ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ МОЛОКА

Нечипоренко Дмитро Ігорович,
к.т.н., доцент
Єлізаров Андрій Петрович,
магістрант
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна

Вступ.

Висушування – це метод збереження харчових продуктів, який уповільнює зростання мікроорганізмів, таких як дріжджі та пліснява, позбавляючи їх води, є одним із найстаріших процесів збереження харчових продуктів доступних людству, який можна простежити з найдавніших часів. Згідно з записками Марко Поло про його подорожі Азією в 1300 р, монголи робили сухе молоко, висушуючи молоко на сонці.

Інтенсифікація технологічних процесів на основі останніх досягнень науки та техніки одна з актуальних проблем харчової промисловості.

У зв'язку з цим, інтенсифікація технологічних процесів, у тому числі і конвективного сушіння біологічних об'єктів, на сучасному етапі є комплексною проблемою, пов'язаною, крім якості продукту, з вирішенням таких завдань, як екологічна безпека, енергетична ефективність, харчова безпека, а також рядом технічних та соціально-економічних питань.

Мета наукової роботи – розробка наукових та практичних основ інтенсифікації процесу сушіння знежиреного молока на основі застосування слабких електроімпульсних впливів та підвищення ефективності роботи технологічного обладнання за їх практичної реалізації.

Відповідно до мети науково-дослідної роботи було поставлено такі завдання:

- на основі структури частки знежиреного молока запропонувати фізичну модель процесу конвективного сушіння з впливом електричного поля;

• експериментально дослідити закономірності впливу слабких електроімпульсних впливів на основні параметри процесу конвективного сушіння знежиреного молока.

Матеріали і методика дослідження.

Зазвичай процесом сушіння керують, змінюючи температуру, вологість та швидкість повітряного потоку, що обдуває матеріал. При цьому параметри сушіння визначають виходячи з відомих законів термодинаміки та теорії тепломасообміну. Повітряний потік, як і будь-які тіла при терті з поверхнею біологічного об'єкта, що висушується, наелектризуються, накопичуючи електричні заряди. А оскільки вода – слабкий електроліт, то чим більше її в продукті, тим вища його електропровідність.

Висушуваний зовнішній шар перетворюється на теплоізоляційний, що перешкоджає передачі тепла в глибину матеріалу, а значить і випаровуванню рідини з більш глибоких шарів. У міру висихання зовнішній шар біологічного об'єкта стає діелектриком і при терті повітряний потік заряджається. Ці заряди накопичуються, і може настати момент, коли дія електричного струму стане достатньо високою для виникнення електрокінетичних процесів. Тоді волога під дією електричного поля підніметься капілярами, до зовнішньої поверхні частинки біологічного об'єкта, долаючи значні перешкоди.

Цей процес і лежить в основі інтенсифікації процесу сушіння.

Щоб перевірити цю гіпотезу, був розроблений спосіб сушіння з використанням слабких електроімпульсних впливів, його апаратурне оформлення та система контролю.

Основним моментом у цих дослідженнях є застосування електричного поля у вигляді використання слаботочних імпульсних впливів за допомогою імпульсного генератора.

Амплітуда (напруга) U = 600 В – const., шпаруватість S = 3, температура продукту (згущеного знежиреного молока) $T_{пр}$ = + 25 ^{o}C – const., температура повітря $T_{п}$ = + 30 ^{o}C – const, швидкість повітряного потоку турбіни V = 2,5 м/с - const., сила струму I = 0,028 А.

Результати та їх обговорення.

Після включення турбіни і роботи всієї експериментальної установки через кожні 60 секунд отримували проміжні результати. Завершення кожного експерименту визначалося сухим залишком згущеного знежиреного молока. Цей "сухий" залишок по масі становив 20,4 грам. Змінним фактором дослідження була частота і шпаруватість імпульсів, яку фіксували на генераторі.

На основі дослідницьких даних побудовано графічні криві залежностей $W=F(t)$ (рис. 1) та $V = F(W)$ (рис. 2) від частоти імпульсів.

