

# Свойства грунтов

- **Физические**
- **Химические**
- **Физико-химические**
- **Биотические**
- **Физико-механические**

# Физические свойства

# Плотность

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{г/см}^3, \text{ кг/м}^3$$

# Плотность твердых частиц $\rho_s$

$$\rho_s = \frac{m_{\text{ТВ.ЧАСТИЦ}}}{V_{\text{ТВ.ЧАСТИЦ}}}$$

Основные и ультраосновные породы **3,0 – 3,4** г/см<sup>3</sup>

Кислые породы **2,6 – 2,75** г/см<sup>3</sup>

Гумус **1,25 – 1,40** г/см<sup>3</sup>

Пески **2,66** г/см<sup>3</sup>

Супеси **2,70** г/см<sup>3</sup>

Суглинки **2,71** г/см<sup>3</sup>

Глины **2,74** г/см<sup>3</sup>

# Плотность грунта $\rho$

- 

$$\rho = \frac{m \text{ влаж. гр. природ.слож.}}{V \text{ влаж.гр.природ.слож.}}$$

## Зависит от:

- Минерального состава
- Пористости
- Влажности

## Плотность скелета грунта $\rho_d$

$$\rho_d = \frac{m \text{ тв.частиц}}{V \text{ естест.сложения}}$$

### Зависит от:

- Минерального состава
- Пористости

**плотность в рыхлом сложении – для  
песков**

**плотность в плотном сложении – для  
песков**

# Пористость

характеризует объем пор в единице объема грунта

$$\bullet \quad n = 1 - V_s = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}$$

$V_s$  – объем твердых частиц в единице объема грунта



## Коэффициент пористости

$$e = \frac{\text{объем пор}}{\text{объем твердого компонента}} = \frac{n}{V_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$$

$$n = \frac{e}{1-e}$$

**Проницаемость грунтов** – способность пропускать сквозь себя жидкости, газы и их смеси

**Водопроницаемость** – способность водонасыщенных грунтов пропускать сквозь себя воду за счет градиента напора

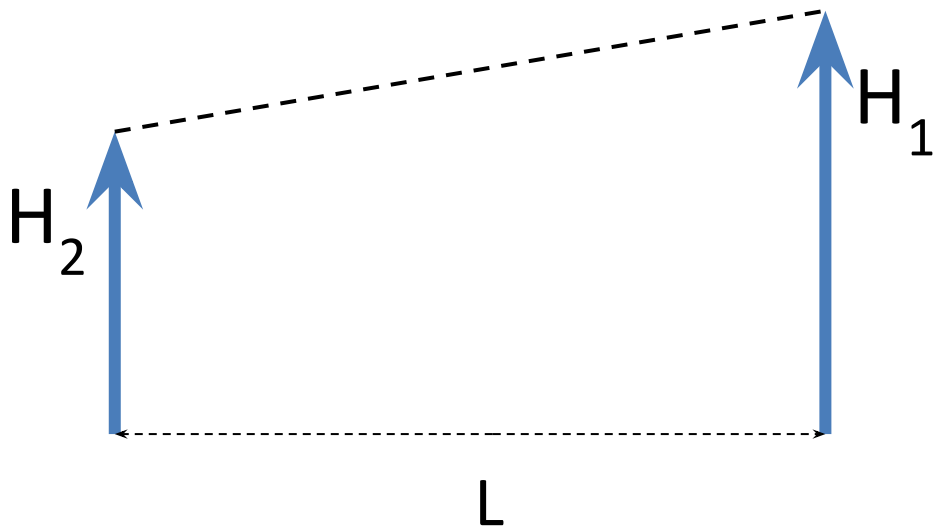
# Закон Дарси

- $V = K \frac{\Delta H}{L} = K J$

V- скорость фильтрации

K – коэффициент фильтрации м/сут, м/с, см/с

J – градиент напора



**K ( $K_{\phi}$ )** – мера водопроницаемости грунта

**Зависит от:**

- Геометрии порового пространства
- Свойств фильтрующейся жидкости

# Водопроницаемость грунтов (по Н.Н. Маслову)

Грунты	К, м/сут	Характеристика грунта
Глины, монолитные скальные грунты	$< 5 \cdot 10^{-3}$	Практически водонепроницаемые
Суглинки, тяжелые супеси, нетрещиноватые песчаники	до $5 \cdot 10^{-3}$	Весьма слабо водопроницаемые
Супеси, слаботрещиноватые глинистые сланцы, песчаники, известняки и т.п.	до 0,5	Слабо водопроницаемые
Пески тонко- и мелкозернистые, Трещиноватые скальные грунты	до 5	Водопроницаемые
Пески среднезернистые, скальные грунты повышенной трещиноватости	до 50	Хорошо водопроницаемые
Галечники, гравелистые пески, сильнотрещиноватые	$> 500$	Сильно водопроницаемые

