



ТЕХНОЛОГІЯ-2024

МАТЕРІАЛИ

XXVII міжнародної науково-технічної конференції

24 травня 2024 року

Київ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. Володимира Даля
ANTALYA AKEV UNIVERSITY
TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY
ГРУПА КОМПАНІЙ «ПЛАЗМАТЕК»
ГО «ФУНДАЦІЯ «ПРОСТІР»
ГО "АСОЦІАЦІЯ ФАРМАЦЕВТІВ УКРАЇНИ"
ПрАТ „ХІМПРОЕКТ”

ТЕХНОЛОГІЯ-2024

МАТЕРІАЛИ

XXVII міжнародної науково-технічної конференції

24 травня 2024 року

м. Київ



Київ, 2024

Технологія-2024: матеріали міжн. наук.-практ. конф. 24 травня. 2024 р., м. Київ. /
укладач Є. І. Зубцов – Київ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2023. – 341 с.

Редколегія: В.Ю. Тарасов, д.т.н., проф. (головний редактор); Є.А. Івченко, д.е.н., проф.; С.О. Кудрявцев, к.т.н., доц.; С.Л. Кузьміна, д.філос.н., доц.; С.В. Кузьменко, к.т.н., доц.; Л.А. Мартинець, д.пед.н., проф.; С.О. Митрохін, к.т.н., доц.

Адреса редколегії: Східноукраїнського національного університету імені Володимира
Даля, вул. Іоанна Павла II, 17, м. Київ, 01042. т.: (050)9045549

Редколегія може не поділяти погляди, викладені у збірнику. Автори опублікованих
матеріалів несуть відповідальність за їх зміст. Тези друкуються в авторській редакції.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету інженерії Східноукраїнського
національного університету ім. В. Даля (Протокол № 11 від 31.05.2024 р.)

5. Пат. 86988 Україна, МПК7 В65G67 / 48. Вагоноперекидач: Пат. 86988 Україна, МПК7 В65G67 / 48 / Головка В.Ф., Візняк Р.І., Бондаренко В.В., Хоменко В.С., Головка Т.В (Україна); Заявл. 21.04.2004 ; Опубл.16.06.2009. №11.-5 с. <https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich> (last access: 10.12.2023).

ВСТАНОВЛЕННЯ ГЛИБИНИ ПРОНИКНЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ТА РАЦІОНАЛЬНОЇ ТОВЩИНИ ШАРУ ПОДРІНЕНИХ ПРЯНИХ ОВОЧІВ ДЛЯ НВЧ-ОБРОБКИ

Прасол С.В.¹, доцент, Шевченко А.О.¹, доцент, Бабанов І.Г.², доцент, Бабанова О.І.², ст. викладач

¹ Державний біотехнологічний університет

² Національний університет харчових технологій

Для прогнозування закономірностей кінетики термообробки харчової сировини за умов НВЧ-нагрівання необхідно мати уявлення про діелектричні властивості, якими визначається кількість енергії, що може бути в запасі у матеріалі в формі електричного поля, а також бути розсіяною у формі теплоти за період впливу електромагнітних коливань. На підставі цих даних визначають один з найважливіших показників, що впливає на ступень ефективності НВЧ-нагріву – глибина проникнення електромагнітного поля. Вона залежить від параметрів електричного струму та діелектричних властивостей продукту і представляє собою відстань від поверхні зразка по нормалі до центру продукту, на протязі якого потужність внутрішніх джерел теплоти зменшується в e разів.

Встановлення глибини проникнення електромагнітного поля та раціональної товщини продукту для НВЧ-обробки є одним з пріоритетних завдань для забезпечення раціональних умов НВЧ-обробки та підвищення енергоефективності процесу [1].

Авторами роботи проводяться системні дослідження процесів НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння за умов вакуумування та перемішування на прикладі модельних харчових систем, що представляють собою суміші подрібнених коренів пряних овочів (петрушка, пастернак, селера). Відсутність даних про діелектричні властивості цих харчових систем спонукало проведення досліджень щодо їх визначення, що є необхідною базою для розрахунку глибини проникнення електромагнітного поля Δ (м) [2].

Глибину проникнення електромагнітного поля розраховували за відомою формулою

$$\Delta = \frac{\lambda}{\pi \sqrt{\varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta}} = \frac{c}{\pi f \sqrt{\varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta}} = \frac{9,55 \cdot 10^7}{f \sqrt{\varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta}}, \quad (1)$$

де λ – довжина хвилі у вакуумі, м; c – швидкість світла у вакуумі, м/с ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с);

f – частота поля (f приймаємо $2450 \cdot 10^6$ Гц);

ε' – діелектрична проникність матеріалу;

$\operatorname{tg} \delta$ – тангенс кута діелектричних втрат.

Для визначення раціональної товщини шару продукту використано емпіричну формулу, що враховує коефіцієнт поглинання ε'' досліджуваної сировини

$$\Delta = A / \sqrt{\varepsilon''}, \quad (2)$$

де A – коефіцієнт, що приймається в межах 6...8 (прийнято $A = 7$).

