

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЕМУЛЬСІЙ

© Павленко А., Крюковська О., 2004

Поширеність об'єктів дослідження зумовлена тим, що переважна більшість тіл у природі і техніці являють собою саме дисперсні системи, тобто є мікрогетерогенними тілами і складаються з часток, що більш-менш міцно зв'язані між собою. Частки за своїми розмірами можуть бути різноманітні; істотно, однак, що вони великі порівняно з окремими молекулами і зберігають тому всі основні фізико-хімічні властивості цієї речовини [1]. Однак дослідження фізичних характеристик емульсій дають змогу зробити висновок про істотну зміну властивостей емульсій, порівняно із їх складовими об'ємними рідинами (наприклад, коефіцієнти тепловіддачі, поверхневого натягу тощо).

У ході розвитку навчання про дисперсні системи в роботах В. Клейтона, Ф. Шермана, Д. Еглоффа, П.А. Ребіндера, Б.У. Дерягіна [1...4] висунуто й обґрунтовано таке принципове положення. Найважливішу роль у процесах утворення дисперсної структури відіграють поверхневі фізико-хімічні явища (зокрема адсорбція), від яких залежить взаємодія часток дисперсних фаз між собою й зрештою — зчеплення. Регулювання поверхневих явищ за допомогою ПАР дає змогу широко варіювати зчеплення між частками дисперсних фаз і змінювати тим самим у бажаному напрямку властивості емульсійних технологічних середовищ (ЕТС).

З цих позицій і варто розглядати усі водні технологічні середовища.

Однією з основних властивостей ЕТС є їхня стійкість до розшарування. Вона визначає матеріальні й енергетичні витрати на руйнування небажаних дисперсій: деемульгування нафтовмісних стічних вод у різних галузях промисловості, нафтових харчових і фармацевтичних емульсій, ЕТС при очищенні олій тощо.

Слід зазначити, що масляні глобули ЕТС утримуються в метастабільній рівновазі, не коалесцюючи під дією структурних сил електростатичного відштовхування і молекулярного притягання (Ван-дер-Ваальсові сили). Стан дисперсних систем характеризується надлишком вільної енергії, причому укрупнення часток відбувається мимовільно, зумовлюючи зменшення вільної енергії. Отже, ЕТС термодинамічно хиткі, їхня тимчасова стабільність зв'язана з наявністю енергетичного бар'єра, що запобігає зближенню часток і утворенню кластерів.

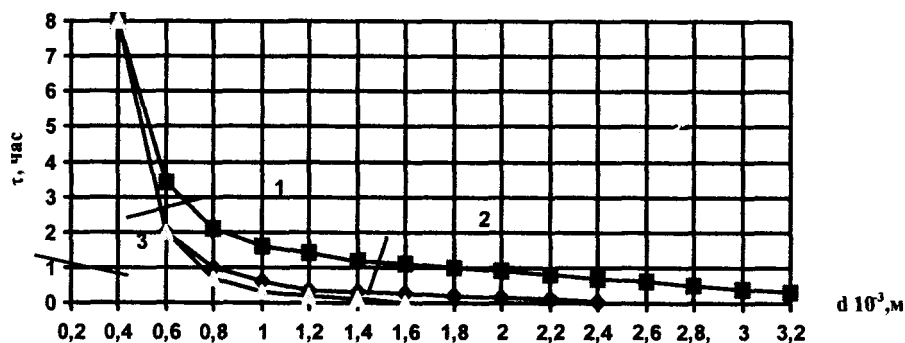
При адсорбції ПАР на поверхні масляних глобул утворюються поверхневі плівки, у яких натяг (σ) значно знижується з підвищенням вільної енергії системи. Як ПАР в технологічних середовищах можуть бути наявні будь-які речовини. Від їхніх властивостей залежить стійкість емульсій. Тому промислові ЕТС можна розділити на слабкостабілізовані, у яких коалесценція настає через гідродинамічну нестабільність, наприклад, унаслідок флуктуації щільності (нестабільність за Кельвіном—Гемгольцем) і стійкі, які можна зруйнувати тільки спеціальними методами. Графіки на рис. 1 характеризують стійкість ЕТС до розшарування і свідчать про те, що швидкість мимовільного розшарування не може бути прийнятною для промислових споруджень мимовільного деемульгування.