# Теплофизические свойства

**Теплоёмкость** – способность грунтов поглощать тепловую энергию при теплообмене

**Удельная теплоемкость  $C$**  – кол-во тепла, которое нужно сообщить единице массы грунта для изменения его температуры на  $1^{\circ} \text{C}$  (при отсутствии фазовых переходов)

Дж/г · град. К,  
Дж/кг · град. С,  
эрг/г · град. С,  
кал/г · град. С,  
ккал/кг · град. С



Объемная теплоемкость  $C_V$  – кол-во тепла, необходимое для изменения температуры единицы объема грунта на  $1^0$  С

Дж/м<sup>3</sup> · град. К,

Дж/м<sup>3</sup> · град. С,

эрг/см<sup>3</sup> · град. С,

кал/см<sup>3</sup> · град. С,

ккал/м<sup>3</sup> · град. С

$$C_V = \rho \cdot C$$

$C = 0,7 - 0,95 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град. К}$  (большинство минералов)

$C = 0,8 - 2,10 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град. К}$  (сухой торф и почвы)

Чем глинистее грунт – тем выше  $C$   
(пески – 0,70-0,84, глины – 0,75-1,00)

Чем влажнее грунт – тем выше  $C$   
(вода – 4,19 при  $20^{\circ} \text{C}$ )

