

АНАЛІЗ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СУШИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Пшеничний М. Л. , Безносик Ю. О.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, p.maxis0601@gmail.com

Всі технологічні процеси, що здійснюються на підприємствах, характеризуються низкою параметрів, які можна об'єднати в три групи: вхідні, режимні, вихідні.

Вхідні та вихідні параметри характеризують енергетичні та матеріальні потоки на вході в апарат та на виході з нього (витрати сировини, кількість готового продукту).

В свою чергу режимні параметри дають уявлення про умови протікання процесу в апараті. За своєю фізичною суттю сушіння дисперсних матеріалів є складним дифузійним процесом, швидкість якого визначається швидкістю дифузії вологи з глибини висушуваного матеріалу в довкілля. Видалення вологи під час сушіння зводиться до переміщення тепла та речовини (вологи) всередині матеріалу та їх переносу з поверхні матеріалу в навколишнє середовище.

Таким чином, процес сушіння є поєднанням пов'язаних між собою процесів тепло- та масообміну. Оскільки процес сушіння носить двоякий характер (з одного боку – це теплообмінний процес, з другого – масообмінний), то мають місце дві рухомі сили цього процесу [1]:

- для масообмінного процесу – різниця парціальних тисків (концентрацій водяної пари на поверхні матеріалу P_m і в навколишньому середовищі P_c ;
- для теплообмінного процесу – різниця температур сушильного агента (температура сухого термометра t) і поверхні матеріалу (температура мокрого термометра t_m), яка називається потенціалом сушіння.

В нашому випадку особливістю прийнятої для сушіння установки є обов'язкове охолодження до регламентованих параметрів висушуваного матеріалу [2, 3].

Основні режимні параметри для сушильно-охолоджувальної установки наведено в порівняльній таблиці.

Режимні параметри для сушильно-охолоджувальної установки

№	Змінні	Значення	Допустимі відхилення
1	2	3	4
1.	Продуктивність	30,277 кг/с	$\pm 1,5 \%$
2.	Вологість дисперсного матеріалу перед сушаркою	0,8 %	$\pm 0,05 \%$
3.	Вологість висушеного матеріалу	0,1 %	$\pm 0,02 \%$

	2	3	4
4.	Температура вологого матеріалу	65 °C	± 2 °C
5.	Температура атмосферного повітря перед калорифером	20 °C	± 5 °C
6.	Відносна вологість атмосферного повітря	65 %	± 10 %
7.	Температура підігрітого повітря після калорифера	90 °C	± 5 °C
8.	Температура висушеного та охолодженого матеріалу	20 °C	± 5 °C
9.	Тиск нагрівної пари, що надходить на калорифери	0,233 МПа	± 0,01 МПа

Процес сушіння дисперсного матеріалу відповідає загальним законам випаровування води із капілярно-пористих тіл. Кількість води, що переміщується зсередини на поверхню тіла і видаляється у вигляді пари, виражається рівнянням

$$i_{\text{ж}} = K_{\text{ж}} \gamma_0 \Delta u \pm K_{\text{ж}} \delta \Delta t \gamma_0 \text{ кг/м}^2 \text{ год},$$

де $K_{\text{ж}}$ – коефіцієнт вологопровідності матеріалу, м²/год; γ_0 – питома вага сухого матеріалу, кг/м³; Δu – градієнт абсолютної вологості матеріалу, 1/м³; δ – коефіцієнт теплопровідності, 1/град; Δt – градієнт температури, град/м.

Рівняння показує, що сумарний вологопотік $i_{\text{ж}}$ є результатом концентрованого термодифузійного переміщення води. Перший член рівняння відображає закон вологопровідності, переміщення води визначено градієнтом вологості; другий член – закон теплопровідності.

Співвідношення вологопотоків і вологокоефіцієнтів визначає характер зміни швидкості процесу висушування в часі.

Отже, під час створення системи адаптивного керування (САК) неможливо врахувати всі вхідні параметри об'єкта керування, що впливають на хід технологічного процесу. Представлене рівняння дає визначення швидкості висушування в ході протікання процесу, що в свою чергу полегшує роботу САК.

1. Бурдо О. Г. Эволюция сушильных установок. Одесса: «Полиграф», 2010. 368 с.

2. Бойко Т. В., Абрамова А. О., Пшеничний М. Л. До питання математичного моделювання сушильно-охолоджувальної установки у виробництві цукру. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії*: Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції (1 листопада 2019, м. Черкаси). Том І. Черкаси, 2019. С. 33–37.

3. Пшеничний М. Л., Безносик Ю. О., Бугаєва Л. М. Конструювання автоматизації складних технологічних об'єктів з урахуванням систем адаптивного керування. *Контроль і управління в складних системах (КУСС-2020)*: Тези доповідей XV Міжнарод. конф. Вінниця, 8–10 жовтня 2020 року. Вінниця: ВНТУ. 2020. С. 20–22.