Якщо частки дисперсної фази мають порівняно невеликі розміри (рис. 1, б), то вони викликають інтенсивний тепловий рух. Імовірність їхньої флокуляції за відсутності великих глобул невелика. Цим зумовлена їх седиментаційна стійкість. Отже, такі емульсії можуть бути стабільні навіть без уведення промислових ПАР, що підтверджують наведені залежності. Тому для повного

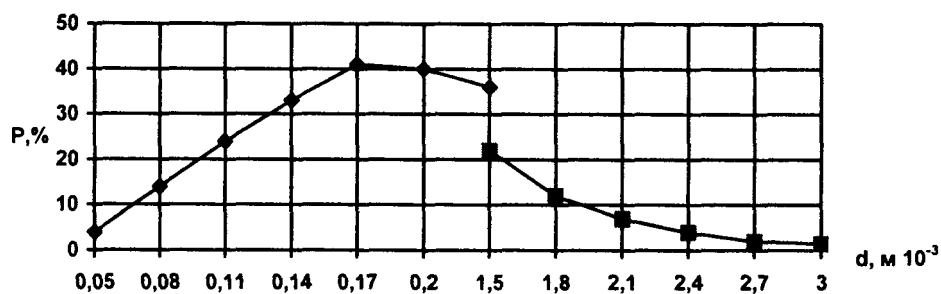
поділу ЕТС необхідні спеціальні прийоми. Залежно від концентрацій емульсій необхідність їхнього поділу викликана різними причинами. Для малоконцентрованих ЕТС необхідно виділити активну фазу і повернути в технологічний цикл. У концентрованих (наприклад, у нафтових) — зберегти базову основу і видалити воду. Наприклад, якщо ГОСТ передбачає відсутність води в масляних технологічних середовищах для обробки металів, вона накопичується протягом експлуатаційного циклу до 10—15 % з утворенням стійких емульсій. Їхній поділ дав би змогу скоротити на 25—30 % матеріальні витрати і поліпшити екологічну обстановку в регіоні.

Найбільшим споживачем емульсій є машинобудівні підприємства. На їхню частку припадає близько 10 % загального водоспоживання промисловості, що зв'язано переважно з підготовкою різних емульсійних технологічних середовищ. При всій якійсній розмаїтості ЕТС і техніки їхнього виробництва розвиток універсальних екологічно чистих технологій і пристроїв для руйнування небажаних емульсій залишається актуальною задачею. Стоки підприємств у середньому у промисловості містять 8—10 % різних ЕТС і мають потребу в локальних очисних спорудженнях. Якщо врахувати, що вода, яка містить будь-які забруднення, являє собою слабкостійкі, стійкі емульсії або суспензії, то процентний вміст ЕТС у стоках підвищиться в кілька разів.

Очевидно, що найекологічнішими є механічні способи поділу, оскільки ці процеси не передбачають застосування спеціальних речовин, що руйнують структуру дисперсій.



а



б

Рис. 1. Залежність часу розширення ЕТС (τ) від: а — розміру крапель (d), якщо: 1 — $T=20^\circ\text{C}$; 2 — $T=50^\circ\text{C}$; 3 — $T=80^\circ\text{C}$ емульсій; б — розподіл розмірів масляних глобул

У процесі седиментаційного поділу тверді мінеральні частки злипаються з частками олії, внаслідок чого емульсії розширюються на верхній шар і нижній, що випадає в осад. Найявніші часток

різної щільності і дисперсності зумовлює відсутність різкої межі між олією, що спливає, проясненою водою й осадом. Проектування й експлуатація седиментаційних апаратів пов'язані з розв'язанням протилежних задач. Для повноти масообміну необхідна розвинута питома поверхня крапель, тобто високий ступінь диспергування. З іншого боку, інтенсивність розшарування підвищується зі збільшенням розміру краплі. У своїх роботах А.Д. Ріон, Д.В. Сміт, І.З. Хартланд, Е. Барнео, С.В. Дильман, Л.И. Склонін та інші [5...10] вказували на залежність механізму розшарування від розмірів крапель.

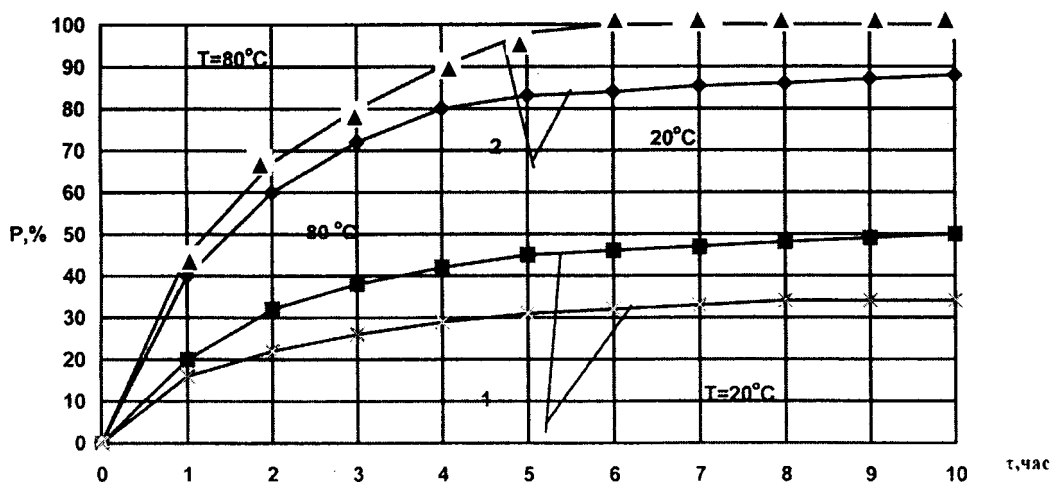
Встановлено, що при седиментації в одній відокремлюються частки з розміром більше ніж 0,2...0,5 мм, що становлять у середньому 40% технологічного середовища. У ЕТС із широкою областю поширення часток за розмірами гравітаційний рух і перемішування підвищує швидкість ортокінетичної флокуляції. При збільшенні розмірів краплі порушується структурний зв'язок, тому великі частки швидше долають потенційний бар'єр. Зміна температури також впливає на цей процес.