Встановлено, що зі зменшенням насипної щільності збільшується глибина проникнення електромагнітного поля. Так, наприклад, при зменшенні насипної щільності з 600 до 300 кг/м³ глибина проникнення електромагнітного поля збільшується в діапазоні $(2,8 \dots 8,3) \cdot 10^{-2}$ м, тобто в 2,9 рази.

Зі зниженням вологості зразка також спостерігається збільшення глибини проникнення електромагнітного поля. При насипній густині 500 кг/м³ в діапазоні зміни

вологості від 85 % до 50 % глибина проникнення електромагнітного поля збільшується несуттєво в межах $(4,0...4,5) \cdot 10^{-2}$ м, а при подальшому зниженні вологості до 10 % – до $7,2 \cdot 10^{-2}$ м. При насипній густині 400 кг/м^3 глибина проникнення електромагнітного поля змінюється з $5,5 \cdot 10^{-2}$ м при початковій вологості зразка 85 % до $7,5 \cdot 10^{-2}$ м – при вологості 50 %, та $10,8 \cdot 10^{-2}$ м – при вологості 10 %.

Глибина проникнення електромагнітного поля в усьому досліджуваному діапазоні вологості зразків від 85 до 10 % при насипній густині 400 кг/м^3 в 1,4...1,7 рази більше в порівнянні зі зразками з насипною густиною 500 кг/м^3 . Зміна вологості зразків у вищевказаних межах від початкового до кінцевого значення призводить до збільшення глибини проникнення електромагнітного поля у 1,8...1,9 рази.

З підвищенням температури в межах $(20...80) \text{ }^\circ\text{C}$ спостерігається зменшення глибини проникнення електромагнітного поля. Так, наприклад, при насипній щільності 500 кг/м^3 досліджуваний показник зменшується від $4,1 \cdot 10^{-2}$ м до $3,2 \cdot 10^{-2}$ м, тобто в 1,3 рази, а при насипній щільності 400 кг/м^3 – від $5,2 \cdot 10^{-2}$ м до $3,3 \cdot 10^{-2}$ м, тобто в 1,6 рази.

Результати розрахунку раціональної товщини шару продукту досліджуваного зразка для НВЧ-обробки показали, що вона збільшується зі зменшенням насипної щільності і знаходиться в межах 71...76 % від глибини проникнення електромагнітного поля. Так, наприклад, при насипній щільності 600 кг/м^3 раціональна товщина шару продукту складає $2,2 \cdot 10^{-2}$ м, при 450 кг/м^3 – $2,9 \cdot 10^{-2}$ м, а при 300 кг/м^3 – $5,0 \cdot 10^{-2}$ м.

Раціональна товщина шару продукту збільшується зі зниженням вологості продукту і знаходиться в межах 64...74 % від значень зміни глибини проникнення електромагнітного поля. Так, при насипній густині 500 кг/м^3 в діапазоні зміни вологості від 85 % до 50 % раціональна товщина шару дорівнює $(2,9...3,2) \cdot 10^{-2}$ м, а при подальшому зменшенні вологості до 10 % її значення збільшується до $5,7 \cdot 10^{-2}$ м. При насипній густині 400 кг/м^3 раціональна товщина шару за вищевказаних діапазонів вологості дорівнює, відповідно, $(3,5...4,7) \cdot 10^{-2}$ м, після чого збільшується до $7,9 \cdot 10^{-2}$ м.

Враховуючи несуттєвий вплив температури на глибину проникнення електромагнітного поля, стає очевидним, що при зміні температури зразка значення раціональної товщини шару досліджуваного продукту практично залишається незмінним. У температурному діапазоні від 20 до $80 \text{ }^\circ\text{C}$ при насипній щільності 500 кг/м^3 вона дорівнює $2,9 \cdot 10^{-2}$ м, а при 400 кг/м^3 – $3,4 \cdot 10^{-2}$ м, що складає 67...88 % від глибини проникнення електромагнітного поля.

Таким чином, було визначено, що діапазон глибини проникнення електромагнітного поля залежить від насипної щільності, вологості та температури продукту і для суміші подрібнених коренів пряних овочів знаходиться в межах $(2,8...10,8) \cdot 10^{-2}$ м. Глибина проникнення електромагнітного поля збільшується зі зменшенням насипної щільності та вологості зразків, а також зменшується з підвищенням температури. Раціональні значення товщини шару продукту знаходяться в межах 67...79 % від глибини проникнення електромагнітного поля. В ході процесу зневоднювання обрані параметри початкового значення питомої потужності НВЧ-нагріву для заданого шару продукту повинні коригуватись з урахуванням зміни раціональної товщини шару продукту.

Література

1. Черевко, О. І. Переробка дикорослої та пряно-ароматичної рослинної сировини / О. І. Черевко, Ю. І. Єфремов, В. М. Михайлов. – ХДУХТ, 2007. – 229 с.

2. Михайлов В.М. Діелектричні характеристики сумішей з пряних овочів / В. М. Михайлов, В. О. Потапов, Ю. І. Єфремов, С. В. Михайлова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. – 2012 р. – Вип. 29, т. 2. – С. 260.