

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТА ПРИ СУШІННІ В РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлені основні фактори, що впливають на збереження якісних характеристик продукту при сушінні в розпилювальних сушарках.

Ключові слова: розпилювальні сушарки, якісні характеристики.

Abstract

The basic factors that affect the preservation of quality characteristics of the product drying in a spray dryer.

Keyword: spray drying, quality characteristics.

Вступ

В даний час сухі молочні продукти в промисловості виробляють у широкому асортименті. Найбільшу питому вагу становлять різні види сухого цільного молока і молока знежиреного, той же час освоюються нові види сухих молочних продуктів: швидкорозчинне незбиране молоко і його різновиди, сухі суміші для різних видів морозива, сухі суміші для кисломолочних напоїв, сухі молочні суміші для дитячого харчування. З метою отримання сухого молока, що відповідає вимогам чинного стандарту, потрібно виконувати по трьом послідовним процесам [1].

Сушіння розпиленням складається з трьох послідовних процесів: розпилення молока у рідинному стані, сушіння розпиленого матеріалу, видалення сухого матеріалу з повітря. Завдяки високій дисперсності часточок, що досягається розпиленням (діаметр часточок становить до 50 мкм), швидко збільшується питома поверхня матеріалу. Зменшення розміру часточок зводить до мінімуму вплив внутрішньої дифузії на швидкість сушіння, що особливо важливо для запобігання денатурації білкових речовин молока, сироватки (невеликі розміри часточок практично унеможливають затримувальний вплив термовологопровідності).

Сушіння розпиленням триває протягом кількох секунд. Це дає змогу організувати безперервний процес сушіння і повністю механізувати і автоматизувати роботу сушильних установок.

Визначення основних факторів, які впливають на якість продукту, дозволяє виробляти продукти високої якості [2].

Метою даної роботи є дослідження факторів, що впливають на збереження якісних характеристик продукту при сушінні.

Актуальність роботи полягає у можливості вдосконалювати розпилювальні сушарки на основі факторів, які найбільше впливають на якість готової продукції і на енергоефективність процесів взагалі.

Основна частина

Унаслідок розпилення молока (сироватки) утворюється тонка полідисперсна система, що складається з часточок різного діаметра та повітряного сушильного агента. Серед цих часточок більшість становлять часточки з домінуючим розміром. Незалежно від способу і ступеня розпилення часточки відрізняються тільки розмірами, вони досить однорідні за формою і складом.

Для сушіння має значення не тільки сам ступінь дисперсності, а й ступінь однорідності часточок: чим менше часточки відрізняються за розмірами, тим краще відбувається сушіння. Ефект розпилення оцінюють за ступенем дисперсності й однорідності часточок. У технологічній практиці для спрощення визначення параметрів сушіння утворення розпилення розглядають як моно- дисперсну систему з часточками однакового розміру [3].

Середній розмір часточок, що утворюються при розпиленні, становить 20 - 50 мкм.

У молочній промисловості застосовують два способи розпилення: форсунковий і відцентровий.

Форсункове розпилення досягається в результаті витікання рідини з форсунки з великою швидкістю під дією високого тиску (5 - 20) $\cdot 10^5$ Па.

При турбулентному проходженні струменя після виходу з форсунки часточки молока зазнають дії радіальної швидкості, утримуючи до визначеного моменту форму завдяки поверхневому натягу. Така статично нестійка форма струменя руйнується в найтонших ділянках з утворенням краплин.

Розпад на краплини залежить переважно від турбулентності струменя, яка зростає внаслідок виходу струменя з форсунки під час обертання.

У цьому разі рідина опиняється під дією осьової швидкості і швидкості закручування. Швидкість закручування істотно впливає на ступінь дисперсності. Тому гідравлічні форсунки конструюють з урахуванням необхідності надання струменю обертового руху.

Під час виходу з такої форсунки спочатку утворюється плівка, що розпадається на краплини. Якщо швидкість руху рідини досить велика, то розпилення відбувається безпосередньо на виході струменя. За великих швидкостей витікання краплини, що утворюються, розпадаються завдяки дії тиску, тертя рідини і повітря. Це пояснюється тим, що сили тертя, які виникають, перевищуватимуть сили поверхневого натягу.

Ступінь дисперсності та рівномірність розпилення при гідравлічному розпиленні залежать від швидкості витікання й фізичних властивостей рідини і середовища (поверхні натягу, густини, в'язкості). В'язкість менше, ніж поверхневий натяг, впливає на процес. Однак при розпиленні в'язких рідин її вплив більш вагомий, оскільки з віддаленням краплин від форсунки сили диспергування послаблюються, а в'язкість зневодненого матеріалу зростає.

При гідравлічному розпиленні сухий продукт отримують, як правило, у вигляді часточок, форма яких наближається до сферичної.

Гідравлічні форсунки компактні й прості за конструкцією. При гідравлічному розпиленні можна отримати факел потрібної конфігурації з незначними змінами конструкції. Гідравлічні форсунки мають продуктивність 100 - 150 л/год. У сушарках великої продуктивності їх влаштовують по кілька штук: у пристроях з нерухомими форсунками по 2 - 3, у пристроях обертового типу - 4, 6 і 8.

Проте внаслідок невеликої площі вихідного отвору (діаметр 1,0 - 1,4 мм) гідравлічні форсунки не придатні для розпилення в'язких і забруднених (засмічених) рідин. Регулювати продуктивність форсунок неможливо, оскільки у разі зміни швидкості струменя змінюється і дисперсність. Вихідні отвори форсунок швидко спрацьовуються у результаті шліфувальної дії струменя.

