

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ РУХУ ТЕПЛОНОСІЯ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ СУШІННЯ ЦУКРУ В БАРАБАННИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив швидкості теплоносія на інтенсивність сушіння цукру-піску в сушарках барабанного типу. Визначено критичну швидкість витання цукрової пудри в сушарці в процесі сушіння.

Ключові слова: сушіння, барабанна сушарка, теплоносій, цукор-пісок.

Abstract

The influence of the speed of the heat carrier on the intensity of drying granulated sugar in drum-type dryers was studied. The critical speed of sugar powder floating in the dryer during the drying process was determined.

Key words: drying, drum dryer, coolant, granulated sugar.

Вступ

Барабанні конвективні сушарки досить широко застосовуються в різних галузях промисловості для сушки шматкових, порошкоподібних, кристалічних та зернистих, матеріалів, найчастіше в крупнотоннажних виробництвах, що зумовлено їх економічністю, великою продуктивністю та високою надійністю в експлуатації [1].

Метою роботи є дослідження методами математичного моделювання впливу швидкості руху теплоносія на параметри процесу сушіння в барабанних сушарках для сушіння цукру при адіабатному випаровуванні води з поверхні сировини.

Основна частина

Однією з основних вимог, які пред'являються до сушарок, є забезпечення повного збереження, а в необхідних випадках і покращення якості продукту відповідно до його призначення. У зв'язку з цим, конструкція сушарки повинна, передусім, забезпечувати рівномірне нагрівання і сушіння матеріалу за надійного контролю тепловологісних параметрів теплоносія. При цьому повинні бути виключені втрати сировини, пов'язані з її винесенням з відпрацьованим теплоносієм [2].

Аналіз процесу сушіння цукру в барабанних сушарках показує, що найбільший вплив на інтенсивність мають температура сушильного агента і його вологість та швидкість сушильного агента над поверхнею випаровування.

Керувати вологістю сушильного агента досить складно, оскільки забір свіжого повітря проводиться з навколишнього середовища і на його параметри впливають погодні умови.

Підвищення температури теплоносія за якусь межу є небажаним, оскільки, як правило, вона є максимальною для сушіння цукру і її підвищення може призвести до процесу карамелізації, особливо з врахуванням того, що рух теплоносія і сировини (цукру) в барабані є протитоковим.

Збільшення швидкості руху теплоносія підвищує інтенсивність сушки, але можливе до якоїсь певної межі, щоб вище часточок цукру з відпрацьованим теплоносієм не був занадто великим.

Мінімальний діаметр часток цукру, який залишається в масі висушеного цукру дорівнює, в середньому, 100 мкм. Часточок такої величини в масі цукру знаходиться не більше 0,2%. Для визначення максимальної швидкості руху теплоносія, за якої починається витання часточок, можна скористатися законом Ньютона, отримавши з нього швидкість для витання.

$$\omega_{\text{вит}} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{g \cdot d \cdot (\rho_T - \rho_r)}{\rho_r \cdot \xi}}$$

де ξ - коефіцієнт опору, для $Re > 500$ $\xi = 0,44$ [5];

ρ_f, ρ_t – густина теплоносія і цукру відповідно, $кг/м^3$;

g – прискорення вільного падіння, $м^2/с$;

d – діаметр часток;

$\omega_{вит}$ – мінімальна швидкість, при якій часточки з площею поверхні F захоплюються потоком.

Значне підвищення швидкості руху може призвести до виносу частини кристалів з сушарки, тому при виборі швидкості руху необхідно проводити розрахунок швидкості початку витання кристалів. Вибрана швидкість руху не повинна перевищувати швидкості витання $\omega < \omega_{вит}$.

Разом з тим, відомо [3, 4], що збільшення швидкості руху теплоносія над поверхнею сировини підвищує швидкість та інтенсивність процесу сушіння.

Для дослідження нами виконано числовий експеримент, результати якого представлені на рис. 1.

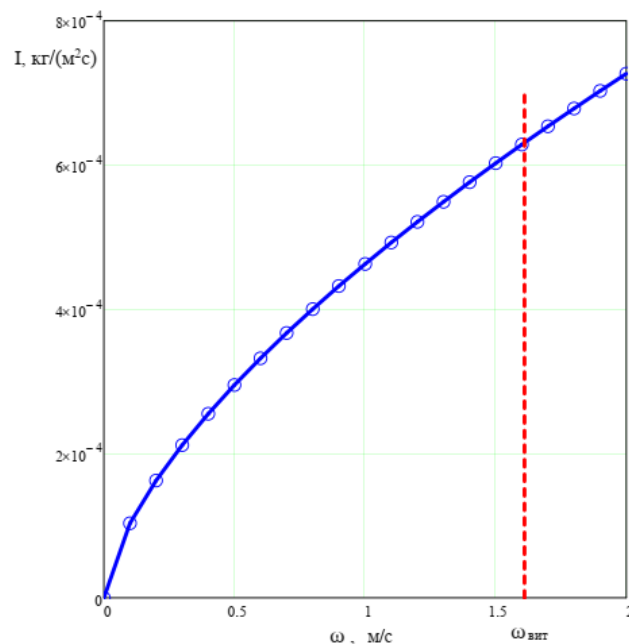


Рис.1 Вплив швидкості теплоносія на інтенсивність сушіння цукру-піску

На рис.1 пунктирною лінією вказана критична швидкість сушіння (максимально можлива без значного виносу цукрової пудри).

З рис.1 видно, що зі збільшенням швидкості теплоносія зростає і інтенсивність сушіння цукру, але це збільшення обмежується критичною швидкістю витання частинок, яка, за нашими розрахунками, для цукрової пудри складає 1,61 м/с.

Висновки

Змінюючи швидкість теплоносія в барабанній сушарці можна суттєво змінювати інтенсивність сушіння цукру.

Для підвищення швидкості теплоносія найдоступнішими є два способи. Перший – збільшити витрату теплоносія, установивши потужніші вентилятори, але при цьому зростає витрата теплоносія, а це призведе до підвищення енерговитрат і так малоенергоєфективного процесу.

Другий – зменшення прохідного перерізу барабана, що можливо зробити шляхом збільшення висоти скребкових лопаток.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Штангеев, К. О., Сушка цукру та жому в бурякоцукровій галузі. [Електронний ресурс] URL : <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/28354/1/Sugar%20and%20pulp%20drying.pdf> (дата звернення 19.11.2023 р.).
2. Ткаченко, С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Навч. посібн. Вінниця,: ВНТУ. 2008. 98с.

3. Співак, О. Ю., «Вплив швидкості теплоносія на інтенсивність сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл» в Матеріали конференції «XLVIII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2019)», Вінниця, 2019. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegr/index/pages/view/zbirn2018> Дата звернення: Лист. 2023.
4. Малєжик, І. Ф., Дубковецький, І. В., Стрельченко, Л. В. «Вплив швидкості руху повітря на процес конвективно-терморадіаційного сушіння яблучних снєків», SW, vol 82, no 1, Сер 2018.

Слободян Максим Віталійович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: slobodanmaks55@gmail.com.

Капусевич Ігор Віталійович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: igorcapusievich22@gmail.com.

Співак Олександр Юрійович – доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: spivak000@gmail.com.

Maxim Slobodyan – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: slobodanmaks55@gmail.com.

Igor Capusievic – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igorcapusievich22@gmail.com.

Olexandr Spivak – associate professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: spivak000@gmail.com.