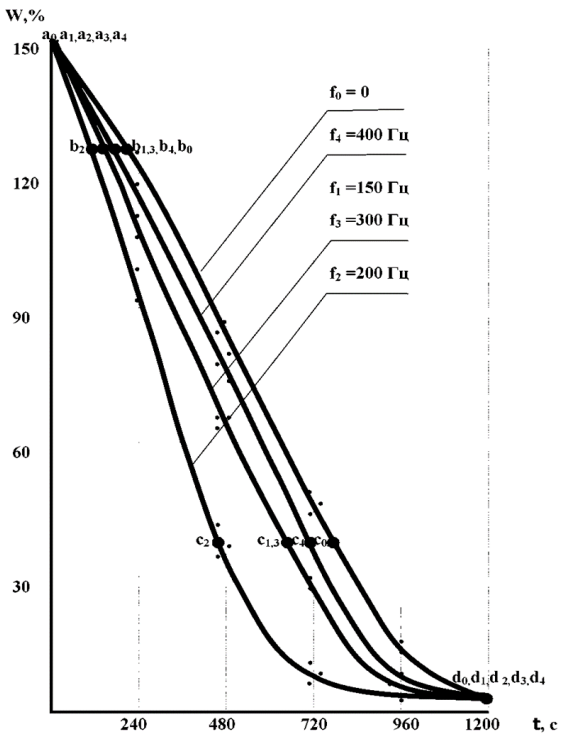

Рис. 1. Кінетика процесу сушіння згущеного знежиреного молока в тонкому шарі:
(a-b) - період зростання швидкості процесу сушіння; (b-c) - період постійної швидкості процесу сушіння; (c-d) - період падіння швидкості процесу сушіння

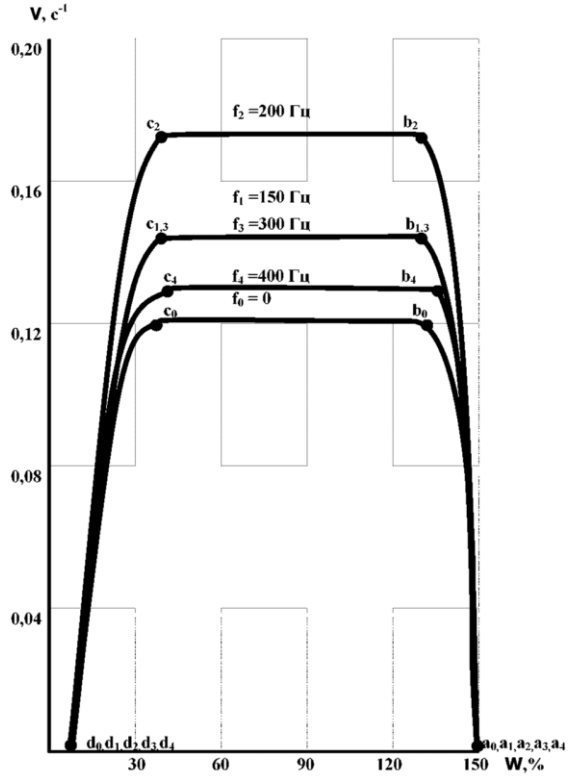

Рис. 2. Зміна швидкості процесу сушіння згущеного знежиреного молока в тонкому шарі в залежності від вмісту вологи:
(a-b) - період зростання швидкості процесу сушіння; (b-c) - період постійної швидкості; (c-d) - період падіння швидкості

Результат цих графічних кривих показує, що найбільша інтенсивність

процесу сушіння згущеного знежиреного молока відбувається при застосуванні слабкострумових імпульсних впливів за наступних показників: f_2 = 200 Гц; S = 3; t = 840 с. А максимальна швидкість процесу сушіння досягається при частоті імпульсів f_2 = 200 Гц і становить V_2 = 0,173 $с^{-1}$.

Таким чином, при контрольній швидкості V_0 = 0,121 $с^{-1}$, на початковому етапі експериментів швидкість процесу сушіння згущеного знежиреного молока збільшилася в 1,4 рази.

Висновки.

При сушінні у фіксованому положенні на підкладці (тонкому шарі) процес сушіння згущеного знежиреного молока найбільшої інтенсивності досягає при параметрах:

- напруга U = 600 В;
- сила струму I = 0,028 А;
- частота імпульсів f = 200 Гц;
- шпаруватість імпульсів S = 3.

Швидкість процесу сушіння зросла в 1,4 рази.