

ЛЕКЦИЯ № 5

ПЛОТНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД

План:

- 1. Плотность твердой, жидкой и газообразной фаз**
- 2. Плотность породы**
- 3. Влияние пластовых условий на плотность породы**
- 4. Петрофизические связи плотности горных пород**
- 5. Классификация горных пород по плотности**

ПЛОТНОСТЬ

ПЛОТНОСТЬ – СВОЙСТВО ПОРОД
ИМЕТЬ ОПРЕДЕЛЕННУЮ МАССУ
ЕДИНИЦЫ ОБЪЕМА

$$\delta_{\text{п}} = m_{\text{п}} / V \text{ (г/см}^3\text{, кг/м}^3\text{);}$$

$$m_{\text{п}} = m_{\text{т}} + m_{\text{ж}} + m_{\text{г}}$$

ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

$$\delta_T = \sum V_{Ti} \delta_{Ti} / V_{ТВ}$$

ПЛОТНОСТЬ ОСНОВНЫХ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ

КАОЛИНИТ – 2,58-2,60 г/см³

КВАРЦ – 2,64-2,65 г/см³

КАЛЬЦИТ – 2,71-2,72 г/см³

ДОЛОМИТ – 2,87 г/см³

ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

Плотность
твердой
фазы

Химический
состав

Ионный
радиус

Структура
минерала

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

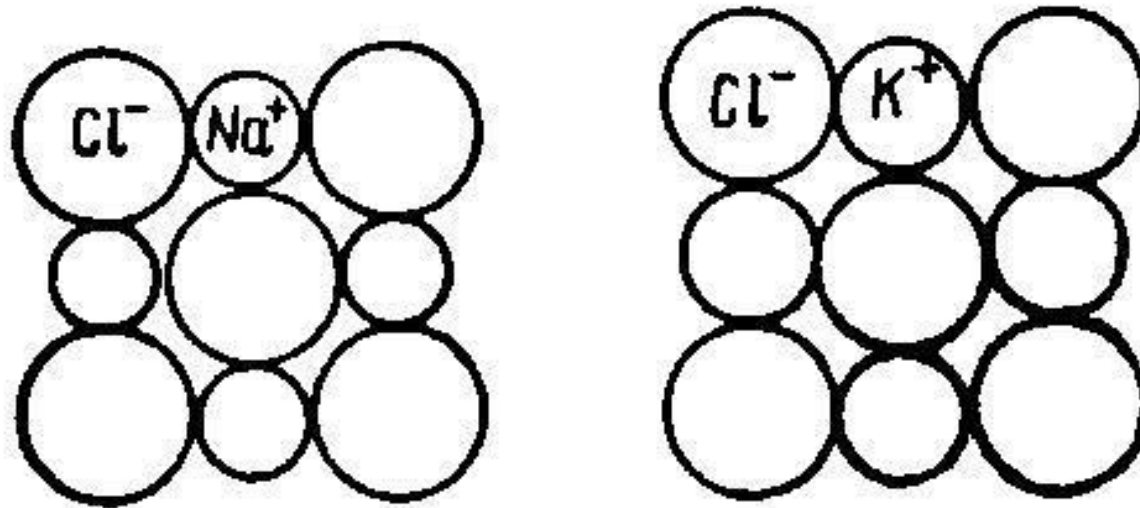
Примеры:

Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($\delta_{\text{M}} = 2,3-2,35 \text{ г/см}^3$) → АНГИДРИТ
 CaSO_4 ($\delta_{\text{M}} \sim 2,9 \text{ г/см}^3$)

Кальцит CaCO_3 , ($\delta_{\text{M}} = 2,71 - 2,72 \text{ г/см}^3$) + Магнезит
 MgCO_3 ($\delta_{\text{M}} = 2,9 - 3,1 \text{ г/см}^3$) → Доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
($\delta_{\text{M}} = 2,8 - 2,99 \text{ г/см}^3$)

