

## ЛЕКЦІЯ 14

### Мікрогетерогенні системи:

#### 1. Аерозолі.

#### 2. Піни.

**Аерозолі** - дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем, під якою варто мати на увазі як індивідуальні газоподібні речовини (азот, водень, вуглекислота й ін.), так і суміші газів (повітря з різною кількістю додаткових інгредієнтів). Або так: дисперсні системи з газовим дисперсійним середовищем *незалежно від агрегатного стану дисперсної фази.*)

Якщо речовина дисперсної фази перебуває в рідкому агрегатному стані, аерозолі називають **туманами** (дисперсія Ж/Г), у твердому – **димами** (дисперсія Т/Г), якщо одночасно існують й рідкі, і тверді частки – **смогами** (дисперсія Т,Ж/Г). Розмір часток в аерозолях коливається від  $10^{-5}$  до  $10^{-8}$  м, у димах – до  $10^{-9}$  м.

Всі аерозолі мають певні кінетичні й оптичні властивості, що є, насамперед, функцією їхнього ступеня дисперсності. Такими кінетичними властивостями є *дифузія й кінетична стійкість*. Відома швидка дифузія димів, що володіють найбільш високим ступенем дисперсності серед інших аерозолів. Ця дифузія виявляється в ряді випадків по запаху диму або по його оптичних властивостях (*опалесценція, забарвлення*).

У грубодисперсних аерозолях дифузія та броунівський рух проявляються дуже слабо, їх седиментаційна стійкість внаслідок низьких в'язкості й щільності газового середовища мала. У дуже вискодисперсних аерозолях броунівський рух більш інтенсивний, і лише низька ймовірність зіткнень між частками, що далеко перебувають друг від друга, обумовлює істотну агрегативну стійкість таких систем.

Серед туманів зустрічаються системи з більш низьким ступенем дисперсності, кінетична стійкість яких близька до нуля. Такі аерозолі варто розглядати як **пилу**. Їхні частки мають розміри від  $10^{-4}$  см і більше. У цих системах, подібно суспензіям і емульсіям, відбувається седиментація. Швидкість седиментації, в аерозолях значно більше, ніж у рідких середовищах.

При розрахунках радіусів часток аерозолів найбільш правильні дані дає *мікроскопія* (для низькодисперсних систем) і *електронна мікроскопія*.

**Аерозолі** широко присутні у всіх сферах діяльності й існування людини: промисловості, сільському господарстві й у побуті. Промисловість цікавиться аерозолями з погляду утилізації коштовних продуктів, що летять у повітря; небезпеки запилення навколишнього середовища; псування машин і небезпеки вибухів.

Соціальну гігієну аерозолі цікавлять оскільки вони є досить шкідливими й небезпечними для здоров'я. Аерозолі у вигляді диму й пилу супроводжують практично кожне виробництво, що споживає паливо. Теплоцентралі, доменні печі, коксові батареї, заводи, що роблять чорні й кольорові метали, цемент і інші матеріали, виділяють величезна кількість диму й пилу, що уносяться технологічними й вентиляційними газами. Уловлювання пилів і боротьба з димами при сучасному розвитку виробництва перетворюється в суспільно необхідний захід щодо охорони навколишнього середовища.

Метеорологія має справу з такими аерозолями, як хмари, серед яких є й представники туманів, і типові "дими" (пір'ясті хмари).

З успіхом застосовуються аерозолі в сучасній медицині – для інгаляції при лікуванні захворювань верхніх дихальних шляхів, нанесення лікарських засобів на уражені при опіках ділянки шкіри й т.д. Все більше поширення одержують аерозольні препарати в *побутовій хімії, парфумерії, косметиці* й т.д.

Тумани застосовують для запилення, обприскування, зволоження, створення захисних завіс і т.д. Найбільш стабільні тумани, одержувані при конденсації

пересичених пар – метод, що нерідко виступає як необхідна стадія технологічного процесу одержання багатьох продуктів. Внаслідок високої дисперсності й часто сильної агресивності дисперсних часток руйнування таких туманів представляє досить складний і дорогий процес.

Аерозолі широко поширені в природі, у формі аерозолів переносяться на величезні відстані пилок, насіння й спори рослин. Мікроорганізми, що живуть у повітрі, являють собою так звані *біологічні аерозолі*. Вони часто є переносниками інфекційних захворювань. Атмосфера Землі являє собою величезну аеродисперсну систему.