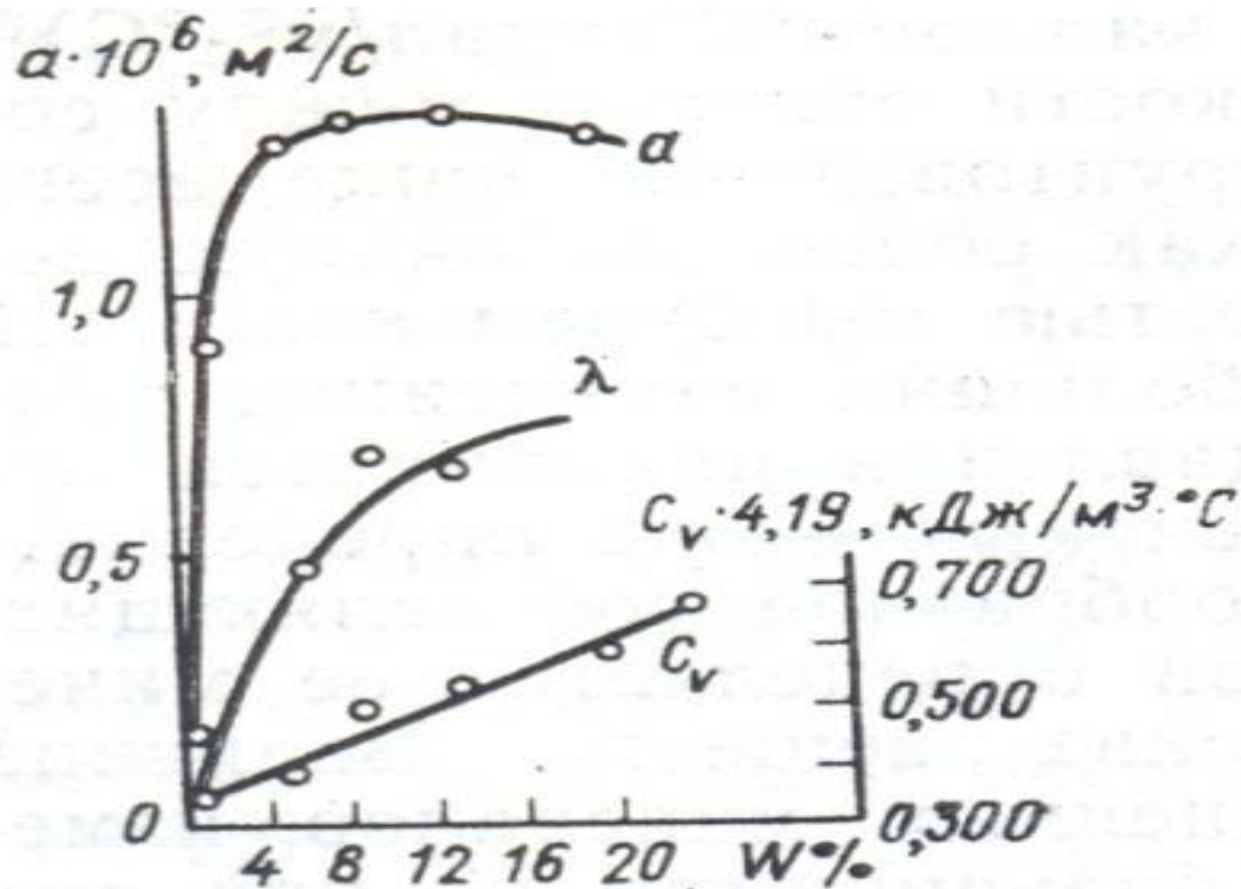


Рис. VI.3. Зависимость объемной теплоемкости ( $C_v$ ), коэффициентов теплопроводности ( $\lambda$ ) и температуропроводности ( $\alpha$ ) от влажности для дисперсных грунтов (по А. Ф. Чудновскому)

# Теплопроводность

– способность грунтов проводить тепло

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности – количество тепла, проводимого грунтом в единицу времени через единицу площади при температурном градиенте =1

