

ТРИВАЛІСТЬ ТЕРМООБРОБКИ

О.МАЗУРЕНКО, В.ФЕДОРОВ,
доктори технічних наук,
професори

Український державний університет харчових технологій

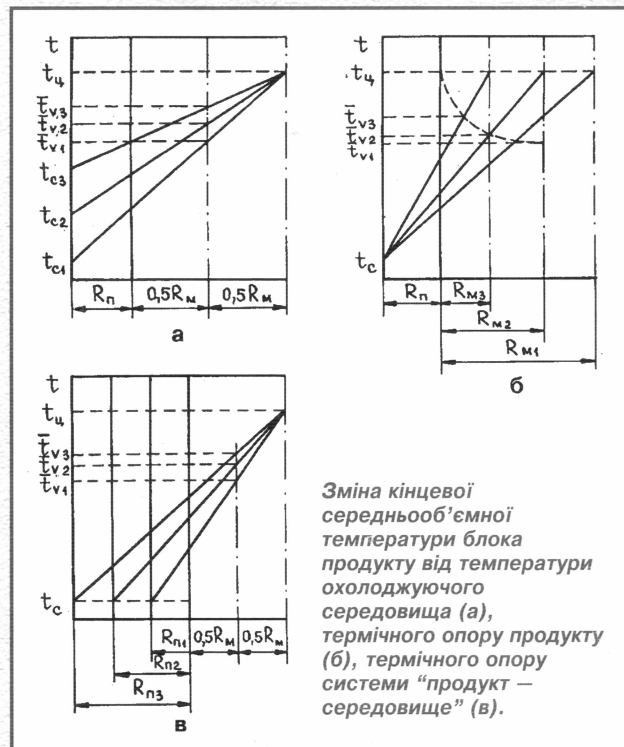
Більшість процесів термічної обробки завершується після досягнення у продукті зумовленого значення так званої середньооб'ємної температури. Але для цього необхідні об'єктивні дані про розподілення температур у продукті, одержати які на практиці майже нереально. Тому на підприємствах кінцеву середньооб'ємну температуру продукту розраховують переважно за спрощеними співвідношеннями. Наприклад, для плоского зразка — напівсуми температур у геометричному центрі та на поверхні. Або взагалі про готовність продукту судять після досягнення певної температури лише в одній його точці — здебільшого в геометричному центрі. На нашу думку, такі методики визначення тривалості термообробки недосконалі з точки зору раціонального використання енергії й іноді шкодять якості готового продукту.

Припустимо, що блок товщиною $2H$ симетрично заморожують до фіксованої температури t_c в геометричному центрі. Після закінчення процесу поділу температур (як функція термічних опорів конвективному й кондуктивному теплообміну R_n , а також термічного опору R_m заморожуваного продукту) є лінійним. Вважаючи незмінними R_n , R_m , а також прийнятий закон поділу температур у замороженому продукті послідовно зміню температуру охолоджуючого середовища t_{c1} спочатку до t_{c2} , а потім до t_{c3} . Як впливає з наведених на рисунку (а) даних, наприкінці процесу маємо відповідно різні значення середньооб'ємної температури продукту — t_{v1} , t_{v2} та t_{v3} . При заморожуванні до фіксованої температури в геометричному центрі блоку отримуємо різні значення середньооб'ємної температури і при зміні товщини $2H$ або коефіцієнта теплопровідності λ продукту, тобто термічного опору продукту — $R_m = H/\lambda$ (рис. б) і у разі зміни термічного опору R_n системи "поверхня продукту — охолоджуюче середовище" (рис. в).

Оскільки заморожені блоки, наприклад, м'яса чи м'ясо-продуктів, потім спрямовують у камеру схову чи в ізо-термічний транспорт для перевезення, де їх укладають у щільні штабелі, то вирівнювання температурного поля продукту відбувається в умовах відсутності теплообміну з оточуючим середовищем — так званих адіабатичних умовах. Внаслідок залежності теплофізичних властивостей, зокрема ефективної теплоємності, продукту від температури, при вирівнюванні температурного поля в адіабатичних умовах в блоці встановлюється середньоентальпійна температура, яка істотно відрізняється від середньооб'ємної.

Таким чином, при заморожуванні блока до фіксованої температури в центрі або середньооб'ємної температури, залежно від умов ведення процесу (початкова температура, вид та характеристики продукту, упаковки, тиск підпресовки блока, температура охолоджуючого середовища та коефіцієнт тепловіддачі тощо), після вирівнювання температурного поля продукт може мати різні за значенням кінцеві температури. Отже, питомі витрати енергії на виробництво одного й того ж виду кінцевої продукції можуть бути різними, тому з апарата може бути вивантажений недоморожений або переморожений продукт.

З наведеного робимо висновок, що за розглянутими методиками визначення тривалості процесу термотехнологічної обробки продукту з метою забезпечення оптимальних витрат енергії й одержання якісного продукту, всі режимні параметри процесу повинні бути жорстко



пов'язані між собою і при зміні одного з них необхідно коригувати значення інших. Реалізувати це на практиці важко. Адже одне й те саме обладнання, як правило, використовують для обробки різних видів продукції без відповідного наукового обґрунтування значень режимних параметрів.

Щоб уникнути вказаних недоліків, пропонуємо визначати тривалість процесів та ступеня готовності продукту за кількістю корисно витраченої енергії:

$$Q = F \int_0^{\tau_1} q(\tau) \cdot \tau$$

чи за зміною середньоентальпійної температури продукту:

$$t_t = t_n + F \int_0^{\tau_1} \frac{q(\tau) \cdot d(\tau)}{mc}$$

де: F — поверхня теплообміну, m^2 ; q — інтенсивність тепловідводу (теплопідводу) від продукту $Вт/м^2$; t_n — початкова температура продукту, $^{\circ}C$; m — маса продукту, $кг$; c — ефективна теплоємність продукту, $Дж/(кг \cdot K)$.

Робити це можна з використанням термоелектричних перетворювачів теплового потоку. Протягом уже багатьох років їх виготовляють в УДУХТІ. Впровадження цих приладів для контролю термотехнологічних процесів дає змогу ефективніше використовувати енергетичні ресурси підприємства, зменшити брак і підвищити якість готової продукції.