### **Способи одержання аерозолів:**

#### **1. Диспергування.**

Диспергувати можна й тверду, і рідку речовину. Диспергація твердих тіл здійснюється шляхом механічного розпилення або вибуху.

При дробленні забарвлених речовин, наприклад, анілінових барвників, утворюються кольорові дими, що служать цілям маскуванню й сигналізації.

Методи диспергування - розпилення в електричному полі; розбрикування стисненим повітрям; ультразвуком; ультрацентруванням;

**2. Конденсація** - термодинамічно оборотний перехід пари в рідкий або твердий стан, а також хімічні реакції, які ведуть до утворення нової фази. Конденсація пари в рідину дає туман. Для конденсації необхідний деякий *ступінь пересичення*, що може бути викликаний перепадом температури. Ступінь дисперсності туману, що утворюється, залежить від швидкості утворення зародків і швидкості їхнього росту. Якщо пересичення невелике, то швидкість утворення центрів конденсації так мала, що туман часто не утвориться без штучно уведених зародків. Центрами конденсації можуть бути порошини, особливо ті, що несуть на своїй поверхні електричний заряд. Туман створюється швидко й без сторонніх домішок при різкому спаді температури, коли пересичення велике.

#### **Властивості аерозолів визначаються:**

- природою речовин дисперсної фази й дисперсійного середовища;
- частковою й масовою концентрацією аерозолі;
- розміром часток і розподілом часток по розмірах;
- формою первинних (не агрегованих) часток;
- структурою аерозолі;
- зарядом часток.

#### **Руйнування аерозолів (коагуляція )**

Аерозолі - нестійкі дисперсні системи, у яких броунівський рух викликає зменшення концентрації часток.

Коагуляція здійснюється:

- впливом ультразвуку;
- внесенням в аерозолі інших аерозолів з більшими частками;
- внесенням в аерозолі рідких речовин, що входять до складу дисперсної фази;
- дією електричного поля високої напруги (метод Коттреля);
- зміною швидкості й напрямку потоку аерозолі (відцентрові віддільники).

Широке поширення одержали *методи фільтрування* аерозолів. Однак ефективність всіх методів зменшується зі збільшенням дисперсності аерозолів, тому для руйнування високодисперсних аерозолів використовують методи *попередньої коагуляції*. Найбільш широке поширення в промисловості одержав *метод уловлювання аерозолів*, заснований на конденсації пар рідини (зазвичай, води) у середовищі аерозолі. Частки аерозолі, виступаючи як центри конденсації, укрупнюються й коагулюють внаслідок конденсації на них пар води, що полегшує їхнє вловлювання.

**Піни** – грубодисперсні, висококонцентровані системи, у яких дисперсною фазою є пухирці газу, а дисперсійним середовищем - рідина у вигляді плівок. Мікрогетерогенність обумовлена тим, що дисперсійне середовище представляє тонкі плівки.

У *концентрованих* пінах газоподібна фаза становить основну (до 99 об.%) частину системи. Як і в висококонцентрованих емульсіях, в таких пінах бульбашки газу деформовані, мають форму багатогранників і розділені тонкими прошарками рідини. Незважаючи на те, що рідка фаза в концентрованих пінах є безперервною, а газоподібна існує у вигляді дискретних включень, в якості дисперсної фази приймається рідина. Ступінь дисперсності в таких системах визначається як величина, зворотна товщині рідких прошарків. Нарешті, **піни характеризуються кратністю** - числом, що виражає відношення об'єму піни  $V_{\Pi}$  (або суми об'ємів газоподібної ( $V_g$ ) і рідкої ( $V_p$ ) фаз) до об'єму рідини, що утворює піну ( $V_p$ ):

$$\beta = \frac{V_{\Pi}}{V_p} = \frac{(V_g + V_p)}{V_p}$$

*Позитивна роль пін:*

- у виробництві високопористих будівельних і теплоізоляційних матеріалів (пінобетон, піноскло); пластичних мас (пінопласти); при збагаченні корисних копалин; за допомогою утворення й наступного видалення піни можна очищати деякі рідини від поверхнево-активних домішок, які переходять в піну. І навпаки, користуючись тим же прийомом, з розчину можна витягти цінні поверхнево-активні речовини, (пінна флотація); при гасінні пожеж ("пожежні" піни звичайно містять у вигляді дисперсної фази двоокис вуглецю, така піна при нанесенні на палаючі предмети перешкоджає доступу до них повітря й сприяє загасанню вогню); у виробництві хлібопекарських і кондитерських виробів; при пранні.