Вт/м ·град К

Вт/м ·град С

эрг/см ·с ·град С

ккал/м·час·град С

$\lambda$  воздуха = 0,023 Вт/м ·град К

$\lambda$  воды = 0,54 – 0,60 Вт/м ·град К

$\lambda$  льда = 2,22 – 2,35 Вт/м ·град К

$\lambda$  большинства минералов = 0,8 – 4,0 Вт/м ·град К

**Чем влажнее грунт – тем .....**

**Чем плотнее грунт – тем .....**

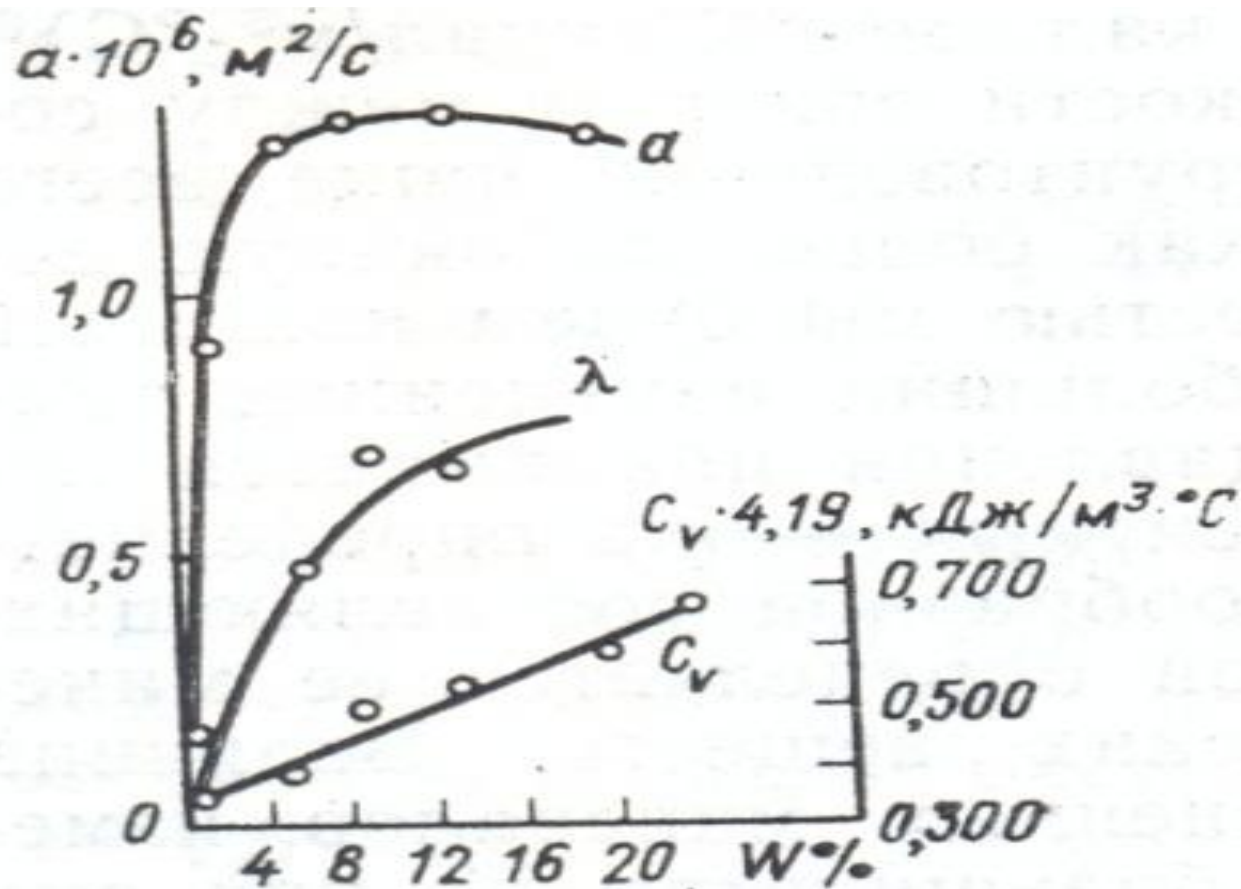


Рис. VI.3. Зависимость объемной теплоемкости ( $C_v$ ), коэффициентов теплопроводности ( $\lambda$ ) и температуропроводности ( $a$ ) от влажности для дисперсных грунтов (по А. Ф. Чудновскому)

