

Лабораторна робота № 4

Тема: Обладнання для сушіння харчових продуктів

Мета: Ознайомитись з будовою та принципом дії барабанної сушарки.

Теоретичні відомості

Вологу можна видаляти з матеріалів механічними засобами (віджимом, відстоюванням, фільтруванням, центрифугуванням). Проте більш повне зневоднювання досягається шляхом випару вологи і відводу утворювальної пари, тобто за допомогою теплового сушіння.

Тепловим сушінням, або просто сушінням, називають процес видалення вологи з речовин (звичайно твердих тіл) шляхом її випару і відводу пари, що утвориться. Цей процес застосовується звичайно або на кінцевій стадії технологічного процесу з метою забезпечення високих фізико-хімічних характеристик одержаних продуктів, або на проміжних стадіях, якщо виділення розчинника необхідно за технологічними міркуваннями.

Сушіння – це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, запобігається її псування і злежування, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання.

Конструкції сушильних апаратів залежать від масштабів виробництва і властивостей матеріалу, сушіння в яких проводиться під атмосферним тиском або під вакуумом, при цьому матеріал може знаходитись у стані спокою, переміщатися або перемішуватися.

Процес сушіння проводиться періодично або безперервно при різних способах передачі теплоти: контактуванням, конвекцією або радіацією, струмами високої частоти, інфрачервоним випромінюванням, а також сушіння сублимацією.

Найбільш розповсюдженими в харчовій промисловості є кондуктивний та конвективний способи сушіння.

В кондуктивних сушарках теплота для висушування матеріалу передається шляхом контакту його з нагрітою поверхнею, а в конвективних – теплота передається безпосередньо від теплоносія до матеріалу. При цьому видаляється волога, зв'язана з матеріалом за рахунок механічних і фізико-хімічних сил. Хімічно зв'язана волога не видаляється в зв'язку з руйнуванням матеріалу.

Процес сушіння з одного боку є дифузійним, тому що переміщення вологи з внутрішніх шарів до поверхні матеріалу проходить за рахунок дифузії, а з другого – тепловим, у зв'язку з тим, що випаровування вологи з поверхні матеріалу проходить під час підводу теплоти.

Як теплоносії для сушіння харчових продуктів у більшості випадків використовуються нагріте повітря або газу, що утворюються в процесі згорання

палива. З застосовуваних у харчовій промисловості найширше розповсюдження отримали сушарки: барабанні, камерні, шахтні, стрічкові, з киплячим та віброкиплячим шаром і розпилювальні.

Виділення вологи з матеріалу ири сушінні, відповідно до основних положень масопередачі, здійснюється таким чином. Волога з товщі вологого матеріалу, концентрація вологи в котрому більше рівноважної, переміщається до поверхні поділу фаз за рахунок масопровідності. Від поверхні поділу фаз волога передається в ядро газового потоку за рахунок конвективної дифузії.

Класифікація сушарок

У харчовій промисловості застосовують різноманітні сушарки, в яких висушують дуже різні матеріали. Класифікувати сушарки можна залежно від таких ознак:

- а) режим роботи — періодичної, безперервної і циклічної дії;
- б) спосіб підведення теплоти — конвективні, контактні (кондуктивні), радіаційні і високочастотні;
- в) вид сушильного агента - повітряні, із застосуванням димових газів, парові, рідинні;
- г) вид висушуваного матеріалу - кусковий, зернистий (дисперсний), пи-левидний, пастоподібний, рідкий (розчин);
- д) тиск у сушильній камері - атмосферні, вакуумні, глибоковакуумні, під надлишковим тиском;
- е) напрямок руху сушильного агента відносно матеріалу - прямотечійні, протитечійні, з перехресним потоком;
- е) варіант сушильного процесу - з нормальним (основним) процесом, з проміжним підігріванням сушильного агента, з рециркуляцією відпрацьованого повітря, з додатковим підігріванням повітря в сушильній камері та ін.;
- ж) конструкція сушильної камери - барабанні, камерні, шахтні, стрічкові, коридорні (тунельні), трубчасті, розпилювальні, пневматичні, вальцьові та ін.;
- з) стан шару матеріалу (для зернистих матеріалів) - щільний, розрихлений, киплячий, фонтануючий;
- і) спосіб створення циркуляції сушильного агента - з природною і вимушеною циркуляцією.

