

УДК 621.92

© В.В. Сацюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ОЦІНКА ЗГЛАДЖУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗМІШУВАЧІВ БЕЗПЕРЕВНОЇ ДІЇ

Наведено методика оцінки згладжуючої здатності змішувачів. Отримано залежність для визначення розподілу зміни концентрації потоку суміші при проходженні її через змішувач.

ЗМІШУВАЧ, КОНЦЕНТРАЦІЯ, ОДНОРІДНІСТЬ, СУМІШ, КОМПОНЕНТ, ЗГЛЯДЖУВАННЯ, ФУНКЦІЯ

Постановка проблеми. Продуктивність дозуючих пристроїв, що подають компоненти в змішувач, величина не постійна, а коливається в деяких межах. Для забезпечення заданого співвідношення компонентів у приготовленій суміші змішувач, поряд із якісним перемішуванням компонентів, повинен забезпечувати згладжування флуктуацій вхідного потоку. При визначенні згладжуючої здатності змішувача безперервної дії, останній розглядається як перетворювач сигналів. В результаті дії перетворювача подана в нього функція $x(t)$ трансформується в іншу функцію $y(t)$, що фіксується на виході [1]:

$$y(t) = W(p)x(t), \quad (1)$$

де $W(p)$ - передаточна функція.

Встановлення передаточної функції спрощується у випадку коли змішувач можна розбити на декілька типових ланок із відомими передаточними функціями. Якщо структура потоку в середині змішувача невідома, то знайти її передаточну функцію аналітичним шляхом неможливо. В такому випадку, для знаходження передаточної функції необхідно провести дослідження динамічних властивостей змішувача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні основи дослідження структури потоку матеріалу методом імпульсного збурення викладені в працях В.В. Кафарова [2, 3, 4]. Але в даних дослідженнях не враховується зміна щільності матеріалу у змішувачі. Крім того, при визначенні концентрації у вхідному потоці матеріалу використовується залежність виду:

$$C_0 = \frac{g}{V}, \quad (2)$$

де g - кількість введеного індикатора;

V - об'єм змішувача.

Аналіз приведеної залежності (2) дозволяє стверджувати, що вона справедлива для механізмів ідеального змішування із коефіцієнтом їх заповнення $k=1$. В даних механізмах частинки матеріалу миттєво рівномірно розподіляються по всьому його об'ємі.

Мета дослідження - встановлення залежностей для визначення основних характеристик розподілу потоку компонентів суміші у змішувачі.

Результати дослідження. Для встановлення основних характеристик розподілу елементів потоку матеріалу під час перебування його в змішувачі, застосовуємо метод імпульсного збурення. При дослідженнях, приймаємо допущення, що поведінка індикатора в середині змішувального пристрою тотожна поведінці компонентів суміші.

Доля індикатора, який вийшов із змішувача за час від t до $t+dt$ при миттєвому його введенні становить:

$$dp = \frac{dg}{g} = \frac{V_{m.e.} C(t) dt}{\int_0^{\infty} V_{m.e.} C(t) dt}, \quad (3)$$

де dg - кількість індикатора, час перебування якого в змішувачі змінюється від t до $t+dt$, г;

g - загальна кількість введеного індикатора, г;

$V_{m.e.}$ - масова швидкість потоку ОМС на виході із змішувача, г/с;

$C(t)$ - концентрація індикатора на виході із змішувача, г/г;

Для порівняння декількох функцій розподілу трансформуємо їх у безрозмірний вид.

Введемо безрозмірний час θ та безрозмірну концентрацію $C(\theta)$:

$$\theta = \frac{t}{\bar{t}}; \quad (4)$$

$$C(\theta) = \frac{C(t)}{C_0}, \quad (5)$$

де t - поточне значення часу, с;

\bar{t} - середній час перебування індикатора у змішувачі, с;

C_0 - концентрація індикатора на вході у змішувач.

Для визначення середнього часу \bar{t} перебування індикатора у змішувачі, можна записати залежність:

$$\bar{t} = \frac{m_{зм.}}{V_{м.в.}}, \quad (6)$$

де $m_{зм.}$ - маса суміші, що знаходиться у змішувачі під його роботи, г.

Початкову концентрацію індикатора у вхідному потоці визначаємо із наступного співвідношення:

$$C_0 = \frac{g}{V_{м.вх.} \cdot t_l}, \quad (7)$$

де $V_{м.вх.}$ - масова швидкість вхідного потоку компонентів суміші у змішувач, г/с;

t_l - тривалість введення індикатора, с.

На основі (5) використовуючи (7) отримаємо:

$$C(t) = C(\theta)C_0 = C(\theta) \frac{g}{V_{м.вх.} t_l}. \quad (8)$$

Використовуючи залежність (4) можна записати:

$$dt = \bar{t}d\theta. \quad (9)$$

Із врахуванням (6) вираз (9) набере вигляду:

$$dt = \frac{m_{зм.}}{V_{м.в.}} d\theta. \quad (10)$$

Після підстановки виразів (8), (10) у формулу (3) маємо:

$$dp = \frac{V_{м.в.} C(\theta) \frac{g}{V_{м.вх.} t_l} \frac{m_{зм.}}{V_{м.в.}} d\theta}{g}. \quad (11)$$

Після спрощення отримаємо:

$$dp = C(\theta) \frac{m_{зм.}}{V_{м.вх.} t_l} d\theta. \quad (12)$$

Звідки визначаємо $C(\theta)$:

$$C(\theta) = \frac{dp V_{м.вх.} t_l}{m_{зм.} d\theta}. \quad (13)$$

Підставивши (3) у (13) отримаємо:

$$C(\theta) = \frac{\int_0^{\infty} \frac{V_{m.e.} C(t) dt}{V_{m.ex.} t_l}}{m_{зм.} d\theta} . \quad (14)$$

Виразимо із (9) $d\theta$ та підставимо у (14), отримаємо:

$$C \theta = \frac{V_{m.ex.} t_l}{m_{зм.}} \frac{C t}{\int_0^{\infty} C t dt} \bar{t} . \quad (15)$$

Отримана залежність (15) дозволяє визначити безрозмірну концентрацію індикатора у вихідному потоці. Безрозмірна концентрація $C \theta$ являється функцією відгуку системи на збурення по складу потоку.

Висновки. Використання отриманих залежностей дозволяє побудувати С-криву. Аналіз С-кривої дає можливість визначити розподіл зміни концентрації потоку суміші при проходженні її через змішувач. Величина кута нахилу дотичної до С-кривої характеризує згладжуючу здатність змішувача. Чим менший кут нахилу дотичної до С-кривої, тим вища згладжуюча здатність змішувача.

Література

1. Макаров Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов. - М.: Машиностроение, 1973. - 216с.
2. Кафаров В.В. и др. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. Введ. в системотехнику хим. производств. - М.: Химия, 1974. - 344 с.
3. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое проектирование основных процессов химических производств. - М.: Высш. шк., 1991. - 400 с.
4. Кафаров В.В. и др. Моделирование и системный анализ биохимических производств. - М.: Лесная промышленность, 1985. - 280 с.

Рецензент д.т.н., В.Ф. Дідух