

# Устойчивость дисперсных систем

- термодинамическая неустойчивость
- коагуляция агрегативно неустойчивой.
- Агрегативная устойчивость
- Стабилизация
- Взаимодействия и устойчивость
- Роль среды
- ДЛФО

# ДЭС тонкой пленки

- Потенциал в зазоре – сплошная кривая на рис. 6.1.

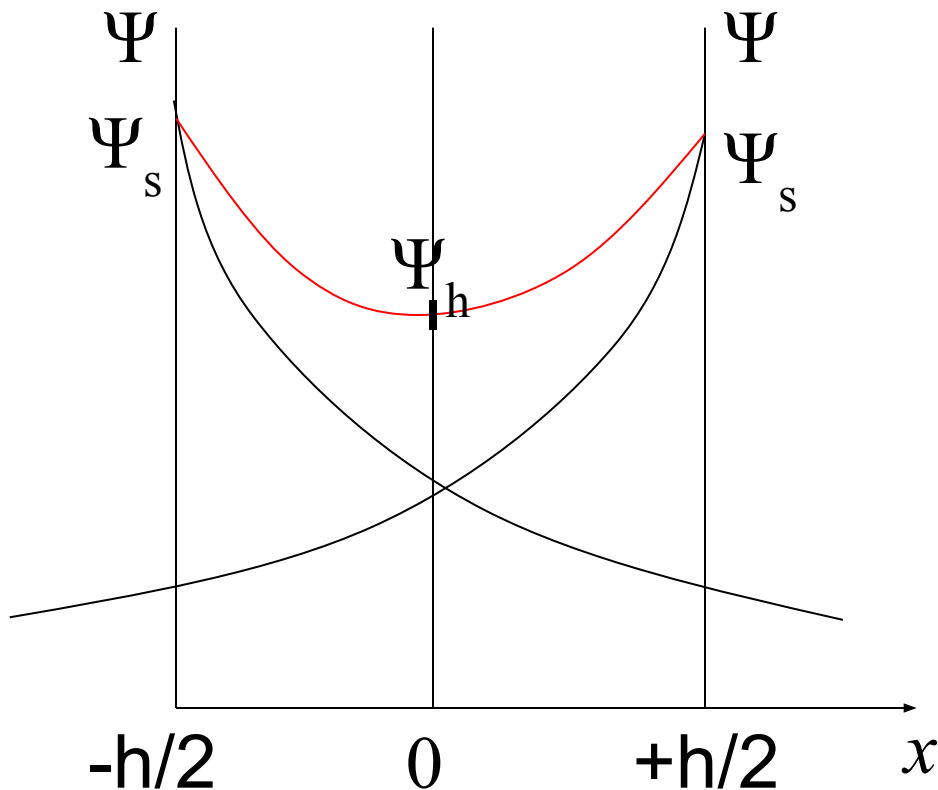


Рис. 6.1

Потенциал в зазоре

$\Psi_h$  – потенциал в плоскости симметрии. Здесь  $d\Psi/dx=0$

# Электростатическое отталкивание ДЭС

$$U(h) = 2[\sigma(h) - \sigma(\infty)] \quad (6.1)$$

$$\sigma(\infty) = - (1/2)q_s \Psi_s, \text{ где } q_s = \varepsilon\varepsilon_0 \varkappa \Psi_s,$$

- $\Psi = A_1 \exp(-\varkappa x) + A_2 \exp(+\varkappa x) \quad (5.7)$
- Граничные условия : Начало координат в середине
- при  $x=0$ : 1)  $\Psi = \Psi_h$ , 2)  $d\Psi/dh = 0$
- Из 1)  $\Psi_h = A_1 + A_2$ .
- Из 2)  $-\varkappa A_1 + \varkappa A_2 = 0$  или  $A_1 = A_2 \equiv A$ .
- С учетом 1)  $\Psi_h = 2A$  или в (5.7)  $A_1 = A_2 = \Psi_h/2$ , тогда
- $\Psi = \Psi_h [\exp(-\varkappa x) + \exp(+\varkappa x)]/2 \equiv \Psi_h \mathbf{ch}(\varkappa x) \quad (6.2)$
- Здесь  $\mathbf{ch}(t) \equiv [\exp(t) + \exp(-t)]/2$  - косинус гиперболический аргумента  $t$ .

$$\Psi_s = \Psi_h \mathbf{ch}(\alpha h/2), \text{ TO } \Psi_h = \Psi_s / \mathbf{ch}(\alpha h/2),$$

$$\Psi = \Psi_s \mathbf{ch}(\alpha x) / \mathbf{ch}(\alpha h/2) \quad (6.3)$$

$$q_s = - \varepsilon \varepsilon_0 (d\Psi/dx)_{x = \pm h/2}$$

$$x = - h / 2$$

- Производная:  $d\Psi/dx = \alpha\Psi_s \mathbf{sh}(\alpha x) / \mathbf{ch}(\alpha h/2)$
- При  $x = -h/2$   $(d\Psi/dx)_s = -\alpha\Psi_s \mathbf{sh}(\alpha h/2) / \mathbf{ch}(\alpha h/2)$ ,
- Где  $\mathbf{sh}(\alpha h/2) \equiv [\mathbf{exp}(\alpha h/2) - \mathbf{exp}(-\alpha h/2)]/2$  - синус гиперболический аргумента  $\alpha h/2$ . Это нечетная функция:

$$\mathbf{sh}(-\alpha h/2) = -\mathbf{sh}(\alpha h/2).$$

- Т.к.  $\mathbf{sh}(\alpha h/2) / \mathbf{ch}(\alpha h/2) \equiv \mathbf{th}(\alpha h/2)$  – тангенс гиперболический, то  $(d\Psi/dx)_s = -\alpha\Psi_s \mathbf{th}(\alpha h/2)$ ,

$$q_s = \varepsilon\varepsilon_0 \alpha\Psi_s \mathbf{th}(\alpha h/2) \quad (6.4)$$