На рис. 2, а подано седиментаційні функції нагромадження $P, \% = f(\tau)$ — відносно нагромадження обсягу емульгованої фази при різних температурах. Граничне значення розміру масляної глобули (d_g) розділяє весь обсяг ЕТС на дві частини: великих крапель і ($d_k < d_g$), нез'ясованого розміру у тому значенні, що складові її краплі знаходяться в зваженому шарі. Приріст їхньої маси визначається тангенсом кута нахилу дотичної $dP/d\tau$:

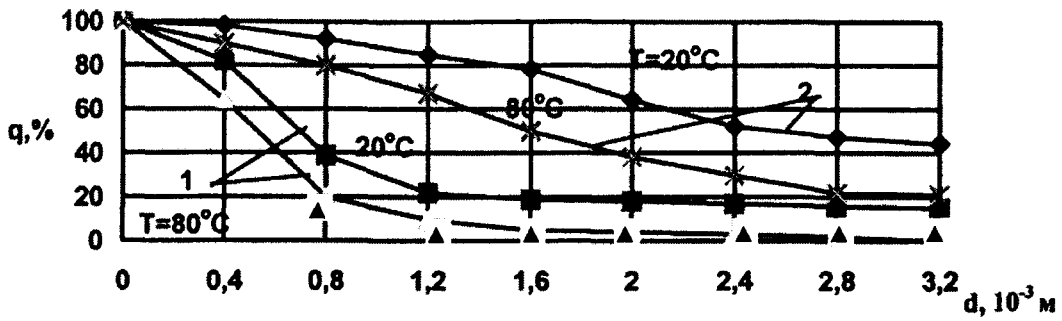
$$q(r) = P - \tau \frac{dP}{d\tau}$$

Функція $q(r)$ являє собою кумулятивну криву розподілу і характеризує процентний вміст в емульсії всіх значень (d).

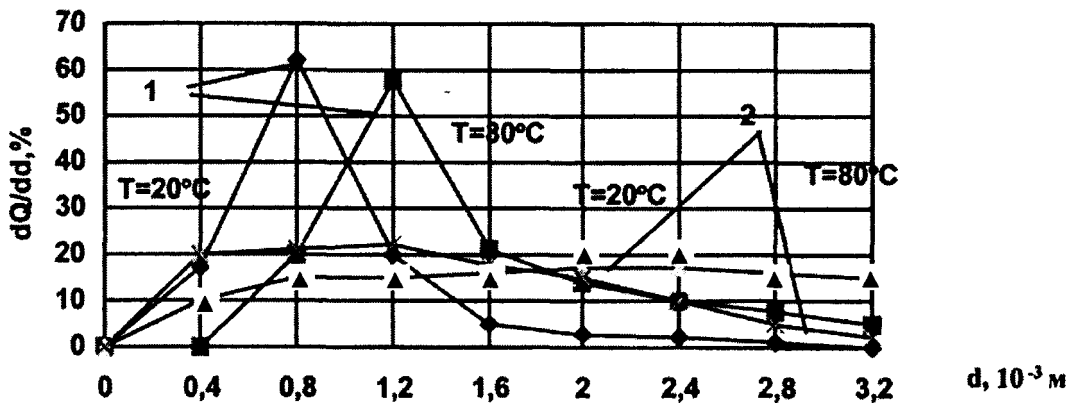
Графік (рис. 2, б) у всьому інтервалі (d) має один максимум, абсциса якого (d) позначає ймовірний розмір крапель цієї ЕТС. Ординати $dQ/dd = f(d)$ (рис. 2, в) обчислюються за похідною по $q(r)$, а отже, ймовірний діаметр d , що відповідає $q(r)=\max$, відповідає точці перегину інтегральної функції розподілу $d^2Q/d^2 = 0$. З поданих залежностей випливає, що інтенсифікувати седиментацію ЕТС доцільно підвищенням температури, особливо для слабкостабілізованих емульсій. Крім того, підвищення робочої температури приводить до збільшення продуктивності і глибшого виділення дисперсної фази. Зменшується час поверхневої і міжкрапельної коалесценції і знижується критичний розмір краплі.



