

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИИ ЧАСТОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АБРИКОСОВ

Андрей ЛУПАШКО, д-р хаб. тех. наук, профессор,
Галина ДИКУСАР, д-р хим. наук, конф.,
Василий ТАРЛЕВ, д-р тех. наук, конф.,
Ольга ЛУПУ, аспирант, ст. преподаватель
Кафедра «Процессы и аппараты, технология
зернопродуктов», Технический Университет Молдовы

Одним из основных секторов экономики Республики Молдова является переработка сельскохозяйственной продукции, в частности сушка фруктов, получившая в настоящее время широкое распространение. Не последнее место в широкой гамме наименований фруктов занимает сушка абрикосов.

Сушка абрикосов осуществляется, в основном, на лозницах, противнях и конвективным способом с использованием поддонов. Такая сушка имеет ряд существенных недостатков: большая продолжительность процесса, неравномерный прогрев продукта по толщине слоя, сравнительно низкая производительность сушильных установок, несоблюдение санитарных требований, низкое качество готовой продукции, а также громоздкость их конструкций. Это, в конечном итоге, приводит к негативным результатам как в количественном, так и в качественном отношении.

Определенные перспективы в решении данной задачи, по нашему мнению, может иметь использование токов высокой (ТВЧ) и сверхвысокой (СВЧ) частоты.

Для разработки прогрессивной технологии сушки абрикосов с применением ТВЧ следует определить их электрофизические параметры (ЭФП), такие как тангенс угла диэлектрических

потерь $\operatorname{tg} \delta$ и относительная диэлектрическая проницаемость ε' , а также их зависимость от частоты f электромагнитного поля, влажности W и температуры T продукта. Их исследование осуществлялось на специальной лабораторной установке, основным элементом которой был измеритель добротности Е4-5А.

Расчет $\operatorname{tg} \delta$ и ε' плодов абрикосов производился по формулам, предложенным в [1]:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{(Q_2 - Q_3) \cdot C_1}{Q_2 \cdot Q_3 (C_2 - C_3)}; \quad (1)$$

$$\varepsilon' = \frac{C_2 - C_3}{C_0}; \quad (2)$$

где: Q_2 ; Q_3 ; C_1 ; C_2 ; C_3 – добротность и емкость (пФ) при резонансе, без измерительного конденсатора, с измерительным конденсатором без продукта, с измерительным конденсатором и продуктом соответственно;

C_0 – емкость измерительного конденсатора в вакууме, пФ:

$$C_0 = 6,95 \cdot \frac{D^2}{d}; \quad (3)$$

где D, d – соответственно, диаметр пластин конденсатора и расстояние между ними, м.

Влажность продукта определялась методом высушивания до постоянной массы. В наших исследованиях использовался сорт абрикосов “Краснощекий” с начальной влажностью 86%. Получение образцов различной влажности осуществлялось методом подсушки до достижения определенной массы. Таким образом, были получены образцы с влажностью 3,0%; 10,0%; 20,0%; 30,0%.

Анализ частотных зависимостей $\operatorname{tg} \delta$ и ε' (рис. 1а) выявил их сложную зависимость. Так, при частотах 16; 25 и 43 МГц для абрикосов различной влажности наблюдается максимум значений $\operatorname{tg} \delta$, которые соответственно равны 0,90; 2,85 и 2,45. На остальных частотах значение $\operatorname{tg} \delta$ варьирует в пределах от 0,1 до 0,5. Отмечается, что на частоте 27 МГц и 30 МГц для влажности 20% и 30% наблюдается максимальное значение ε' равное 31 и 33 (рис. 1б).

Известно, что количество выделяемого тепла в материале при внутреннем источнике прямо пропорционально фактору потерь K , определяемому как произведение $\operatorname{tg} \delta \cdot \varepsilon'$. На рис. 1в представлена зависимость K от частоты. Как видно из графика, максимальное значение K наблюдается при частоте, составляющей около 25 МГц ($W=30\%$) и 43 МГц ($W=20\%$).

Получение зависимости электрофизических параметров пищевых продуктов от влажности очень затруднено. Исследования показали, что с ростом влажности значения $\operatorname{tg} \delta$ и ε' увеличиваются по линейному закону. Характер такого увеличения, по всей видимости, связан с тем, что в растительных продуктах влажность (вода), как таковая, в чистом виде отсутствует, а присутствует в виде раствора электролита. Поэтому, с ростом его концентрации в продукте растет его активная составляющая токов сквозной проводимости I_a , что и приводит к росту $\operatorname{tg} \delta$.

Линейный характер увеличения ε' с ростом влажности объясняется, по-видимому, тем, что с увеличением влажности происходит увеличение поляризуемости материала за счет роста количества полярных молекул воды.

Фактор потерь K как и $\operatorname{tg} \delta$ и ε' также имеет линейную зависимость от влажности.

