

СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПОТОКІВ В РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ СУШАРКАХ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено перспективні схеми організації аеродинамічних потоків в розпилювальних сушарках, зокрема в сушарках для сушіння молока. На базі математичної моделі виконано дослідження руху висихаючої часточки молока в розпилювальній сушарці. Визначено вертикальну і горизонтальну складові такого руху.

Ключові слова: конвективне сушіння екстрактів, розпилювальна сушарка, енергоефективність сушарок.

Abstract

Presented promising schemes of flow aero in spray dryers, especially in the dryer for drying milk. On the basis of a mathematical model has explored the movement of milk in lobules drying spray dryer. Determined vertical and horizontal components of the motion of particles.

Keywords: convective drying extracts, spray drying, energy efficiency dryers.

Вступ

В даний час для цілей харчової, косметичної та фармацевтичної галузей промисловості активно розвивається виробництво сухих рослинних екстрактів, які є джерелами біологічно активних речовин і вітамінів.

Перспективним є виробництво порошкових форм сухих рослинних екстрактів. Порошки мають ряд безперечних переваг в порівнянні з шматковими і пастоподібними продуктами і технологічно раціональні у виробничій практиці. Для організації промислового виробництва порошків в широкому асортименті є перспективним спосіб, що базується на розпилювальному конвективному сушінні спеціально підготовлених рослинних екстрактів [1].

Метою роботи є теоретичне дослідження процесу сушіння рідких екстрактів в розпилювальних сушарках.

Результати дослідження

Для вдосконалення способу розпилювального сушіння рослинних екстрактів необхідні не тільки раціональні режимні параметри, але й відомості про кінетику процесу зневоднення частинок, їх гігроскопічну і рівноважну вологість, час перебування часток в сушильній камері і допустиму температуру нагрівання [2]. При сушінні розпилених частинок, що рухаються в сушильній камері, їх траєкторія має переважно імовірнісний характер, енергія і маса розподіляються в турбулентних потоках взаємодіючих фаз. Інформації про властивості, розміри, форму, структуру частинок дисперсної фази недостатньо для аналізу і, тим більше, опису їх руху і процесів тепломасообміну за нестационарних крайових умов, тому саме використання системи диференціальних рівнянь гідродинаміки і тепломасопереносу для розрахунку процесів зневоднення обмежене і неможливо без квазістационарних припущень в механізмі протікання процесу і змінах характеристик і властивостей об'єкта обробки.

Для перенесення результатів експериментів в дослідних установках необхідно дотримання умов масштабного переходу. Наближене моделювання сушіння слід здійснювати на основі комплексного застосування розрахункових і експериментальних методів дослідження [3].

Температурні режими при сушінні термолабільних продуктів рослинного походження надзвичайно важливі. Необхідність розрахунку значень температури протягом процесу сушіння і в кожному просторовій точці об'єкта зневоднення очевидна через складність експериментального

визначення полів температур в хаотично рухомих тонкодисперсних частинках. З врахуванням високої інтенсивності процесу розпилювального сушіння реалізація математичної моделі з метою визначення температурних полів є дуже бажаною [4].

Після виходу з розпилюючого пристрою крапля чи часточка розпиленого матеріалу рухається по траєкторії, що визначається її початковою швидкістю і напрямком руху та швидкістю і напрямком газового потоку. Ділянка гальмування в радіальному напрямку визначає діаметр сушильної камери, який гарантує непопадання вологої часточки на стінку камери. Рух вздовж вертикальної осі визначає час перебування часточки в сушильній камері, що необхідний для висихання його до заданої вологості. Параметри руху висихаючої часточки в обох проекціях можна розрахувати, використавши другий закон Ньютона для тіла змінної маси

$$\frac{d(m\vec{v})}{d\tau} = \vec{v}_l \left(\frac{dm}{d\tau} \right) + \sum \vec{F},$$

де m, \vec{v} - маса і швидкість часточки;

\vec{v}_l - швидкість маси (водяної пари) після випаровування з поверхні;

$\sum \vec{F}$ - вектор рівнодіючих сил, що діють на часточку.

Оскільки часточка, як правило, обертається, то можна допустити, що потік пари після випаровування розподілений по поверхні часточки рівномірно. Тоді $\vec{v}_l = 0$, а рівняння спрощується до виду

$$\frac{d(m\vec{v})}{d\tau} = \sum \vec{F}.$$

При русі в радіальному напрямку на часточку діє тільки сила опору середовища

$$m \left(\frac{dv_p}{d\tau} \right) = -\xi \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \rho \frac{u_p^2}{2},$$

де v_p і u_p - відповідно горизонтальна швидкість і відносна горизонтальна швидкість часточки (відносно потоку сушильного агента);

d і ρ - діаметр часточки і її густина;

ξ – коефіцієнт гідравлічного опору середовища, в якому летить часточка.

Вертикальна складова дещо відрізняється і зводиться до рівняння, що описує вертикальний двофазний дисперсний потік.

$$m \left(\frac{dv_b}{d\tau} \right) = mg - \xi \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \rho \frac{u_b^2}{2}.$$

Висновки

При розрахунках гідравлічного опору камер вертикальних розпилювальних сушарок впливом дисперсної фази можна нехтувати, оскільки її концентрація незначна. Найбільшу частку в загальному перепаді тисків складають втрати від місцевих опорів на вході і виході з сушильної камери.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Максименко Ю. А. Термодинамика внутреннего массопереноса при взаимодействии плодово-овощных продуктов с водой // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. – 2012. – № 1 (53). – С. 41–45.

2. Ткаченко С. Й. Сушильні процеси та установки / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак. – Вінниця,: ВНТУ. 2008.– 98с.

3. Алексанян И. Ю. Высокоинтенсивная сушка пищевых продуктов. Пеносушка. Теория. Практика. Моделирование / И. Ю. Алексанян, А. А. Буйнов. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. – 380 с.

4. Пат. 4193UA, МПК(2005) F26B9/10 Пристрій для сушіння/О. Ю. Співак; О. В. Медведчук, С. Й. Ткаченко, М. М. Чепурний; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № u2004031484; заявл. 01.03.2004; опубл. 17.01.2005.– Бюл. №1.

Людмила Едуардівна Антонюк – студентка групи ТЕ-126, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: l.antoniuk9507@gmail.com.

Олександр Юрійович Співак – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: o_spivak@i.ua.

Antoniuk Ludmila E.– Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: l.antoniuk9507@gmail.com.

Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: o_spivak@i.ua.