Практическое занятие № 9

*Поверхностные явления*

Цель работы: ознакомиться с основными понятиями темы, освоить методику решения задач.

Теоретическое введение

Поверхностными называются явления, связанные с особенностями раздела фаз, они обусловлены поверхностной энергией и особыми свойствами дисперсных систем. Поверхностная энергия всегда избыточна по сравнению с энергией в объеме и сосредоточена на границе раздела фаз. Поверхностные явления вызваны самопроизвольным снижением поверхностной энергии. К поверхностным явлениям относятся поверхностное натяжение, адсорбция, смачивание и адгезия.

Адгезией называют связь между разнородными конденсированными телами при их молекулярном контакте. Это явление влияет на производительность технического оборудования, часто приводит к перерасходу сырья. К конденсированным телам относятся жидкие и твердые тела. Граница раздела фаз между твердыми телами, твердым телом и жидкостью сохраняется. В результате адгезии удельная свободная поверхностная энергия уменьшается на величину, которая характеризует работу адгезии – *W*a. Равновесную работу адгезии можно сравнить с равновесной работой когезии (связь между частицами внутри тела в пределах одной фазы). Для определения работы адгезии жидкости используют величины, поддающиеся экспериментальному определению, например, поверхностное натяжение жидкости на границе с газовой средой δж-г и твердой поверхностью δж-т. Поверхностное натяжение на границе жидкости с газовой средой δж-г действует под определенным углом к площади контакта. Этот угол называют краевым углом смачивания – θ. Краевой угол θ связан с поверхностным натяжением на границе раздела трех фаз δт-г, δт-ж и δж-г. Краевой угол θ тем меньше, чем больше смачивание. При решении задач с поверхностными явлениями используют формулы:

1. *W*a = δт-ж (1 + соs θ), мДж/м2,

где *W*a – работа адгезии на границе т-ж.

2. *W*a = δг-т (1 – соs θ), мДж/м2,

где *W*a – работа адгезии на границе г-т.

3.*W*к = 2δж-г, мДж/м2,

где *W*к – работа когезии на границе ж-г.

4. *W*a = *W*к (1 + соs θ), мДж/м2.

5. sin2θ + cos2θ = 1.

**Примеры решения задач**

**Задача 1**

Работа адгезии на границе т-ж равна 49 мДж/м2, а поверхностное натяжение δ = 35 мДж/м2. Вычислить работу когезии и краевой угол смачивания θ т-ж.

**Решение.**

Используя уравнение: = δт-ж (1 + соs θ), определяют 1 + соs θ =  = 1,4, тогда соs θ = 1,4 – 1 = 0,4, а угол θ = 66,4 °. Вычисляют работу когезии: *W*к = 2δж-г  = 2 ⋅ 35 = 70 мДж/м2.

**Задача 2**

Работа адгезии на границе т-ж равна 15 мДж/м2, синус угла смачивания sin θ = 0,5. Определить поверхностное натяжение на границе т-ж и работу когезии.

**Решение.**

Применяют уравнение: sin2θ + соs2θ = 1, из которого находят соs θ:

cоs2θ = 1– sin2θ,

соs θ =  = 0,87.

Для определения работы когезии используют формулу:

*W*a = δт-ж (1 + соs θ),

из которой δт-ж =  = 8 мДж/м2, тогда работа когезии *W*к = 2δ = 2 ⋅ 8 = 16 мДж/м2

**Задача 3**

Краевой угол смачивания θ = 53 °, работа когезии *W*к = 23 мДж/м2. Вычислить поверхностное натяжение и работу адгезии на границе г-т.

**Решение.**

По уравнению *W*к = 2δ определяют поверхностное натяжение δ =  = 11,5 мДж/м2. Для нахождения работы адгезии на границе г-т используют уравнение: *W*a = δ (1 – соs θ) = 11,5 (1 – соs 53 °) = 11,5 (1 – 0,6) = 4,6 мДж/м2.

**Задача 4**

Работа когезии на границе т-т = 18 мДж/м2; угол смачивания θ = 31 °. Вычислить работу адгезии на границе ж-т и поверхностное натяжение δ.

**Решение.**

По уравнению *W*к = 2δ определяют δ = = 9 мДж/м2. Для нахождения работы адгезии применяют формулу:

*W*a = δ (1 + соs θ) = 9 (1 + соs 31) = 9 (1 + 0,86) = 16,74 мДж/м2.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какое явление называется смачиванием?

2. Что такое полное смачивание?

3. Что такое краевой угол смачивания?

4. Как изменяется свободная энергия при смачивании?

5. Что такое избирательное смачивание?

6. Как измеряется краевой угол?

7. Какие факторы влияют на краевой угол?

8. Какое значение имеет смачивание на практике?

#### 9. Что такое адгезия?

10. Какой параметр является количественной характеристикой адгезии?

11. Каковы особенности адгезии между двумя жидкостями?

12. Как возникает адгезия между жидкостью и твердым телом?

**Контрольные задания**

**Задача 1**

Синус угла смачивания θ = 2; поверхностное натяжение на границе т-ж δ = 18 мДж/м2. Вычислить работу когезии *W*к и работу адгезии *W*a.

**Задача 2**

Косинус угла смачивания θ = 0,3; работа адгезии = 27 мДж/м2. Вычислить работу когезии *W*к и поверхностное натяжение δт-ж.

**Задача 3**

Работа адгезии  = 51 мДж/м2; поверхностное натяжение δт-ж = 27 мДж/м2. Рассчитать краевой угол смачивания θ и работу когезии *W*к.

**Задача 4**

Краевой угол смачивания θ = 45 °, работа когезии = 15 мДж/м2. Вычислить работу адгезии *W*а и поверхностное натяжение δ.

**Задача 5**

Краевой угол смачивания θ = 33 °, работа адгезии  = 10 мДж/м2. Определить поверхностное натяжение δт-ж и работу когезии *W*к.

**Пример теста «Поверхностные явления»**

|  |
| --- |
| 1. Различают два типа адсорбции: |
| А) физическую | Б) абсорбцию | В) хемосорбцию | Г) сорбцию |
| 2. Изотерму адсорбции вывел: |
| А) Ленгмюр | Б) Вант-Гофф | В) Генри | Г) Рауль |
| 3. Структурная единица частицы дисперсной фазы... |
| А) Ядро | Б) Агрегат | В) Коллоидная частица | Г) Коллоидная мицелла |
| 4. Ядро коллоидной мицеллы AgI, стабилизированной раствором KI имеет формулу: |
| А) [m(AgI)nI−] | Б) [m(AgI)nАg+] | В) [m(AgI)nK+] |  |
| 5. ДополнитеПроцесс обратный адсорбции… |
| 6. Размерность работы адгезии Wа: |
| А) мДж/м | Б) мДж/м2 | В) м2/мДж | Г) мДж/м3 |
| 7. Полное смачивание твердого тела жидкостью соответствует величине угла смачивания: |
| А) 0° | Б) 90° | В) 180° | Г) 250° |
| 8. Двойной электрический слой образуется на границе фаз: |
| А) твердая/жидкая | Б) жидкая/твердая | В) газовая/жидкая | Г) жидкая/газовая |
| 9. При физической адсорбции взаимодействия адсорбента и адсорбата осуществляется за счет …. |
| А) сил Ван-дер-Ваальса | Б) водородной связи | В) ионной связи | Г) донорно-акцепторного взаимодействия |
| 10. Зависимость адсорбции от равновесного давления при постоянной температуре – изотерма **….** |
| А) адсорбции | Б) Ленгмюра | В) Вант-Гоффа |  |