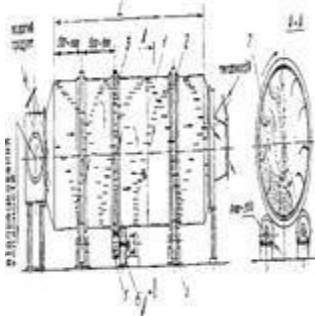
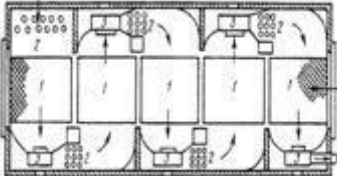
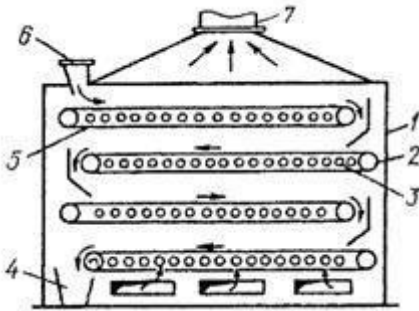
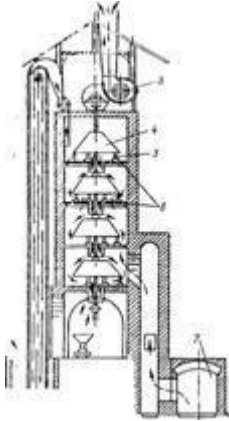
Швидкість сушіння може бути визначена за допомогою кривої сушіння шляхом графічного диференціювання. Для матеріалу даної вологості швидкість сушіння буде виражатися тангенсом куту нахилу дотичної, проведеної до точки кривої, що відповідає вологості матеріалу. Дані про швидкість сушіння зображуються у вигляді

кривих. Вологовміст, що відповідає точці переходу від горизонтальної прямої лінії до кривої на межі між періодами постійної та падаючих швидкостей сушіння, називається критичним вологовмістом. У першому періоді відбувається поверхневий випар вільної вологи. У точці С вологість на поверхні матеріалу стає рівною гігроскопічній. З цього моменту починається випар пов'язаної вологи і продовжується до встановлення рівноважної вологості по всій товщині матеріалу, швидкість сушіння визначається швидкістю внутрішньої дифузії вологи з глибини матеріалу до його поверхні.

В (Табл. 1) представлено основні типи сушарок, які об'єднані за способом підведення теплоти:

Таблиця 1.

| № | Найменування сушарки | Рисунок |
|---|--------------------------|---------|
| 1 | Сушарки з киплячим шаром | |
| 2 | Аерофонтанна сушарка | |
| 3 | Розпилювальна сушарка | |

| № | Найменування сушарки | Рисунок |
|---|----------------------|--|
| 4 | Барабанна сушарка |  |
| 5 | Тунельна сушарка |  |
| 6 | Стрічкова сушарка |  |
| 7 | Шахтна сушарка |  |

Хід роботи

Для проведення даної лабораторної роботи необхідно:

Метод обчислення технічних характеристик барабанної сушарки

Розрахунок сушарок цього типу починається з визначення кількості вологи G_1 , що підлягає випарюванню, і кількості висушеного матеріалу G_2 при заданій кількості вологого матеріалу G в кг/год.

$$G_a = G_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_2}; \quad (1)$$

$$G_2 = G_1 \frac{100 - \omega_2}{100 - \omega_2}, \quad (2)$$

де ω_1, ω_2 – початкова і кінцева вологість матеріалу, %.

Об'єм сушильного барабана:

$$V = \frac{G_a}{A}, \quad (3)$$

де A – напруження сушарки по волозі, кг/(м³*год).

Коефіцієнт заповнення барабана матеріалом:

$$\phi = \frac{G_1 \cdot \tau}{60 \cdot V \cdot \rho}, \quad (4)$$

де τ – термін сушіння, ρ – густина насипного матеріалу.

Довжина барабана:

$$L = \frac{V}{0,785 D^2} \text{ м}, \quad (5)$$

Момент обертання барабана:

$$M_{об} = L \cdot f + (G_a + 0,785 \cdot D^2 \cdot \phi \cdot \rho \cdot g) \text{ Н*м}, \quad (6)$$

де $f=0,0043$ – приведений коефіцієнт тертя;

$G_a=12750$ – вага сушильного барабана;

Потужність, що затрачається для приводу барабана:

$$N = \frac{M_{об} \cdot n}{9551 \cdot \eta} \psi \cdot \epsilon \text{ кВт}, \quad (7)$$

$$\text{де } n = \frac{m \cdot k \cdot L}{\tau \cdot D \cdot \text{tg} \alpha} \text{ об/хв};$$

$m = 1.0$ – коефіцієнт, що залежить від конструкції барабана;

$k=0,7$ – вплив насадок на момент обертання;

$\eta = 0,7$ – ккд приводу барабана;

$\psi = 1,1$ – ущільнення сальникове;

$\epsilon=1,2$ – ексцентриситет.

Вихідні дані: $\omega_1 \omega_2 = 2,0\%$ і $0,2\%$ відповідно, $G_1 = 3.3$ т/год, $A = 5$ кг/(м³*год),
 $\rho = 820$ кг/м³, $\tau = 40$ хв, діаметр барабана – 1600 мм.