

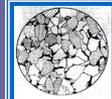
## Лекция 3. УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ И ПОРИСТОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД.

3.1. Удельная поверхность горных пород.

3.2. Пористость горных пород. Виды пористости

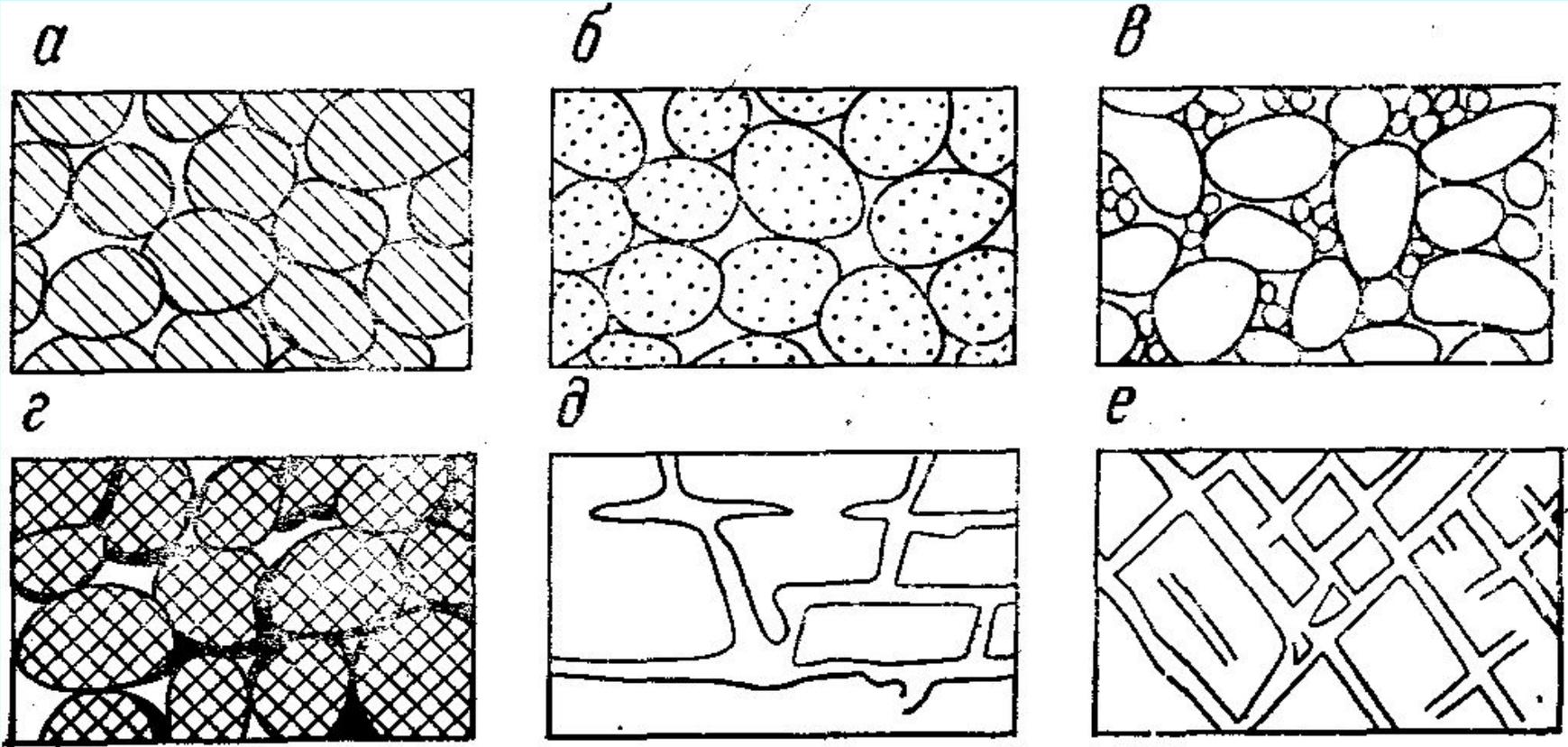
3.3. Пористость фиктивного грунта.

3.4. Связь между пористостью и удельной  
поверхностью.

