

Практическое занятие
Адгезия. Когезия
Примеры решения задач

Пример 10.1. Работа адгезии на границе т-ж равна 49 мДж/м^2 , а поверхностное натяжение $\delta = 35 \text{ мДж/м}^2$. Вычислите работу когезии и краевой угол смачивания $\theta_{\text{т-ж}}$.

Решение. Используя уравнение: $W_{\text{а т-ж}} = \delta_{\text{т-ж}} (1 + \cos \theta)$, определяют $1 + \cos \theta = \frac{49}{35} = 1,4$, тогда $\cos \theta = 1,4 - 1 = 0,4$, а угол $\theta = 66,4^\circ$. Вычисляют работу когезии: $W_{\text{к}} = 2\delta_{\text{ж-г}} = 2 \cdot 35 = 70 \text{ мДж/м}^2$.

Пример 10.2. Работа адгезии на границе т-ж равна 15 мДж/м^2 , синус угла смачивания $\sin \theta = 0,5$. Определите поверхностное натяжение на границе т-ж и работу когезии.

Решение. Применяют уравнение: $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$, из которого находят $\cos \theta$:

$$\begin{aligned}\cos^2 \theta &= 1 - \sin^2 \theta, \\ \cos \theta &= \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,25} = 0,87.\end{aligned}$$

Для определения работы когезии используют формулу:

$$W_{\text{а}} = \delta_{\text{т-ж}} (1 + \cos \theta),$$

из которой $\delta_{\text{т-ж}} = \frac{W_{\text{а}}}{1 + \cos \theta} = \frac{15}{1 + 0,87} = 8 \text{ мДж/м}^2$, тогда работа когезии $W_{\text{к}} = 2\delta = 2 \cdot 8 = 16 \text{ мДж/м}^2$.

Пример 10.3. Краевой угол смачивания $\theta = 53^\circ$, работа когезии $W_K = 23 \text{ мДж/м}^2$. Вычислите поверхностное натяжение и работу адгезии на границе г–т.

Решение. По уравнению $W_K = 2\delta$ определяют поверхностное натяжение $\delta = \frac{W_K}{2} = \frac{23}{2} = 11,5 \text{ мДж/м}^2$. Для нахождения работы адгезии на границе г–т используют уравнение: $W_a = \delta (1 - \cos \theta) = 11,5 (1 - \cos 53^\circ) = 11,5 (1 - 0,6) = 4,6 \text{ мДж/м}^2$.

Пример 10.4. Работа когезии на границе твердое тело – твердое тело (т–т) $= 18 \text{ мДж/м}^2$; угол смачивания $\theta = 31^\circ$. Вычислите работу адгезии на границе ж-т и поверхностное натяжение δ .

Решение. По уравнению $W_K = 2\delta$ определяют $\delta = \frac{W_K}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ мДж/м}^2$. Для нахождения работы адгезии применяют формулу:

$$W_a = \delta (1 + \cos \theta) = 9 (1 + \cos 31) = 9 (1 + 0,86) = 16,74 \text{ мДж/м}^2.$$

Пример 10.5. Краевой угол смачивания $\theta = 12^\circ$, поверхностное натяжение $\delta_{ж-г} = 23 \text{ мДж/м}^2$. Рассчитайте работу когезии W_K и работу адгезии W_a .

Решение. Работу когезии определяют по уравнению 4.3:

$$W_K = 2 \cdot 23 = 46 \text{ мДж/м}^2.$$

Работу адгезии рассчитывают:

$$W_a = \delta_{ж-г} (1 + \cos \theta), \text{ тогда} \\ W_a = 23 (1 + \cos 12) = 23 (1 + 0,98) = 45,5 \text{ мДж/м}^2.$$

Пример 10.6. Вычислите поверхностное натяжение на границе раздела бензол–вода после взбалтывания бензола с водой и разделения фаз. Поверхностное натяжение бензола и воды на границе с воздухом соответственно равны $0,0288$ и $0,0727 \text{ Дж/м}^2$.

Решение. Вычислим поверхностное натяжение на границе раздела двух жидкостей по правилу Антонова:

$$\sigma_{ж_1ж_2} = \sigma_{ж_1г} - \sigma_{ж_2г} = 0,0727 - 0,0288 = 0,0439 \text{ Дж/м}^2.$$

Пример 10.7. Вычислите коэффициент растекания и определите, будет ли гексан растекаться по поверхности воды, если работа когезии для гексана равна $0,0328 \text{ Дж/м}^2$, а работа адгезии гексана к воде равна $0,0401 \text{ Дж/м}^2$?

Решение. Вычислим коэффициент растекания по правилу Гаркинса: $\varphi = W_a - W_k = 0,0401 - 0,0328 = 0,0073 \text{ Дж/м}^2 > 0$, следовательно, гексан будет растекаться по поверхности воды.

Пример 10.8. При какой концентрации поверхностное натяжение валериановой кислоты будет равно $52,1 \text{ мДж/м}^2$, если при 273 К коэффициенты уравнения Шишковского равны $a = 14,72 \cdot 10^{-3}$, $b = 10,4$?

Решение. Задача решается по формуле (10.2):

$$\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma = 2,3a \lg(1 + bc),$$

Преобразуя уравнение Шишковского, получим:

$$\lg(1 + bc) \frac{\Delta\sigma}{2,3a} = \frac{(72,75 - 52,1)10^{-3}}{2,3 \cdot 14,72 \cdot 10^{-3}} = 0,61,$$

$$1 + bc = 4,07.$$

$$c = \frac{4,07 - 1}{10,4} = 0,295.$$