$\lambda \cdot 0,9, \text{Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$

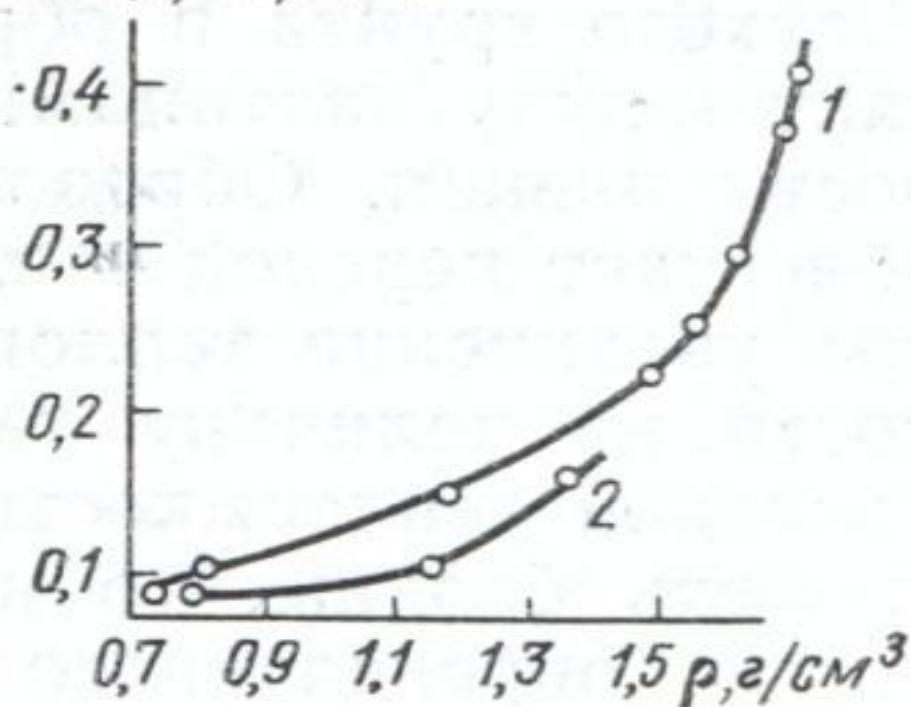
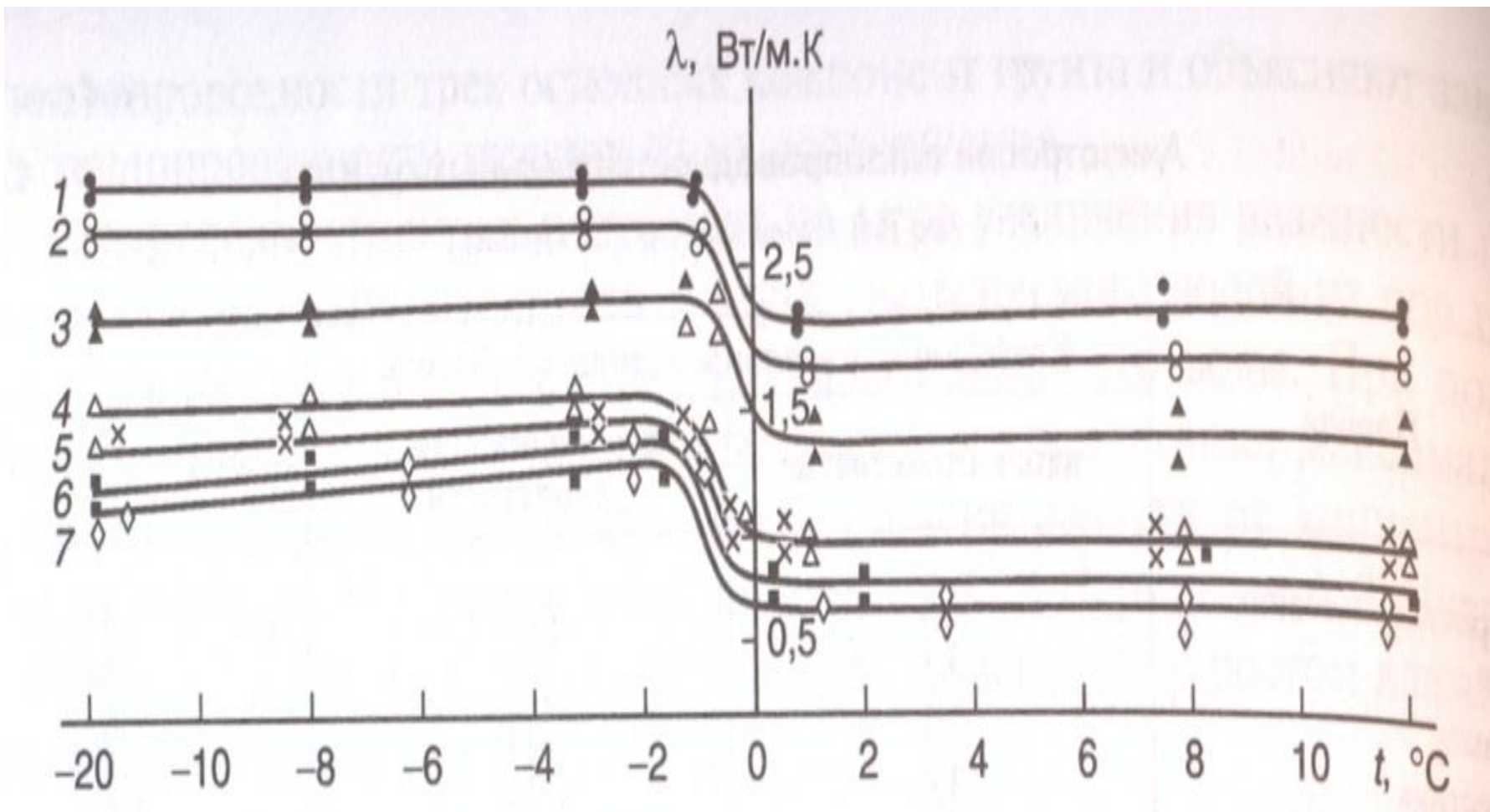


Рис. VI.4. Зависимость коэффициента теплопроводности песчаного (1) и суглинистого (2) грунтов от плотности скелета (по А. Ф. Чудновскому)



Зависимость коэффициента теплопроводности пород различной дисперсности от температуры (по Э.Д. Ершову, 1990):

1 – крупнообломочная щебнистая порода с супесчаным заполнителем; 2 – мелкий песок; 3 – легкая мелкая супесь; 4 – лессовидный суглинок; 5 – средний суглинок; 6 – глина; 7 – хорошо разложившийся торф