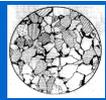
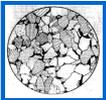


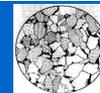


## Различные структуры поровых пространств

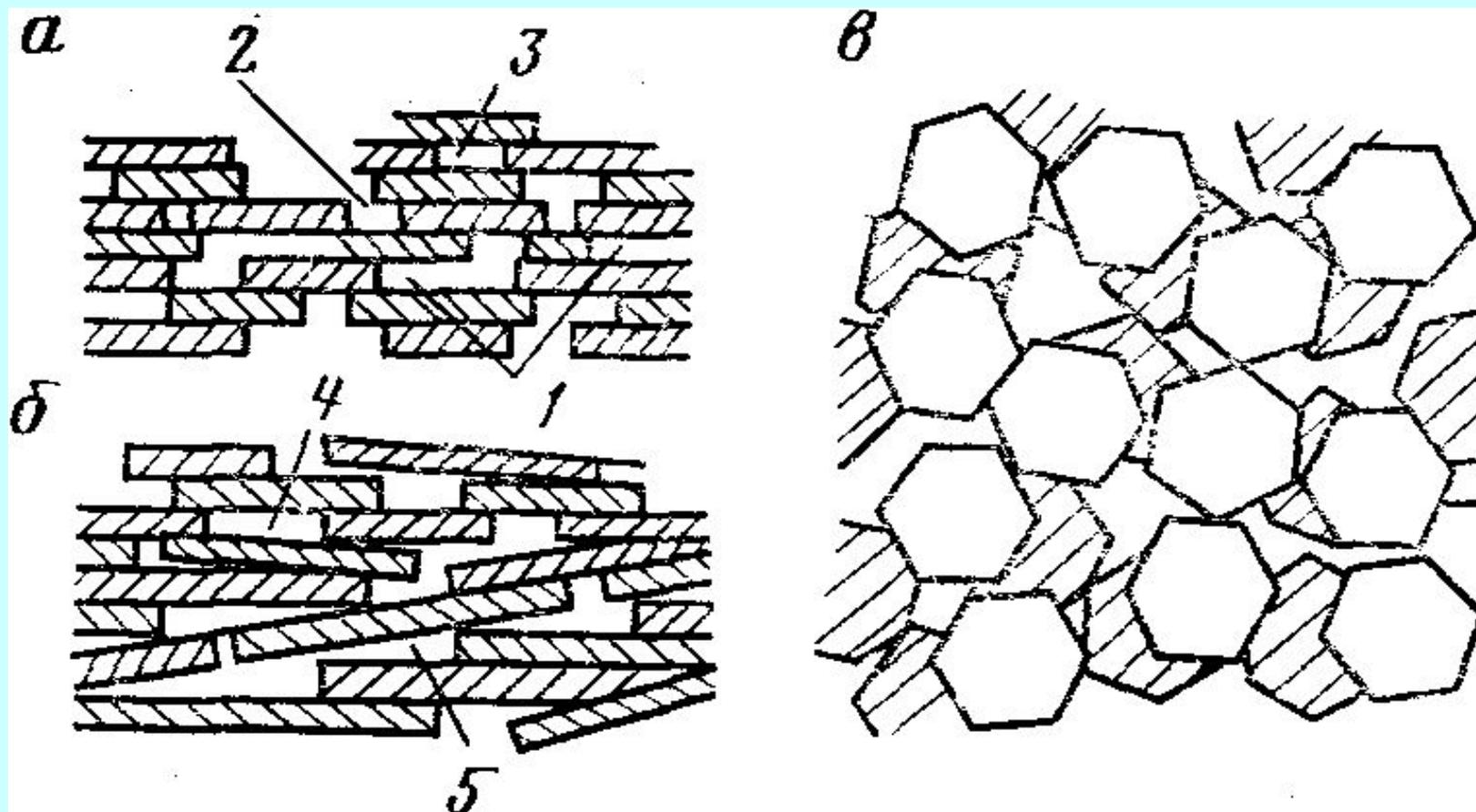


- a) - пористые с хорошо скатанными и отсортированными зёрнами;
- б) - высокопористые с хорошо окатанными отсортированными и пористыми зернами;
- в) - низкопористые с плохо скатанными и отсортированными зернами;
- г) - пониженной пористости с хорошо скатанными отсортированными, но сцементированными зернами;
- д) - с порами растворения;    е) - с трещинной пористостью.

