

CZU: 664.854:634.21:621.3.023

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЯДЕР АБРИКОС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЧ**

**Лупашко Андрей, Дикусар Галина, Боиштян Ольга,  
Гендов-Мошану Алена**  
(Технический Университет Молдовы )

Были проведены исследования по изучению процесса конвективной и комбинированной с использованием токов высокой частоты сушки ядер косточек абрикос сорта «Краснощекий». Были построены кривые сушки и скорости сушки, были рассчитаны кинетические характеристики процесса сушки в 1-ом и 2-ом периодах при различных напряженностях электромагнитного поля.

Prezentat la redacție la 07.06.09

CZU: 664.8.047:621.3.029.63:519.8:634.233

## **MODELULUL MATEMATIC AL PROCESULUI DE USCARE COMBINAT A FRUCTELOR DE VIȘINE CU UTILIZAREA MICROUNDDELOR ÎN REGIM DE OSCILAȚIE**

**Lupașco Andrei, prof.dr.hab.; Dicusar Galina, conf.dr.; Ghendov-Moșanu  
Aliona, conf.dr.; Boiștean Olga, conf.dr.**  
(Universitatea Tehnică a Moldovei)

În lucrare se prezintă modelul matematic parametric liniar al procesului de uscare ai vișinelor din soiul Șpanca prin metoda combinată: convecție și curenții de frecvență supraînaltă în regimul de oscilație. Pentru elaborarea modelului matematic parametric liniar al procesului de uscare combinat au fost folosite expresiile din toolboxul "Identificarea sistemelor" ale programului **Mathlab**. Modelul matematic a fost stabilit de dependența duratei de uscare, în funcție de temperatură, de nivelul de utilizare a puterii a magnetronului și de regimul de oscilație.

### **Introducere**

Dezvoltarea industriei de uscare a fructelor, mărirea cerințelor privind calitatea produsului și perfecționarea tehnologiei de prelucrare necesită elaborarea unei noi metode de uscare a fructelor care să asigure o calitate înaltă a produsului uscat, o reducere a consumului de resurse energetice, o automatizare, mecanizare și intensificare a procesului de uscare.

În majoritatea cazurilor intensitatea procesului de uscare este determinată de viteza de migrație a umidității din straturile centrale spre cele exterioare. Acest proces este determinat de structura materialului, de formele de legătură a umidității cu materialul etc.

De aceea pentru elaborarea procedeeelor noi de uscare s-a recurs la studiul proceselor de intensificare a deplasării umidității în interiorul materialului. Una dintre metodele moderne este cea a utilizării câmpurilor electromagnetice în procesul de uscare.

Pentru cercetări a fost ales soiul de vișine Șpanka, ca unul din cele mai răspândite în republică [1]. Uscarea fructelor de vișină de soiul Șpanka s-a efectuat prin metoda combinată (convectivă și microunde în regim de oscilație) [2].

Modelul matematic al procesului de uscare a vișinelor a fost stabilit de dependența duratei de uscare, în funcție de temperatură, de nivelul de utilizare a puterii a magnetronului și de regimul de oscilație.

### Metode și Materiale

Pentru elaborarea modelului matematic parametric liniar al procesului de uscare combinat au fost folosite expresiile din toolboxul ”**Identificarea sistemelor**” ale programului **Mathlab** [1]:

$$A(q)y(t) = \frac{B(q)}{F(q)}u(t - nk) + \frac{C(q)}{D(q)}e(t), \quad (1)$$

în care:  $y(\tau)$  - mărimea de ieșire în timp discret (deci este un vector);  $u(\tau)$  - mărimea de intrare în timp discret (un vector);  $e(\tau)$  - perturbația, care simbolizează eroarea de modelare, acțiunea exterioară necunoscută etc.;  $\tau$  - variabila timp discret (număr valori), cu valori în mulțimea numerelor întregi. În plus, în expresia (1) mai intervin cinci polinoame de argument  $q$ , ai căror coeficienți rezultă prin identificarea sistemelor.

