

УДК 658.283.71

Батлук Вікторія, Смердова Тетяна, Азарський Костянтин, Занько Ганна

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра охорони праці

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра телекомунікацій

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ АКУСТИЧНОГО ПОЛЯ НА КІНЕТИКУ АЕРОЗОЛІВ

© Батлук Вікторія, Смердова Тетяна, Азарський Костянтин, Занько Ганна, 2000

Проаналізовано вплив параметрів акустичного поля на коагуляцію аерозолів. Наведені в статті рекомендації використовували для створення апаратів акустичної коагуляції аерозолів.

The analysis of influence of parameters of an acoustic field on process coagulation of aerosols is carried out. The recommendations, given in clause, used at creation of devices acoustic coagulation of aerosols.

Для ефективного використання акустичної коагуляції в промислових схемах пиловловлення необхідно з'ясувати: структуру і форму утворених в результаті коагуляції агрегатів, їх поведінку в конкретних умовах пиловловлення, вплив основних параметрів звукового поля і пилогазового потоку на повну ефективність пилоосадження.

Дослідження картин зміни дисперсного розподілу субмікронних частинок при акустичній коагуляції дало змогу виявити кількісні характеристики росту розміру частинок окремих фракцій у функції від основних параметрів звукового поля і пилогазового потоку. Ці дослідження довели, що ступінь укрупнення достатній для різкого підвищення ефективності пиловловлення в акустичних апаратах. Необхідність експериментальних досліджень виникла через потребу знаходження і обґрунтування оптимальних параметрів акустичного поля для коагуляції частинок.

Розглянемо залежність кінетики коагуляції від кожного із параметрів акустичного поля.

1. Вплив частоти звуку.

Частота звуку при акустичній коагуляції аерозолів є одним із найважливіших питань, оскільки цей параметр переважає при розробленні і створенні як промислових акустичних вловлювачів, так і випромінювачів.

Дослідження проводилися на експериментальному стенді, де частота регулювалася від 10 до 24 кГц (вимірювалася частотоміром і осцилографом типу ЕО-7, з'єднаним з виходом підсилювача титанобарієвим зондом і генератором стандартної частоти ЗГ-10). Інтенсивність звуку підтримувалася постійною $0.25 \cdot 10^{-4}$ Вт/м². Результати експериментів для однакової початкової концентрації – $2 \cdot 10^{-6}$ кг/м³, при витратах повітря 3000 м³/год для кварцового пилу з медіанним діаметром $8 \cdot 10^{-6}$ м і сіркового пилу з медіанним діаметром до $1.5 \cdot 10^{-6}$ м наведені на рис. 1, звідки очевидно, що оптимальна частота для сірки становить 16-20 кГц, для кварцового піску 16-22 кГц. Причому при збільшенні інтенсивності звуку ефективність пиловловлення змінюється в область нижчих частот. Це пояснюється тим, що

чим вища частота коливань поля, тим менша довжина акустичної хвилі λ , тим більша кількість пучностей припадає на одиницю довжини колони, що озвучується (або висоти апарата).

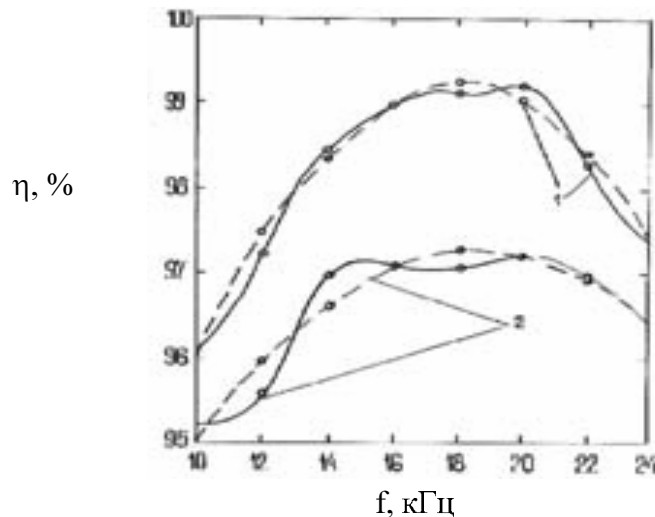


Рис. 1. Залежність ефективності пиловловлення η (%) від частоти звукового поля f (кГц), розмір частинок: $8 \cdot 10^{-6}$ м ○ , $1,5 \cdot 10^{-6}$ м ●