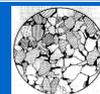
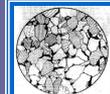




## Виды пор в пластинчатых минералах



а), б) - разрезы минерала по различным направлениям; в) - вид сверху; поры:  
 1 - щелевидные; 2 - лабиринтообразные; 3 - замкнутые; 4,5 – клиновидные.





### 3.1. Удельная поверхность горных пород.

Под удельной поверхностью горных пород (УП) понимают суммарную поверхность частиц, содержащихся в единице объема образца:

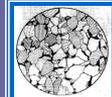
$$S_{\text{уд}} = \frac{S}{V_{\text{обр}}}$$

Чем больше в породе мелких частиц, тем больше ее удельная поверхность. Согласно принятой классификации удельная поверхность породы, состоящей из:

**псефитов и псаммитов, не превышает  $950 \text{ см}^2/\text{см}^3$ ;**

**алевритов - от  $950$  до  $2300 \text{ см}^2/\text{см}^3$ ;**

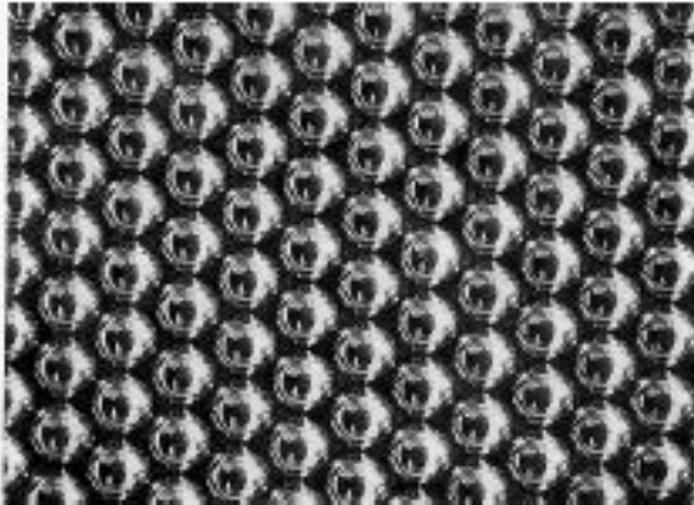
**пелитов - более  $2300 \text{ см}^2/\text{см}^3$ .**



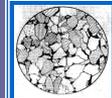
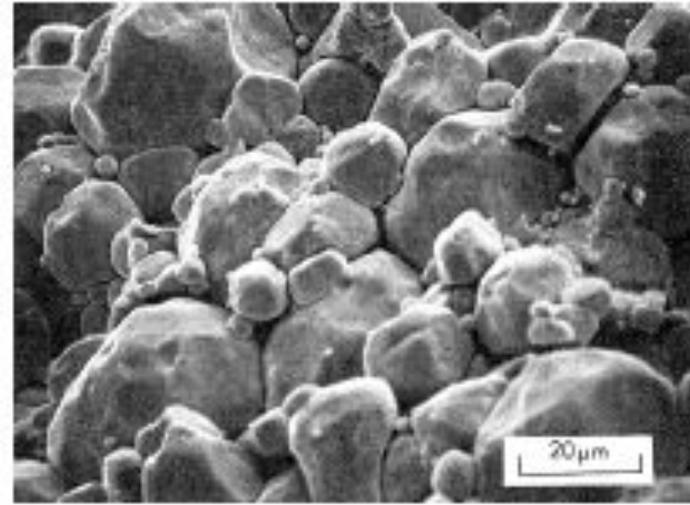


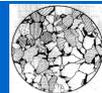
## Фиктивный грунт

**теория**



**действительность**





## Удельная поверхность фиктивного грунта

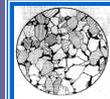
$$S_{\text{уд}} = \frac{3(V_{\text{обр}} - V_{\text{пор}})}{r V_{\text{обр}}} = \frac{6}{d} \left( 1 - \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{обр}}} \right)$$

Удельную поверхность пород разделяют на 3 группы:

**Полная удельная поверхность** определяется для абсолютно всех пустот в породе.

**Открытая удельная поверхность** определяется для пустот, связанных с поверхностью образца, в т.ч. тупиковых и непроточных пор.