*Негативна роль:*

- у нагрівальних казанах парових машин піна може порушити роботу теплоенергетичних установок; заважає роботі пральних машин; іноді через легке утворення піни виникають труднощі при перемішуванні деяких розчинів. Утворення рясної піни заважає випарюванню розчинів у випарних апаратах і приводить до втрат коштовної рідини. У цих випадках застосовують засоби, що попереджають піноутворення.

Чисті рідини не здатні до утворення піни, тому що газові включення швидко зливаються й відбувається розподіл системи на рідину й газ (**коалесценція**). Відсутність піноутворення – ознака того, що в рідині **не містяться ПАР**.

**Одержання пін:**

**1. Диспергування** газу може здійснюватися пропусканням повітря через шар рідини (барботажні піни) або за допомогою мішалок в об'ємі рідини. Застосовують піногенератори, де утворення пін відбувається на сітці. Для одержання пін розчин пропускають через пористі фільтри або струшують на повітрі.

**2. Конденсаційним** шляхом одержують піни, у яких відбувається отвердження дисперсійного середовища.

Утворення стійких пін можливо тільки в присутності стабілізаторів – **піноутворювачів**, молекули яких, адсорбуючись на поверхні розподілу фаз, знижують поверхневий натяг і зменшують роботу утворення нових поверхонь. Іноді вводять добавки стабілізаторів піни, які також є ПАР і підсилюють дію піноутворювача.

Піноутворювачі:

1. **Низькомолекулярні** (спирти, карбонові кислоти, феноли, аміни).

2. **Високомолекулярні** (мила, білки, водорозчинні ВМС).

Здатність до утворення піни підвищується з підвищенням концентрації.

Властивості пін: залежать від властивостей плівок, які є двосторонніми. Їхні властивості залежать від адсорбованих шарів, між якими укладена міжплівкова рідина.

*Агрегативну стійкість* характеризує час життя пін - час, що протікає з моменту утворення стовпа піни до моменту повного її руйнування.

З підвищенням температури час життя піни зменшується, тому що при цьому знижується адсорбція піноутворювача на границі фаз і зменшується в'язкість рідини.

Зі збільшенням в'язкості стійкість піни зростає. Збільшення випару (якщо піноутворювач летючий) зменшує час життя піни, тому що концентрація його в поверхневому шарі визначається міцністю плівки.

Введення електролітів знижує швидкість життя піни.

**Руйнування пін:**

1) *Додавання піногасника*: - відбувається витиснення з поверхневих шарів речовини, що добре стабілізує піну, чим викликається зниження поверхневої в'язкості, сприяє швидкому витіканню рідини із плівок. У якості подібних *протипінних*, або *піногасних*, речовин застосовують різні речовини, наприклад, спирти, складні ефіри. Зі спиртів для гасіння піни найчастіше застосовують циклогексанол, аміловий і октиловий спирти, а також суміші вищих спиртів, що виходять як побічні продукти при синтезі метилового спирту.

2) *Механічний метод*: - використовують мішалки, циклони, диски (швидкість біля 1000 об/хв), що викликає розрив плівок або їхнє проколювання.

3) *Термічний метод* ("перепал плівки") - використовують високі температури, рідина плівки випаровується; діють "гострим" газом.

4) *Акустичний метод* - використовується ультразвук із частотою від 1 до 1000 кГц.

Піни з твердим дисперсійним середовищем - **тверді піни** - знайшли широке поширення в якості будівельних, тепло- і звукоізоляційних матеріалів. Їх отримують шляхом затвердіння розчинів або розплавів пластмас (пінопласти), бетону (пінобетон), скла (піноскло). При отриманні газонаповнених матеріалів (твердих пін) крім основного компонента, що грає роль дисперсійного середовища, до складу напівпродукту вводять піноутворювачі, якими зазвичай служать речовини, що легко розкладаються з виділенням газів (карбонати, діазоамінобензол і ін.).