# Температуропроводность

характеризует скорость распространения температуры

**a** – коэффициент температуропроводности

$$a = \frac{\lambda}{Cv} = \frac{\lambda}{\rho C}$$

м<sup>2</sup>/с

м<sup>2</sup>/час

**a минералов:**

$0,31 \cdot 10^{-6}$  (гипс) –  $40 \cdot 10^{-6}$  (каменная соль)  $\text{м}^2 / \text{с}$

$(0,60 - 1,2) \cdot 10^{-6}$   $\text{м}^2 / \text{с}$  (скальные грунты)

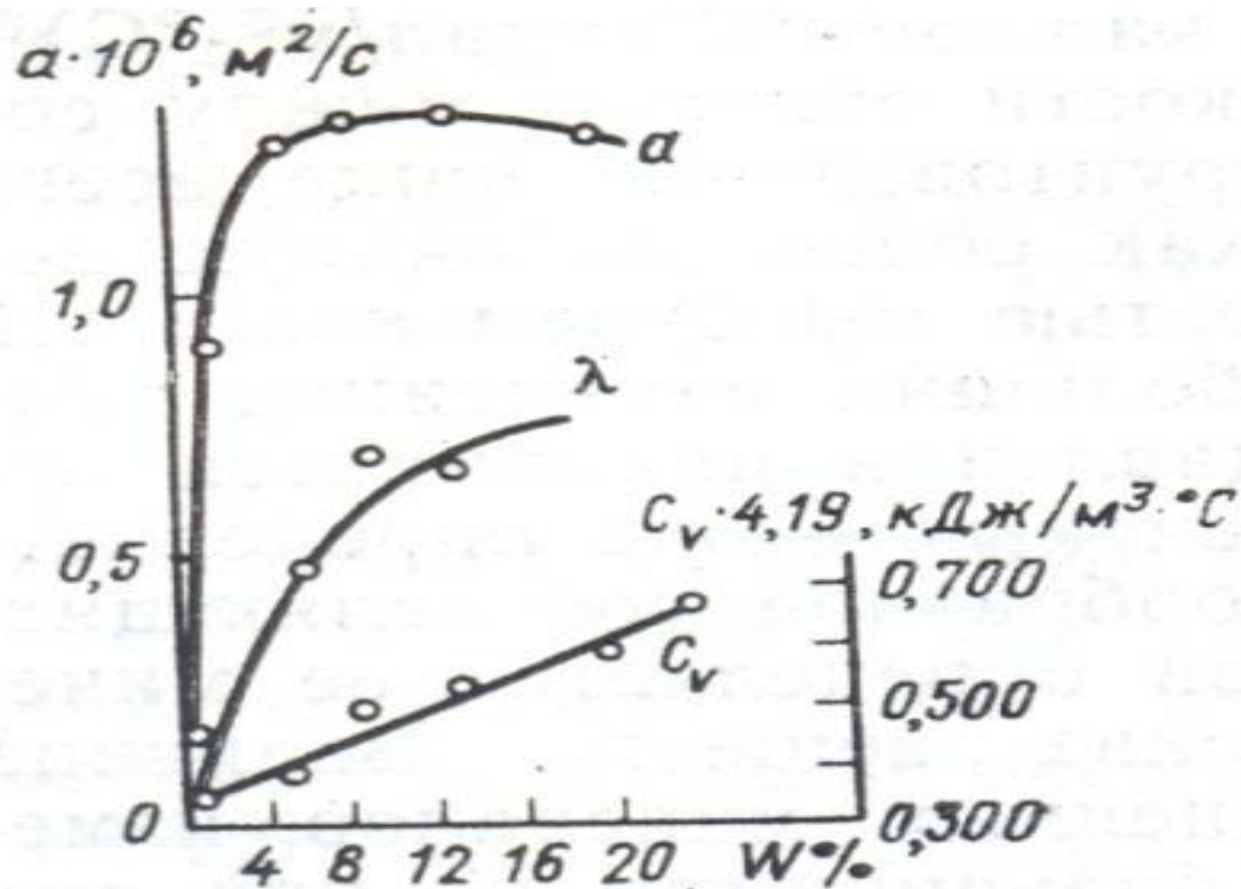


Рис. VI.3. Зависимость объемной теплоемкости ( $C_v$ ), коэффициентов теплопроводности ( $\lambda$ ) и температуропроводности ( $\alpha$ ) от влажности для дисперсных грунтов (по А. Ф. Чудновскому)