Отримані результати частотної залежності злипання частинок аерозолі у звуковому полі дають змогу зробити висновок про необхідність використання низьких частот для акустичної коагуляції промислових аерозолів, тому що низькочастотні випромінювачі (наприклад, сирени) мають високий К.К.Д., прості, надійні в роботі, причому втрати акустичної енергії за рахунок поглинання і розсіювання значно менші.

Нами встановлено, що для кожного конкретного розміру аерозолі існує оптимальне значення частоти коливань поля, яка визначається розрахунково і експериментально, що підтверджено у табл. 1.

Таблиця 1

Оптимальні частоти коливань акустичного поля для ряду аерозолів

Вид пилу	Туман смоли	Вуглеводень	Сажа	Сірчана кислота	Сірка	Пари свинцю	Оксид цинку	Кварцовий пісок
Розмір частинок пилу, 10^{-6} м	1-10	1-10	0.5-15	1-50	1-10	1-5	2.5	до 50
Концентрація, 10^{-3} кг/м ³	30-70	5-70	0.5-2.5	0.5-1.2	2	0.5-0.7	-	2
Оптимальна частота, кГц	4	4	3	1-2	16-20	10-16	3-3.5	16-22

Дані експериментальних досліджень залежності ефективності пиловловлення від частоти (табл. 1) для сірки та кварцового піску були апроксимовані за методом найменших квадратів і описані рівняннями.

Для кварцового пилу з медіанним діаметром $8 \cdot 10^{-6}$ м:

$$\eta = 83 + 1,8 \cdot x - 5 \cdot 10^{-2} \cdot x^2$$

Для сіркового пилу з медіанним діаметром $1.5 \cdot 10^{-6}$ м:

$$\eta = 87,12 + 1,08 \cdot x - 2,89 \cdot 10^{-2} \cdot x^2,$$

де x – частота коливань поля, η – ефективність пиловловлення.

Порівняння теоретичних і експериментальних результатів (рис. 1) показує досить добру збіжність характеру кривих в межах 3 % і порядку величин ефективності очищення повітря від пилу.

2. Вплив інтенсивності звукового поля

Цей фактор дуже важливий для інтенсифікації коагуляції. Із зростанням інтенсивності звуку різко збільшується злипання частинок пилу, тому що інтенсивність визначає силу зіткнення частинок. Нами досліджені залежності ефективності пиловловлення від інтенсивності звукового поля для стандартного кварцового пилу і пилу сірки при витратах повітря 3000 м³/год, що підтверджують висновки про зростання ефективності пиловловлення із збільшенням інтенсивності звуку. Ми не мали можливості ще збільшити інтенсивність звуку з технічних причин. Тому всі досліди проводилися до інтенсивності звуку $0.6 \cdot 10^{-4}$ Вт/м². Результати експериментів наведені на рис.2.

З графіків залежності ефективності пиловловлення від інтенсивності звукового поля можна зробити висновок про те, що момент, коли починається полого ділянка графіка, не залежить від виду пилу і його медіанного діаметра.

Так, для кварцового піску зі збільшенням медіанного діаметра ефективність пиловловлення збільшується, але пологий відрізок графіка починається при інтенсивності звукового поля $0,18 \cdot 10^{-4}$ Вт/м² для всіх типів пилу.

Для сірки з медіанним діаметром $1.5 \cdot 10^{-6}$ м при інтенсивності $0.10 \cdot 10^{-4}$ Вт/м² графік стає пологим при інтенсивності звукового поля $0.20 \cdot 10^{-4}$ Вт/м². З використанням отриманих даних можна розрахувати мінімально необхідні рівні інтенсивності звуку для одержання заданої ефективності пилоочищення.