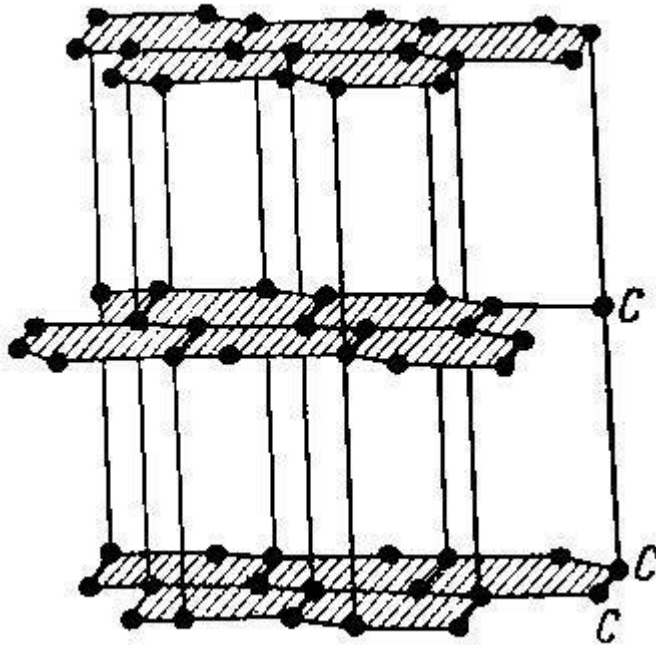
Кварц SiO_2 ($\delta_{\text{M}} = 2,65 - 2,66 \text{ г/см}^3$)

ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ



Соотношение ионных радиусов
в кристаллах галита и сильвина.

ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ



Рыхлая
структура
легких
минералов
(графит)

ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

МИНЕРАЛЫ:

ПЛОТНЫЕ - $> 4 \text{ г/см}^3$

СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ – (2,5 – 4,0)