**Эффективная удельная поверхность** определяется только для проточных пор.





## 3.2. Пористость горных пород

$$m = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{обр}}}$$

По величине и сообщаемости поры условно подразделяют на:

- **сверхкапиллярные** - диаметром более 0,5 мм;
- **капиллярные** - диаметром от 0,5 до 0,0002 мм;
- **субкапиллярные** - диаметром менее 0,0002 мм.

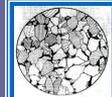
**Трещины подразделяются на:**

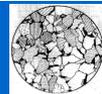
микротрещины с раскрытостью от 0,01 до 0,1 мм  
макротрещины с раскрытостью более 0,1 мм.

*Просветность*

– это характеристика плотности породы:

$$n = \frac{S_{\text{пуст}}}{S_{\text{общ}}}$$





## ВИДЫ ПОРИСТОСТИ

1. Полная (абсолютная)

2. Открытая

3. Эффективная

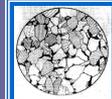
4. Динамическая

1. Коэффициентом **полной** (или **абсолютной**) пористости называется отношение суммарного объема всех пор в образце породы к его полному объему:

$$m = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{обр}}}$$

2. Коэффициентом **открытой пористости** называется отношение объема открытых, связанных с поверхностью, сообщающихся пор, к объему образца:

$$m_o = \frac{V_{\text{отк}}}{V_{\text{обр}}}$$





## ВИДЫ ПОРИСТОСТИ

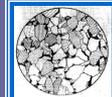
3. Коэффициентом эффективной пористости называют отношение объема проточных пор, по которым возможно движение флюидов в природных условиях к объему образца:

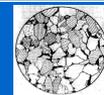
$$m_{\varepsilon} = \frac{V_{\text{эф}}}{V_{\text{обр}}}$$

4. Коэффициентом динамической пористости называют отношение объема действительно движущегося в породе флюида к объему образца:

$$m_{\delta} = \frac{V_{\text{дин}}}{V_{\text{обр}}}$$

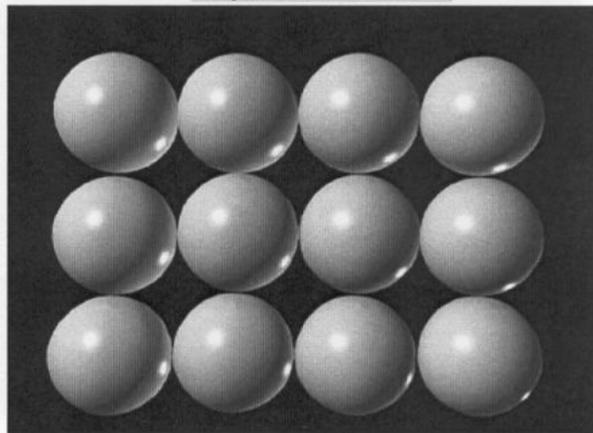
Этот объем меньше, чем эффективный объем на объем пленочной и капиллярно удержанной нефти.