согласно (5.18)

$$\sigma(h) = \sigma_0 - \varepsilon\varepsilon_0 \alpha\Psi_s^2 \mathbf{th}(\alpha h/2) \quad (6.5).$$

Из (6.5) и (5.18) в (6.1), получим

$$U_e = \varepsilon\varepsilon_0 \alpha\Psi_s^2 [1 - \mathbf{th}(\alpha h/2)] \quad (6.6)$$

Это формула при малом потенциале поверхности (около  $\pm 30$  мВ и меньше).

# Молекулярное притяжение

- Принцип аддитивности молекулярных взаимодействий:
- Потенциальная энергия  $U_1$  взаимодействия двух молекул

$$U_1 = -A_1/r^6 \quad (6.7)$$

$$dV = 2\pi r (r-x) dr$$

$$dU_1 = 2\pi r (r-x) (N_A/V_m) A_1 dr / r^6 \quad (6.8)$$

Интегрирование от  $r=x$  до  $r=\infty$  дает:

$$U_a = -(\pi/6)(N_A/V_m)A_1/x^3 \quad (6.9)$$

# Принцип аддитивности Гамакера

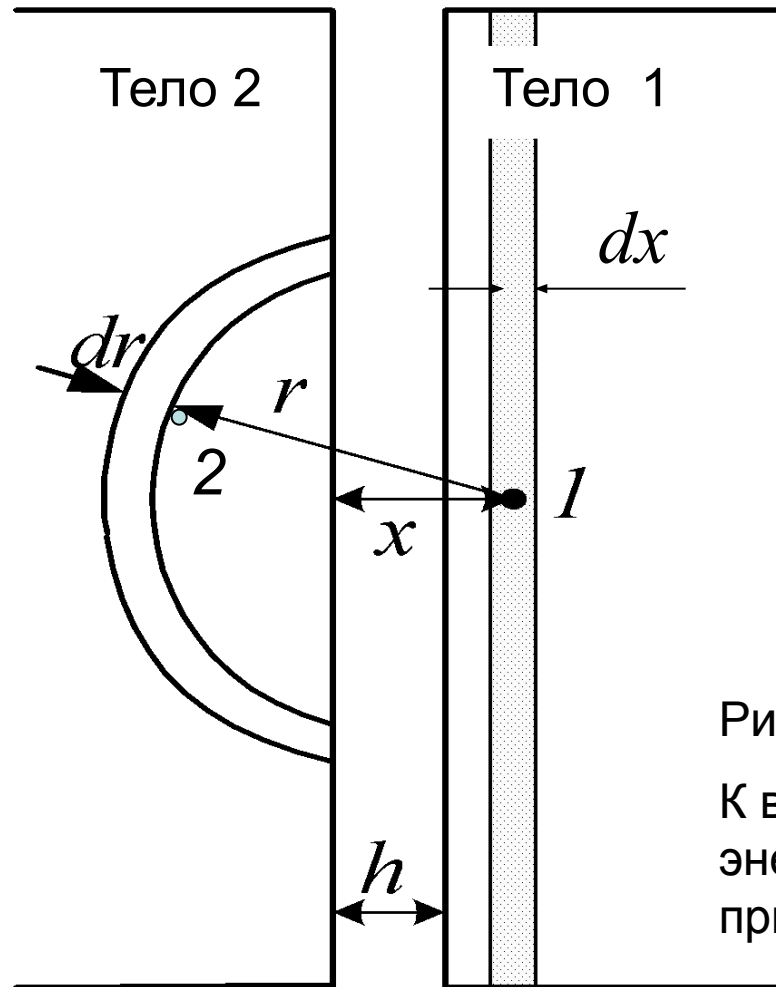


Рис. 6.2

К выводу формулы  
энергии молекулярного  
притяжения тел 1 и 2

$$dU_M = U_a (N_A / V_m) dx.$$

интегрирование выражения  $(\pi/6)(N_A/V_m)^2 A_1 dx / x^3$  в пределах от  $x=h$  до  $x=\infty$  дает

$$U_M = - (\pi/12)(N_A/V_m)^2 A_1 / h^2 \quad (6.10)$$

В компактной записи

$$U_M = - A_G / h^2 \quad (6.11)$$

$A_G = (\pi/12)(N_A/V_m)^2 A_1$  – константа Ван-дер-Ваальса-Гамакера



# Теория взаимодействия фаз Лифшица

- Эффект электромагнитного запаздывания

$$U_{\text{M}} = - A / h^2 \quad (6.12)$$

$$U_{\text{M}} = - K / h^3 \quad (6.13)$$