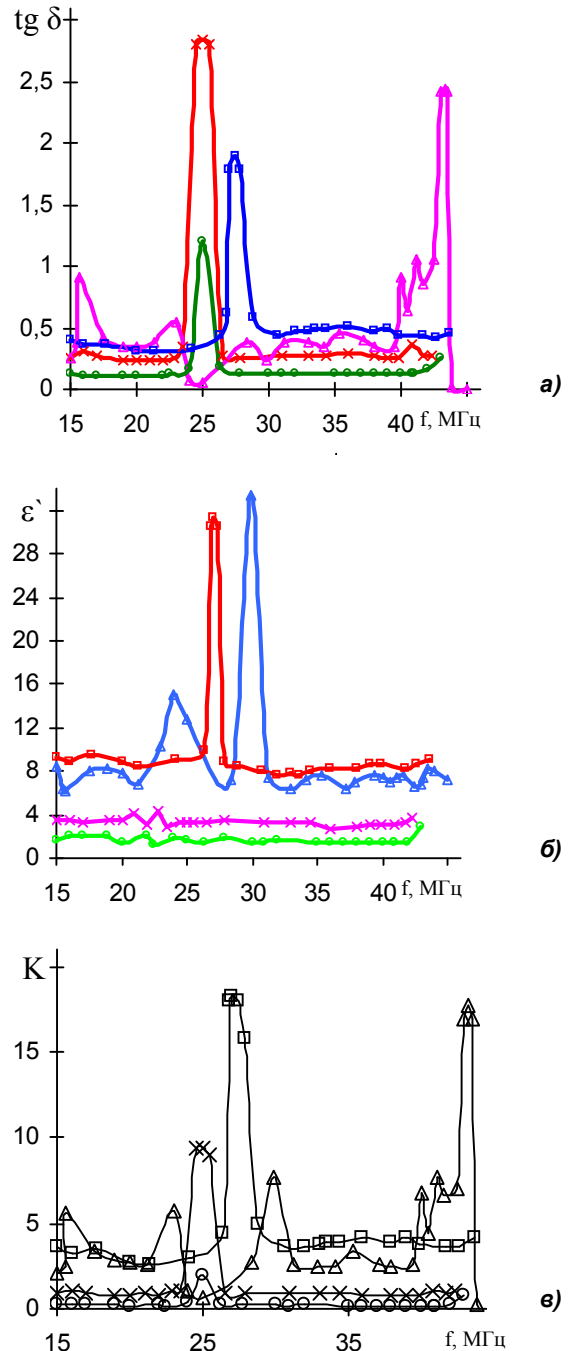


Рис. 1. Зависимость $\operatorname{tg} \delta$ (а), ε' (б) и K (в) от частоты электромагнитного поля при влажности, равной: – \square – 3,0%, – \triangle – 10,0%, – \times – 20,0%, – \circ – 30,0%.

Математическая обработка полученных данных позволила получить уравнения зависимости линейного типа, представленные в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Пределы измерения влажности	Температура абрикосов, °C	Полученное уравнение
3,0-30	100	$\text{tg}\delta=0,0839W-0,1031$ $\varepsilon''=0,4281W+1,5399$ $k=1,1326W-3,3761$
3,0-30	80	$\text{tg}\delta=0,0642W-0,0603$ $\varepsilon''=0,327W+1,7574$ $k=0,6857W-2,1847$
3,0-30	40	$\text{tg}\delta=0,0154W+0,0193$ $\varepsilon''=0,1277W+2,31$ $k=0,101W-0,2885$
3,0-30	27	$\text{tg}\delta=0,0052W+0,0346$ $\varepsilon''=0,0303W+2,6088$ $k=0,0194W+0,0653$

Полученные данные по анализу электромагнитных параметров позволят улучшить возможность для более подробного описания процесса сушки пищевых продуктов с использованием ТВЧ. Кроме того, полученные данные позволяют улучшить на должном теоретическом и практическом уровне процесс проектирования сушильных установок для абрикосов.

Кроме того, выявлено, что для осуществления процесса сушки абрикосов с применением ТВЧ следует использовать генератор ВЧ с рабочей частотой 27 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сканави Г. И. Физика диэлектриков (область слабых полей). Госиздат технико-теоретической литературы: М – Л.: 1949. – 497 с.

SUMMARY

Key words: apricot, frequency, dielectric properties.

There have been determined the dielectric properties of apricots frequency interval 27 MHz. There has also been revealed the importance of apricot humidity at which the dielectrical heating should be used.

CALENDAR

La 25 mai 1950 s-a născut la Frumoasa, Călărași, Nicolae BEJAN, doctor în fizică și matematică, conferențiar universitar, șeful catedrei de telecomunicații a Universității Tehnice a Moldovei, deținător al titlului „Inventator Emerit” al ex-URSS.

A absolvit în anul 1972 Institutul Politehnic din Chișinău, specialitatea dispozitive semiconductoare. În același an își începe la instituția nominalizată activitatea profesională și științifică, inițial în calitate de asistent la catedra dispozitive semiconductoare, iar apoi inginer, inginer superior, colaborator științific, colaborator științific superior, colaborator științific coordonator în Laboratorul de microelectronică.

În 1981 Nicolae BEJAN susține, la Institutul de Fizică Aplicată al AȘM, teza de doctor în fizică și matematică pe tema „Obținerea și studierea peliculelor epitaxiale InP și a compușilor solizi In-Ga-As-P”.

Este autorul a peste 220 de lucrări științifice și didactico-metodice, inclusiv 2 cărți și 9 invenții brevetate.