Відцентрове розпилення відбувається в диску, що обертається з внутрішнім радіальним розміщенням каналів, за якого діють досить великі відцентрові сили при течії рідини з каналів до периферії. Це зумовлює розпилення крові на дрібні краплини за рахунок турбулентності потоку і сил тиску, що виникають у результаті тертя об повітря.

Розпад під дією турбулентності призводить до утворення краплин, розмір яких обернено пропорційний квадратному кореню з відцентрової сили або першому ступеню частоти обертання. Розпад у результаті тертя може супроводжуватися виникненням ниткоподібної структури висушеного матеріалу, якщо процес розпилення і сушіння в'язкого розчину відбувається інтенсивно. Розмір краплин при цьому обернено пропорційний квадрату частоти обертання.

Рівномірніше розпилення струменя утворюється при застосуванні першого механізму.

Рівномірність розпилення залежить також від продуктивності, що впливає на товщину плівки, яка утворюється на периферії диска. Для досягнення однорідного розпилення потрібно зменшити вібрацію диска і рівномірно подавати рідину в його середину.

На ефективність сушіння розпиленням крім перелічених факторів впливають концентрація і температура розчину, що подається в сушарку, температура повітря на вході і виході з сушарки.

Витрата теплоти і коефіцієнт використання об'єму сушарки значною мірою залежать від початкової концентрації розчину. Тому на практиці висушують попередньо сконцентровану (упарену) рідину.

При сушінні молока, крові, плазми і сироватки рекомендується попереднє упарювання до вмісту вологи близько 50 %. Це дає змогу провести сушіння в помірних теплових режимах і збільшити економічність процесу.

У двоступеневих сушарках, призначених для сушіння медпрепаратів у стерильних умовах, зневоднення відбувається за два етапи:

◆ випаровування розчину від початкової вологи до 250 - 300 % (1 кг вологи на 1 кг абсолютно сухих речовин);

◆ сушіння розчину від 250 - 300 % до потрібної вологості.

Таким чином поліпшується їх розпилення і збільшується об'єм сухого продукту.

Попереднє підігрівання підвищує економічність сушіння, хоча підвищення температури рідини при сушінні крові обмежується через можливу теплову коагуляцію.

Повітря температурою 15 - 25 °С перед використанням стерилізується при 200 °С і надходить у камеру випаровування. На вході в сушильну камеру воно має температуру 165 - 170 °С, а відпрацьоване - 102 - 106 °С. Через «сухий» циклон відпрацьоване повітря надходить у камеру випаровування і змішується зі свіжим підігрітим повітрям.

Температура повітря, що подається в сушарку, впливає переважно на економічність сушіння: чим вона вища, тим менша витрата теплоти і більший коефіцієнт використання об'єму сушарки. Верхня межа температури визначається вибухонебезпечністю і чутливістю матеріалу до нагрівання.

Для матеріалів, що містять білок, верхня межа температури за вибухонебезпечністю становить 175 - 180 °С. При сушінні очищеним топковим або інертними газами (азот, вуглекислота) вона не має значення [4].

Застосування інертних газів запобігає окисненню білкових речовин матеріалу під впливом кисню повітря.

На виході із сушарки температура повітря впливає насамперед на хід сушіння. Чим вища кінцева температура повітря, тим вища інтенсивність сушіння і коефіцієнт використання об'єму сушарки, а також більша витрата теплоти. Тому висока температура допускається лише у разі використання теплоти, призначеної для попереднього підігрівання розчину у «мокрому скрубєрі». Кінцева температура повітря також впливає на продукт, тому вона має бути регламентована властивостями висушеного матеріалу. Для таких продуктів, як молоко, кров, яйце, желатин, беруть температуру 65 - 75 °С, а для клею вона може бути вищою. Встановлена для певних умов сушіння температура є показником, за яким регулюється процес сушіння. З підвищенням температури повітря на виході подавання матеріалу збільшують, а зі зниженням - зменшують.

Висновки

Для сушіння має значення не тільки сам ступінь дисперсності, а й ступінь однорідності часточок: чим менше часточки відрізняються за розмірами, тим краще відбувається сушіння. Ефект розпилення оцінюють за ступенем дисперсності й однорідності часточок.

Застосування інертних газів запобігає окисненню білкових речовин матеріалу під впливом кисню повітря.

На виході із сушарки температура повітря впливає насамперед на хід сушіння. Чим вища кінцева температура повітря, тим вища інтенсивність сушіння і коефіцієнт використання об'єму сушарки, а також більша витрата теплоти. Тому висока температура допускається лише у разі використання теплоти, призначеної для попереднього підігрівання розчину у «мокрому скрубєрі».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Приклади та задачі. Навчальний посібник / О. Ю. Співак – Вінниця: ВНТУ, 2014 – 116 с.
2. Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) / А. Д. Гиргидов. – СПб.: СПбГПУ, 2002. – 544 с.
3. Оспищев С. Н. Очистка воздуха в системах общеобменной вентиляции: Материалы 3-й международной научно-практической конференции "Экономика, экология и общество России в 21-м столетии" / С. Н. Оспищев, К. И. Стрелец // СПб. : СПбГТУ. – 2001. – С. 1018–1020.
4. Кислов Н. В. Рекомендации по проектированию и расчету пылеуловителей типа циклон для предприятий стройиндустрии / Н. В. Кислов, В. Д. Сизов, В. Н. Короткий, А. П. Пашков // Минск, : УП «Технопринт». – 2001. – 40 с.

Кривоніс Людмила Едуардівна – студентка факультету БТЕГП, гр. ТЕ-16мі.

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

Kryvonis Ludmila- student of BTEGP, gr. TE-16 mi.

Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: spivak000@gmail.com.