малой плотности $< 2,5$

ПЛОТНОСТЬ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

ВОДА

РАСТВОР NaCl – 1 – 1,24 г/см³

РАСТВОР CaCl₂ – 1 – 1,4 г/см³

НЕФТЬ

0.5 – 1,0 г/см³

ПЛОТНОСТЬ ГАЗООБРАЗНОЙ ФАЗЫ

ВОЗДУХ И УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ

$$\delta_{\text{вз}} = 0,0012 \text{ г/см}^3$$

$$\delta_{\text{сн4}} = 0,0007 \text{ г/см}^3$$

$$\delta_{\text{пентан}} = 0,00317 \text{ г/см}^3$$

При $t = 40^\circ\text{C}$ и $P = 70\text{МПа}$

$$\delta_{\text{г}} = 0,3 \text{ г/см}^3$$

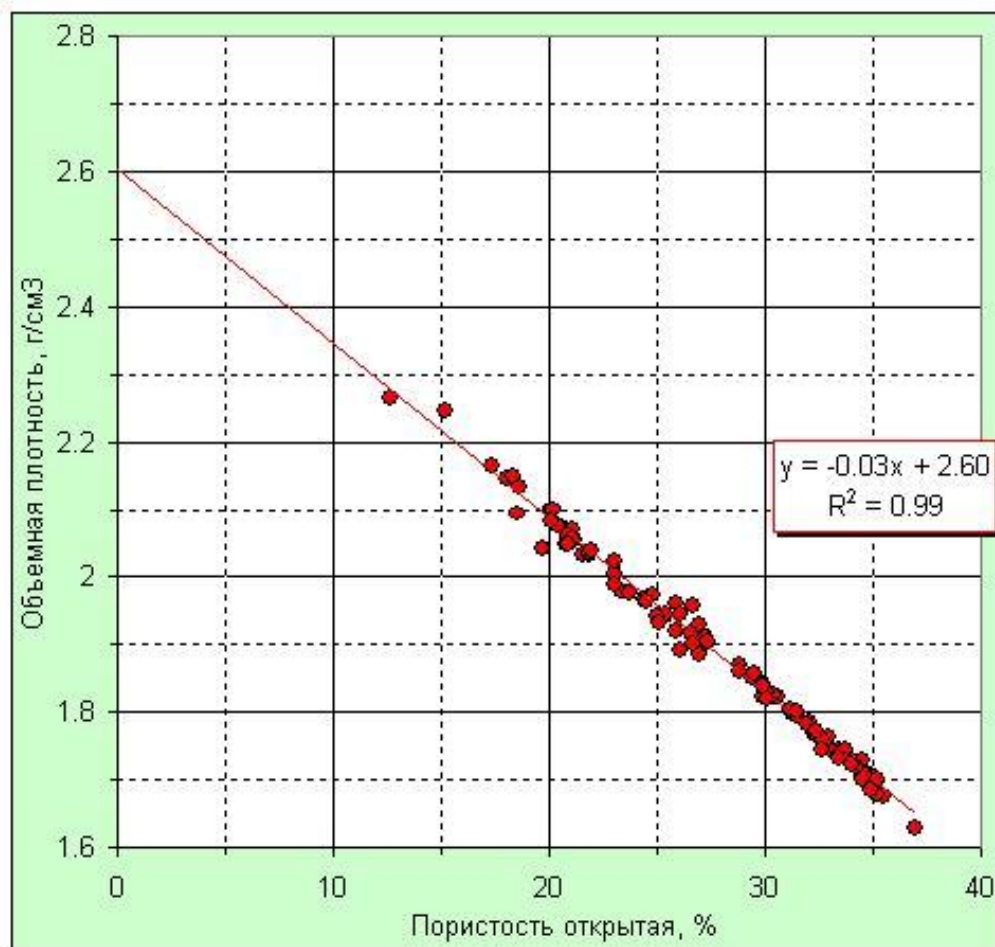
ПЛОТНОСТЬ ПОРОДЫ

$$\begin{aligned}\delta_{\text{п}} &= (1 - K_{\text{п}}) \delta_{\text{т}} + \delta_{\text{в}} K_{\text{в}} K_{\text{п}} + \delta_{\text{н}} K_{\text{н}} K_{\text{п}} + \\ &\quad + \delta_{\text{г}} K_{\text{г}} K_{\text{п}} = \\ &= (1 - K_{\text{п}}) \delta_{\text{т}} + K_{\text{п}} (\delta_{\text{в}} K_{\text{в}} + \delta_{\text{н}} K_{\text{н}} + \delta_{\text{г}} K_{\text{г}})\end{aligned}$$

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ПЛОТНОСТИ

1. Чрезвычайно низкая и очень низкая - $0,5-1,5 \text{ г/см}^3$
2. Низкая и пониженная – $1,5 - 2,5 \text{ г/см}^3$
3. Средняя плотность – $2,5 – 3,5 \text{ г/см}^3$
4. Повышенная и высокая $3,5 – 4,5 \text{ г/см}^3$
5. Очень и чрезвычайно высокая $>4,5 \text{ г/см}^3$

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПЛОТНОСТИ



УПЛОТНЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД С ГЛУБИНОЙ

$$\delta_{(п)h} = \delta_{ТВ} - (\delta_{ТВ} - \delta_{В})K_{(п)h}$$

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. РАСЧЕТ (ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФ. ПОРИСТОСТИ)
2. ПИКНОМЕТРИЧЕСКИЙ (МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Связь плотности пород с плотностью их фаз, коэффициентами пористости и влажности.**
- 2. Зависимость плотности от температуры, давления, времени и условий залегания.**
- 3. Классификация пород по плотности.**

ЛИТЕРАТУРА

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. М., Недра, 2004
2. Кобранова В.Н. Петрофизика. М., Недра, 1986.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика. Под ред. Н.Б.Дортман. М., Недра, 1984.
4. Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород. Уч. пособие для вузов.-М., ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007.