

2.10 Диэлектрическая проницаемость

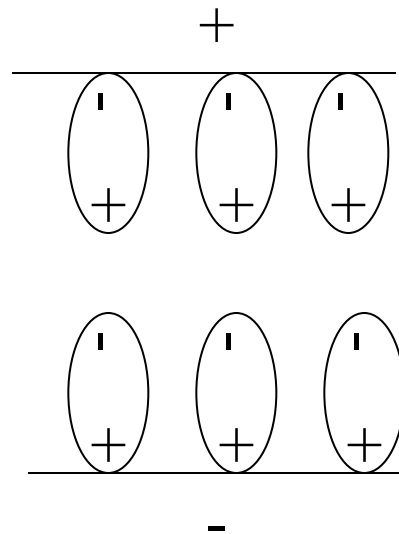
$$\mathbf{P} = \frac{d\mathbf{M}}{dV}$$

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$$

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 (1 + \chi) \mathbf{E} = \varepsilon_0 \varepsilon \mathbf{E}$$

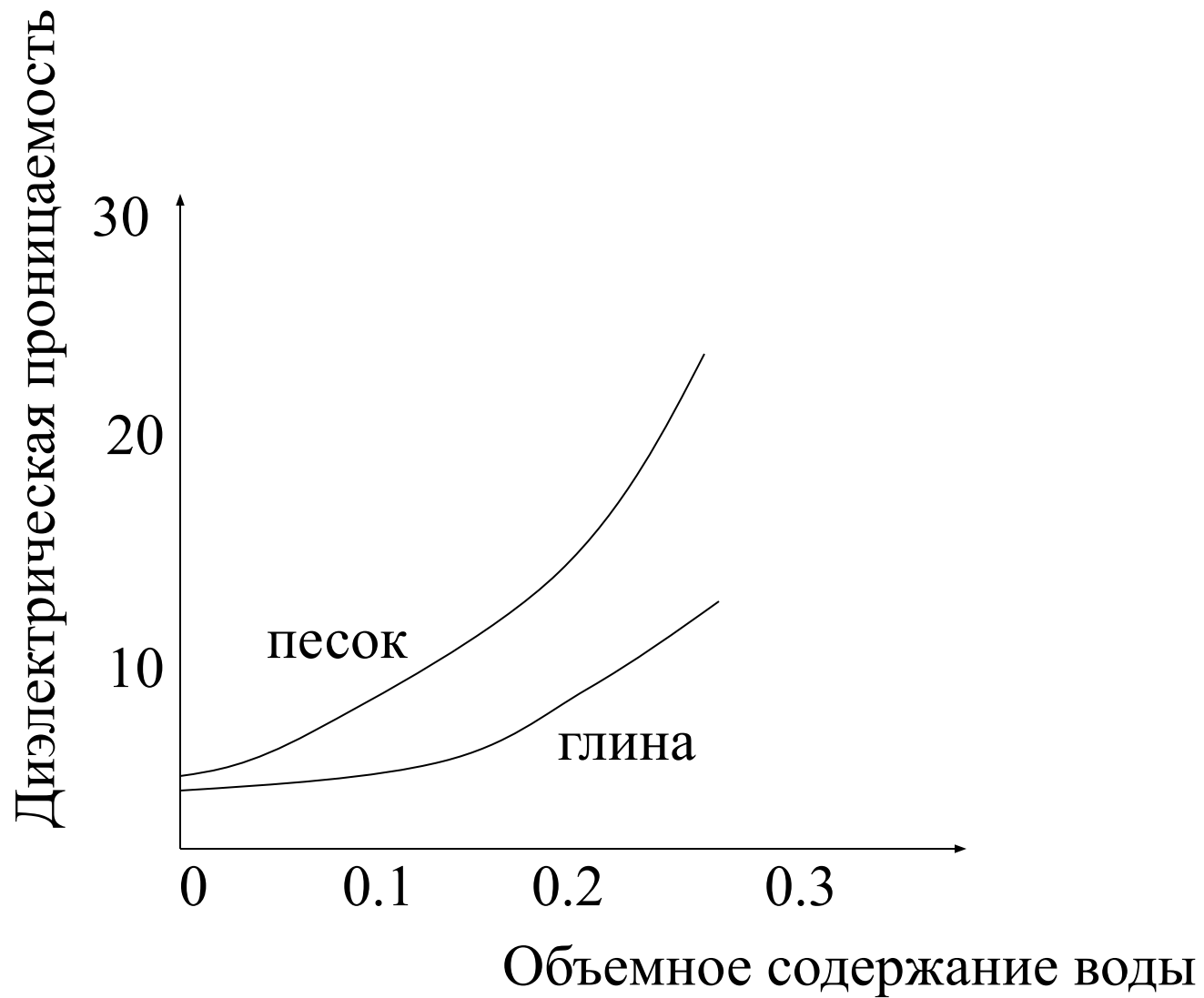
$$\varepsilon = 1 + \chi \quad \text{- диэлектрическая проницаемость}$$

$$\chi \quad \text{- диэлектрическая восприимчивость}$$



Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Воздух	1
Вода	80
Сухой песок	3-5
Водонасыщенный песок	20-30
Глина	5-15
Гранит	4-6
Известняк	4-8
Соль	5-6
Лед	3-4



Зависимости от влажности

$$\varepsilon = 3.03 + 9.3W + 146W^2 - 77W^3 \quad (\text{эмпирическая зависимость Топпа, 1981})$$

W – объемная влажность пород

$$\varepsilon^\alpha = W\varepsilon_e^\alpha + (1-W)\varepsilon_m^\alpha$$

Общая зависимость, где α – геометрический фактор, зависящий от взаимного направления поля и слоев в среде

$\alpha=-1$ – случай последовательного соединения

$\alpha=1$ – случай параллельного соединения

Поскольку $v_{em} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}$, рассматривается также случай $\alpha=1/2$, отвечающий модели распространения волны

Эффективные электрические параметры

Рассмотрим поле, изменяющееся по закону $e^{-i\omega t}$

Тогда для первого уравнения Максвелла:

$$\text{rot}\mathbf{H} = \sigma^* \mathbf{E} - i\omega\varepsilon_0 \varepsilon^* \mathbf{E} = (\sigma^* - i\omega\varepsilon_0 \varepsilon^*) \mathbf{E} = j_{\text{общ}}$$

$$\sigma^*(\omega) = \sigma' + i\sigma'' \quad \varepsilon^*(\omega) = \varepsilon' + i\varepsilon''$$

$$\mathbf{j}_{\text{общ}} = (\sigma' + i\sigma'' - i\omega\varepsilon_0 \varepsilon' + \omega\varepsilon_0 \varepsilon'') \mathbf{E} = \left[\underbrace{(\sigma' + \omega\varepsilon_0 \varepsilon'')}_{\sigma_{\text{эф}}} - i\omega\varepsilon_0 \underbrace{\left(\varepsilon' - \frac{\sigma''}{\omega\varepsilon_0}\right)}_{\varepsilon_{\text{эф}}} \right] \mathbf{E}$$