а



б



в

Рис. 2. Седиментаційне нагромадження:

- а) кумулятивні криві нагромадження; б) інтегральні криві розподілу розмірів краплі;
в) 1 граничної і 2 великої фракцій

Установлено, що розведені ЕТС (завершальна стадія процесу на рис. 1, а) зі змістом дисперсної фази $\approx 0,1\%$ стійкі навіть за відсутності яких-небудь спеціальних стабілізаторів, отже, повний поділ седиментацією неможливий. Прояснена вода не задовольняє вимоги до технічної води. Тому седиментацію доцільно використовувати для обробки слабкостабілізованих або розшарованих емульсій, а також для рідин, забруднених нафтопродуктами з концентрацією більш ніж 50 мг/л.

Інтенсифікувати виділення дисперсної фази можна використанням відцентрових сил. При центрифугуванні зразки емульсії розділялися на три шари, які наповняли масляна фаза, емульсія і вода. У початковий період швидкість виділення масляної фази була максимальною і знижувалася потім до нуля. Характер зміни швидкості мало залежить від температури поділу різних емульсій, але при центрифугуванні температурна ініціація істотно інтенсифікує відділення дисперсної фази. Очевидно, зміна сферичної форми краплі в поліендричну збільшує площу поверхні дисперсної фази і емульгатор не може в достатній кількості адсорбуватися на межі розділення фаз.

Нагрівання ЕТС також, як і у разі седиментації, підвищує ступінь витягу дисперсної фази.

Складність поділу ЕТС спричинена високою стійкістю їхньої структури. Мікрогетерогенні масляні глобули стабілізовані поверхнею емульгатора, що знижує поверхневий натяг на межі "олія—вода" до $(0,1 \dots 0,001) \cdot 10^{-7}$ Н/м, що утворює на поверхні масляних глобул подвійні електричні шари і гелеоподібні адсорбційні сольватно-гідратні оболонки. Це перешкоджає зближенню сусідніх часток до відстаней, де найінтенсивніше діють Ван-дер-Ваальсові сили. Накладення додаткових відцентрових сил не забезпечує достатню ефективність поділу. Підвищення температури викликає послаблення сітки спрямованих водневих зв'язків у воді і зменшує дальню дію структурних сил, що знижує стійкість ЕТС. Тому, як правило, використовують істотніший вплив на структурні зв'язки

емульсій, наприклад, хімічний. Але ці способи призводять до повного руйнування масляної фази, котру можна було б використовувати повторно. Тому вивчення можливостей інтенсифікації виділення дисперсної фази нехімічними способами становить визначений інтерес, а запропоновані результати можуть бути корисні як для теоретичних досліджень в області структурної стійкості ЕТС, так і для практичного застосування при проектуванні відповідного устаткування.

1. Ребіндер П.А. Поверхневі явища в дисперсних системах. — М., 1979. 2. Павленко А.М. Стійкість емульсій при технологічних впливах. — Дніпропетровськ, 2000.

УДК 621.578 /088.8/

О. Савченко, І. Балінський, О. Возняк
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РОЗДІЛЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

© Савченко О., Балінський І., Возняк О., 2004

The results of temperature separation of the compressed air on the experimental plant are represented in this article. Optimal values of Vortex tube parameters, energy separation efficiency and proportion of warm and inlet streams were determined in this article.

Постановка проблеми. Останнім часом значна увага приділяється питанням розробки ефективних процесів нагрівання природного газу під час його транспортування, зокрема з використанням енергетичного роздільника. Для використання роздільника на діючих газорозподільних станціях необхідно виконати експериментальні дослідження для виявлення ефекту нагрівання. Здійснити такі дослідження на діючому магістральному газопроводі практично неможливо, тому доцільно було дослідити енергетичний роздільник на стисненому повітрі із наступною розробкою методики розрахунку для природного газу. У роботі наведені результати дослідження ефекту нагрівання повітря.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Суть енергетичного розділення стиснених газів полягає в тому, що вхідний потік в полі відцентрових сил поділяється на два: один з температурою вищою, ніж вхідний, другий — нижчою [1—3]. Стосовно газорозподільної станції цей принцип можна використати і спрямувати нагрітий потік на вхід регулятора тиску газу і, по-перше, запобігти його замерзанню та утворенню кристалогідратів, а по-друге, розвантажити і покращити умови роботи, тим самим збільшити надійність газопостачання [4—8].

Принцип енергетичного розділення, характеристики потоків та роздільника показані на рис. 1.