# Морозостойкость –

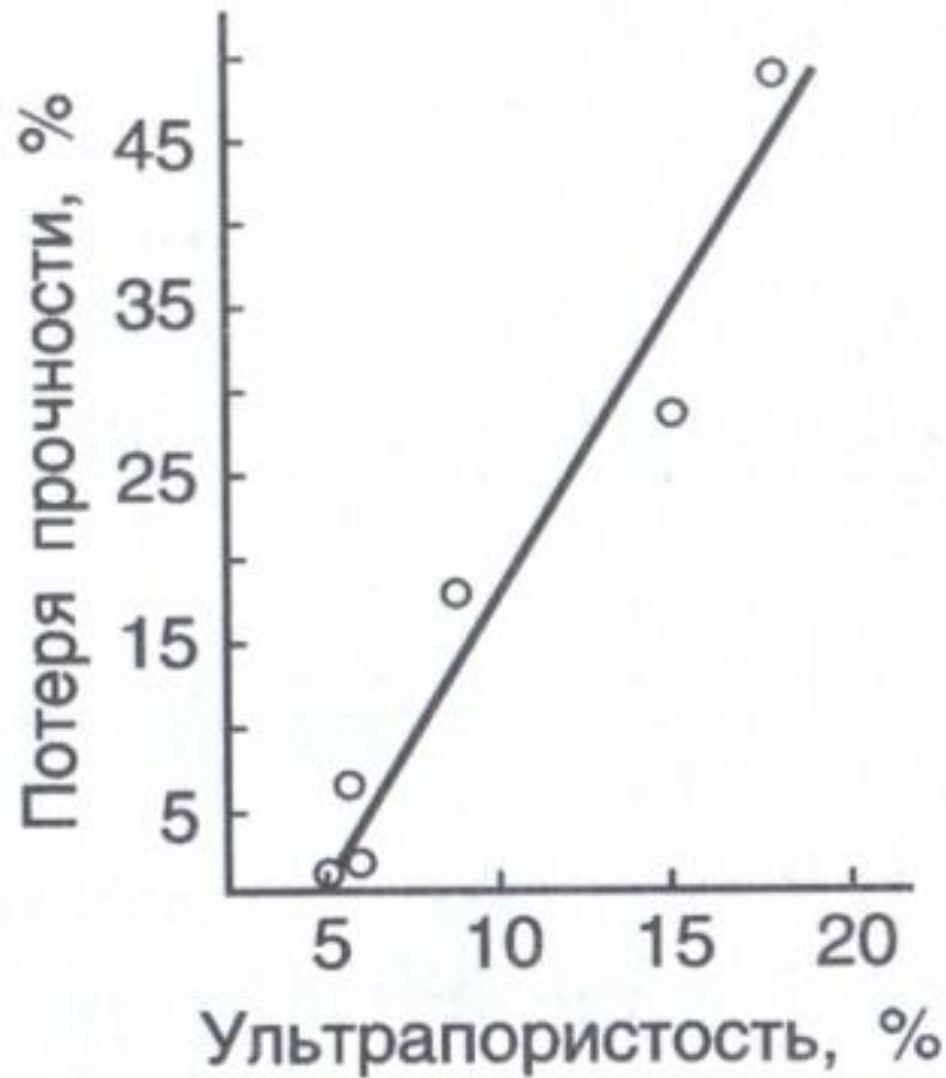
способность грунтов сопротивляться воздействию отрицательных температур

- Показатели:
- число циклов замораживания-оттаивания грунтов и соответствующей потерей их прочности
- Коэффициент морозостойкости  $K_m$

$$K_m = \frac{(Q_{сж})_{заморож}}{(Q_{сж})_{сух}}$$

$(Q_{сж})_{заморож}$  - предел прочности при сжатии образцов после замораживания

$(Q_{сж})_{сух}$  - предел прочности при сжатии сухих образцов



**Зависимость потери прочности доломитов мячковского горизонта при промораживании от пористости (по Б.В. Залесскому, Н.Я. Степанову, К.П. Флоренскому, 1950)**