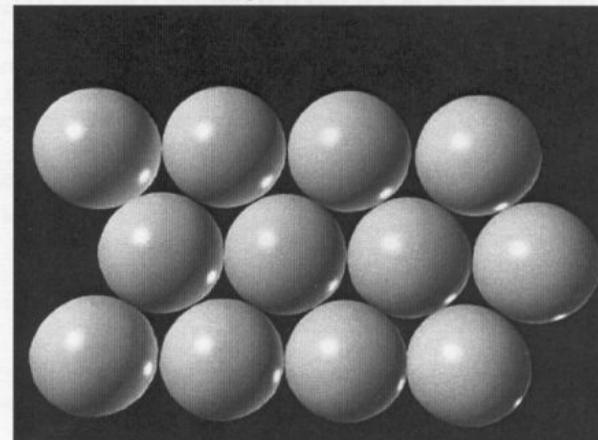
## Кубическая упаковка сфер

Пористость = 48%



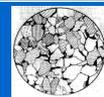
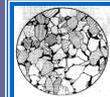
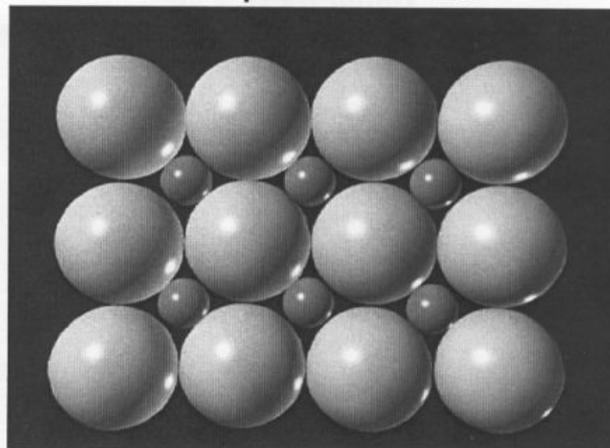
## Ромбическая упаковка сфер

Пористость = 27 %



## Упаковка сфер двух размеров

Пористость = 14%





### 3.3. Пористость фиктивного грунта

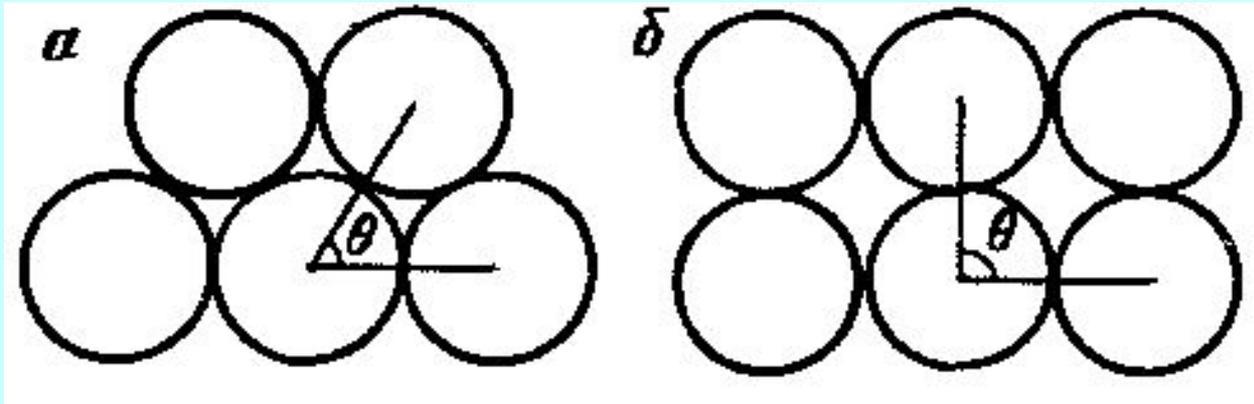


Схема упаковки зерен фиктивного грунта:

а) - угол упаковки  $\theta=60^{\circ}$ ; б) -  $\theta=90^{\circ}$ .

Угол упаковки (угол, образованный пересечением линий, соединяющих центры соседних шаров), который может изменяться от  $60^{\circ}$  (плотная упаковка) до  $90^{\circ}$  (свободная упаковка).





## Пористость фиктивного грунта

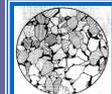
Формула Слихтера:

$$m = 1 - \frac{\pi}{6(1 - \cos \theta) \sqrt{1 + 2 \cos \theta}}$$

$\theta = 60^0$     $m = 0,259$    -   плотная упаковка,

$\theta = 90^0$     $m = 0,477$    -   свободная упаковка.

Пористость коллекторов, дающих промышленную нефть:  
пески 20-25%,   песчаники 10-30%,   карбонаты до 10-25%.





## 3.4. Связь между пористостью и удельной поверхностью в случае ФИКТИВНОГО ГРУНТА:

$$S_{\text{уд}} = \frac{6}{d} (1 - m)$$

Для естественного грунта со сложным гранулометрическим составом:

$$S_{\text{уд}} = \frac{6}{\rho} (1 - m) \sum \frac{p_i}{d_i}, \quad \frac{1}{d_i} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{d_i'} + \frac{1}{d_i''} \right)$$

$\rho$  - масса породы,  $p_i$  - масса данной фракции,  $d_i$  - средние диаметры фракций,  $d_i'$  и  $d_i''$  - ближайшие стандартные размеры сит.