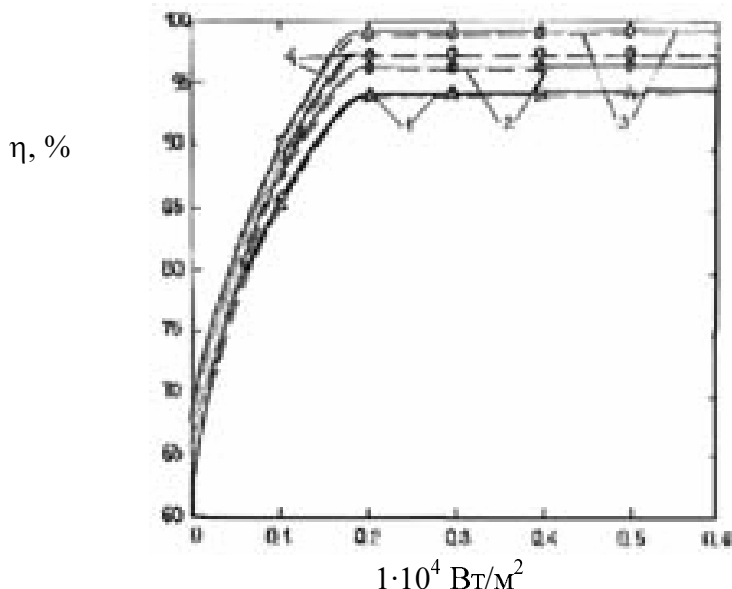


Рис. 2. Залежність ефективності пиловловлення η (%) від інтенсивності звукового поля ($1 \cdot 10^4$ Вт/м²), при розмірі частинок:

$8 \cdot 10^{-6}$ м - ———— Δ , $32 \cdot 10^{-6}$ м ———— $\bullet$
 $50 \cdot 10^{-6}$ м ———— $\circ$, $1,5 \cdot 10^{-6}$ м ———— $\circ$
 з частотою звуку 20, 16 кГц.

3. Вплив величини звукової експозиції

Неодноразово робилися спроби вирішити питання про спільний вплив звукового тиску і тривалості озвучування на ефективність коагуляції. У зв'язку з цим нами були проведені досліді для визначення залежності ефективності коагуляції аерозолів від цих двох величин в апараті нашої конструкції.

Як видно з наведених даних (табл. 2), ефективність пиловловлення збільшується із зростанням “звукової експозиції”. Однак для кожної початкової концентрації пилу одного і того ж типу існує своє значення “звукової експозиції”, за якого коагуляція відбувається найефективніше.

Таблиця 2

Залежність ефективності пиловловлення від звукової експозиції

Звукова експозиція $\text{рт} \cdot \text{сек}$	Концентрація пилу, 10^{-3} кг/м^3	Ефективність пиловловлення, %
1	2	3
2.5	2	91.4
5.0	2	93.0
7.5	2	94.5
10	2	96.25
12.5	2	98.0
2.5	3	91.85
5.0	3	93.75
7.5	3	95.75
10	3	97.9
12.5	3	99.0

Нами визначена залежність порогових значень звукового тиску від часу озвучення для парів свинцю. Пари свинцю постійного початкового дисперсного складу і постійної вагової концентрації ($1 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$) піддавалися коагуляції при трьох різних значеннях звукового тиску і часу озвучування. Значення середньоарифметичного радіуса (медіанного діаметра) скоагульованого аерозолу в усіх дослідіх лишалося приблизно однаковим. Досить близьким був також і розподіл розмірів частинок скоагульованого аерозолу. Це характеризує однакову ефективність коагуляції аерозолу при однакових значеннях звукової експозиції.

Можемо зробити такі висновки.

1. Розроблена математична модель вловлення аерозолу в полі відцентрових сил з накладанням озвучування, де основними факторами, від яких залежить ефективність пиловловлення, є частота, інтенсивність озвучування та звукова експозиція.

2. Розглянуті залежності кінетики коагуляції від параметрів пилогазового потоку і звукового поля, які довели, що ефективність збільшується зі зростанням частоти й інтенсивності поля, звукової експозиції.

3. На ефективність пиловловлення впливає не тільки той чи інший фактор, але й їх сукупність.

Наведені вище рекомендації використовували при створенні апаратів акустичної коагуляції аерозолів, які будуть входити в установки для дослідження промислових схем осадження.