путем раздавливания или сдвига, г/см².

Тепловые свойства почвы

- **теплопоглотительная способность,**
- **теплоемкость,**
- **теплопроводность.**

Тепловые свойства почвы

Теплопоглодительная способность — свойство почвы поглощать лучистую энергию Солнца – величина, обратная показателю **альбедо**.

Альбедо — это отношение отраженной радиации к суммарной, поступающей на Землю, %. Чем меньше альбедо, тем больше почва поглощает солнечной радиации.

Теплопоглодительная способность зависит от *цвета почвы, влажности, структуры, содержания гумуса и гранулометрического состава*.

Если в почве **много гумуса**, она имеет темную окраску и поэтому поглощает лучистой энергии на 10... 15 % больше, чем почва с малым количеством гумуса.

У **глинистых** почв теплопоглодительная способность выше, чем у **песчаных**.

Влажные почвы поглощают лучистой энергии на 5... 11 % больше, чем **сухие**.

Тепловые свойства почвы

Теплоемкость — способность почвы удерживать тепло.

Объемная теплоемкость — количество тепла, затрачиваемое для нагревания 1 см³ сухой почвы на 1 °С (Дж/см³ на 1 °С).

Теплоемкость почвы зависит от *минералогического и гранулометрического состава, от содержания воды и органического вещества.*

Сухие почвы имеют теплоемкость - 0,17-0,20.

При увлажнении теплоемкость песчаных почв возрастает до 0,700, глинистых — 0,824, торфянистых — до 0,900.

Песчаные и супесчаные почвы менее влагоемки, поэтому быстрее прогреваются и их называют «теплыми».

Глинистые почвы содержат больше воды, на нагревание которой требуется много тепла, их называют «холодными».

Вещество	Теплоемкость объемная, Дж/см ³ на 1 °С
Песок кварцевый	0,517
Глина	0,577
Торф	0,611
Вода	1,000

Тепловые свойства почвы

Теплопроводность — способность почвы проводить тепло. Она измеряется количеством тепла в **джоулях**, которое проходит в **1 с** через **1 см³ почвы**.

Теплопроводность основных частей почвы сильно варьирует,

Дж • см³/с :

кварца — 0,00984;

гранита — 0,03362;

воды — 0,00557;

воздуха — 0,00025.

Чем крупнее механические элементы, тем больше теплопроводность. Так, теплопроводность крупнозернистого песка при одинаковой пористости и влажности в два раза больше, чем пылеватой фракции.

По теплопроводности **твердая фаза** почвы примерно в 100 раз превышает **воздух**, поэтому рыхлая почва имеет более низкий коэффициент теплопроводности, чем плотная.

Плодородие

Плодородие – способность почвы обеспечить органическое и минеральное питание растений, создать благоприятную среду для их нормального роста и развития.

Плодородие – главное свойство почвы, отличающее ее от горной породы.

Виды плодородия:

- Естественное
- Потенциальное
- Эффективное

Воспроизводство почвенного плодородия:

- Простое
- Неполное
- Расширенное

Плодородие. Оптимальные параметры состава и свойств почв

Состав, свойства почв	Оптимальные параметры
Минералогический состав	Наличие полевых шпатов, роговых обманок, глинистых минералов, кальцита
Гранулометрич. состав	От супесчаных до глинистых в зависимости от условий увлажнения
Химический состав	Полиэлементный с отсутствием дефицита и избытка кальция и магния. Содержание гумуса, превышающее критическое на 1% и более.
Физико-химические свойства	ЕКО более 10 мг-экв для супесчаных и более 15 мг-экв для суглинистых. Преобладание в составе ППК кальция и магния. Степень насыщенности основаниями более 55-70%. Реакция среды – близкая к нейтральной
Физические свойства	Общая пористость 55-65%, плотность 1,0-1,3 г/см ³
Структура	Содержание водопрочных агрегатов более 55% массы почвы
Водные свойства	Запас воды в 30-50 мм в пахотном слое, 100-200 мм – в метровом слое
Воздушные свойства и состав почвенного воздуха	Пористость более 20% объема почвы. Содержание CO ₂ - 0,03-2(3)%; O ₂ – 19-20%
Окисл-восстановительные условия	ОВП (Eh) 400-600 мВ

Критические параметры, снижающие плодородие почв

Состав, свойства почв	Критические параметры
Минералогический состав	Преобладание кварца, более 98%
Гранулометрический состав	Песчаные почвы в аридных областях, глинистые – в гумидных. Высокая степень каменистости.
Химический состав	Преобладание оксида кремния (более 98%). Содержание гумуса менее 1% в почвах с фульватным составом и менее 2% - с гуматным. Содержание водорастворимых солей более 0,6-2% в зависимости от вида солей. Повышенные концентрации тяжелых металлов и радионуклидов, превышающие ПДК.
Структура	Содержание агрономически ценных агрегатов менее 40%
Общие физические свойства	Плотность более 1,4-1,5 г/см ³ , пористость менее 40%
Физико-химические свойства	ЕКО менее 5 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями менее 50%, рН _{KCL} ниже 4,5-5. Содержание обменного натрия более 10-15% от ЕКО, сильнощелочная реакция среды рН _{H2O} более 8,5