

В.М. Михайлов, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

І.В. Бабкіна, канд. техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

А.О. Шевченко, канд. техн. наук, ст. викл. (*ХДУХТ, Харків*)

С.В. Михайлова, канд. техн. наук, ст. викл. (*ХДУХТ, Харків*)

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ З ХАРЧОВИМ ПРОДУКТОМ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ

Використання мікрохвильових (НВЧ) технологій є одним з ефективних методів отримання концентрованої та сушеної харчової продукції. Швидкість процесів нагрівання харчових продуктів, НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння значною мірою залежать від частоти та напруженості електромагнітного поля за об'ємом продукту, а також його геометричних розмірів та діелектричної проникності [1].

Для забезпечення ефективної роботи НВЧ-генератора і отримання продукції високої якості необхідно встановлювати раціональні значення потужності з урахуванням зміни напруженості електромагнітного поля в залежності від площі поверхні продукту та його властивостей [2]. Це визначає глибину проникнення електромагнітного поля, а також швидкість нагріву та вологоперенесення.

На підставі проведеного аналізу інформації щодо застосування НІЧ-енергії можна зробити висновок, що важливою проблемою застосування мікрохвильової обробки є коректність існуючого інженерного розрахунку технологічних режимів процесів нагрівання, концентрування, сушіння. Кінетика цих процесів в першу чергу визначається двома пов'язаними між собою чинниками – напруженістю електромагнітного поля та густиною внутрішніх джерел теплоти, що виникають внаслідок поляризаційних явищ в неідеальних діелектриках, до яких відносяться більшість харчових продуктів. У той же час, для визначення напруженості електромагнітного поля та щільності внутрішніх джерел теплоти під час мікрохвильової обробки довільної форми харчових продуктів коректні рівняння, за якими можна проводити інженерні розрахунки, відсутні.

Основними завданнями даного етапу роботи є удосконалення методики визначення напруженості електромагнітного поля для розв'язання практичних задач НВЧ-нагрівання харчових напівфабрикатів, а також формулювання математичної моделі потужності внутрішніх джерел теплоти.

На першому етапі досліджень, пов'язаних з удосконаленням методики визначення напруженості електромагнітного поля, доведено,

що для забезпечення ефективної роботи НВЧ-генератора необхідно встановлювати раціональні значення потужності з урахуванням зміни напруженості електромагнітного поля в залежності від площі поверхні продукту та його властивостей. Це дозволило визначити глибину проникнення електромагнітного поля, швидкість нагрівання та вологоперенесення.

Наступним етапом роботи було формулювання математичної моделі потужності внутрішніх джерел теплоти. Для розв'язання практичних задач тепло-масообміну, пов'язаних з НВЧ-нагрівом та НВЧ-концентруванням харчових продуктів, удосконалено методику визначення напруженості електромагнітного поля на поверхні та за глибиною продукту, що враховує взаємозв'язок між потужністю НВЧ-генератора, внутрішнім електромагнітним полем у харчовому продукті та площею його поверхні. Визначено взаємозв'язок коефіцієнту затухання електромагнітної хвилі із глибиною її проникнення, комплексом діелектричних властивостей та їх зміни в процесі нагрівання та зневоднювання.

На підставі фундаментальних рівнянь теорії електродинаміки отримано формулу для інженерних розрахунків щільності внутрішніх джерел теплоти під час мікрохвильової обробки харчових продуктів, яка враховує потужність НВЧ-генератора, довільну геометрію продукту (об'єм та площу його поверхні) та глибину проникнення електромагнітного поля. Експериментальною перевіркою на прикладі визначення потужності внутрішніх джерел теплоти за темпом НВЧ-нагрівання води у контейнерах різної геометричної форми підтверджено фізичну адекватність отриманого рівняння.

Таким чином, обґрунтовано фізичну модель взаємодії електромагнітного поля з продуктом довільної форми, який розміщено у резонаторній НВЧ-камері, та отримано фізично коректні рівняння для інженерних розрахунків напруженості електромагнітного поля та щільності внутрішніх джерел теплоти під час мікрохвильової обробки харчових продуктів довільної форми.

Список джерел інформації

1. Рогов И. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с.
2. Погожих Н. И. Определение напряженности СВЧ-поля по темпу нагрева модельного тела / Н. И. Погожих, Н. М. Цуркан, О. Ю. Гриценко / Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2011. – Вип. 39, т. 2. – С. 22–25.