$$A(q) = 1 + a_1q^{-1} + a_2q^{-2} + \dots + a_{na}q^{-na}, \quad (2)$$

$$B(q) = b_1 + b_2q^{-1} + b_3q^{-2} + \dots + b_{nb}q^{-nb+1}, \quad (3)$$

$$C(q) = 1 + c_1q^{-1} + c_2q^{-2} + \dots + c_{nc}q^{-nc}, \quad (4)$$

$$D(q) = 1 + d_1q^{-1} + d_2q^{-2} + \dots + d_{nd}q^{-nd}, \quad (5)$$

$$F(q) = 1 + f_1q^{-1} + f_2q^{-2} + \dots + f_{nf}q^{-nf}. \quad (6)$$

În aceste relații operatorul de întârziere (argumentul  $q$ , sau echivalentul său  $z$  dacă se utilizează transformata  $Z$  din domeniul discret) are expresia, de exemplu pentru mărimea de intrare  $u(\tau)$ :

$$q^{-i}u(t) = u(t - i), \quad (7)$$

iar  $na$ ,  $nb$ ,  $nc$ ,  $nd$ ,  $nf$  reprezintă ordinul fiecăruia din cele cinci polinoame. În plus, în relația (1) mărimea  $nk$  constituie numărul elementelor întârziatoare pe relația intrare-ieșire.

Forma particulară al modelului generalizat (1), abordată de toolboxul ”**Identificarea sistemelor**” al mediului de programare **Mathlab** este: modelul de tip **AutoRegresiv** cu **Medie Alunecătoare** controlat (cu intrări **eXogene**), deci **ARMAX**, care rezultă pentru:

$$\begin{cases} nd = nf = 0 \\ D(q) = F(q) = 1 \end{cases}, \quad (8)$$

adică are forma:

$$A(q)y(t) = B(q)u(t - nk) + C(q)e(t). \quad (9)$$

### Rezultate și Discuții

Modelul matematic parametric liniar generalizat pentru toate nivelurile de putere, temperaturile și regimurile de oscilație cu care s-au desfășurat cercetările experimentale (deci pentru toate valorile avute la dispoziție), pe noi n-e interesa timpul maxim de uscare, adică cel corespunzător umidității minime, este redat în fig.1, unde apar și coeficienții modelului matematic.

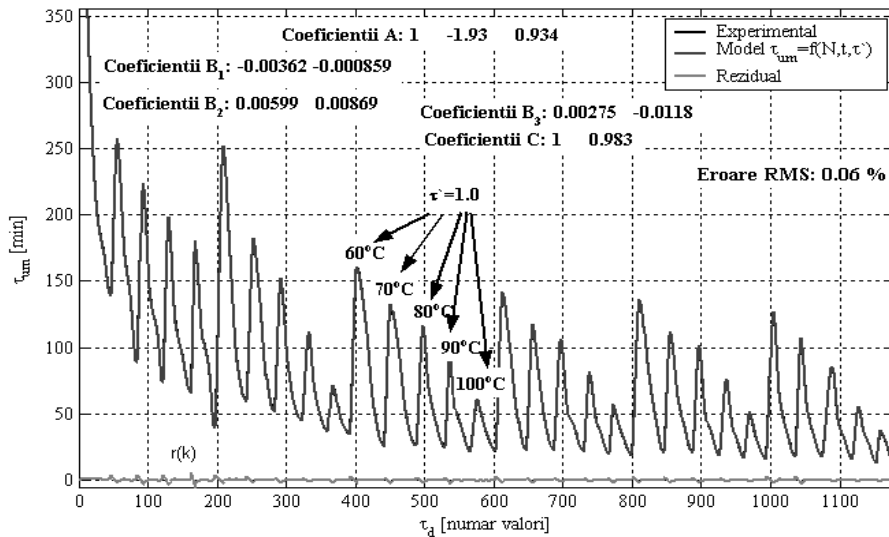


Fig. 1. Timpul de uscare maxim în funcție de nivelul de utilizare a puterii nominale, de temperatură și de regimul oscilație – model generalizat

Pe baza fig.1 rezultă ecuația cu diferențe:

$$t_{um}(k) - 1,93t_{um}(k-1) + 0,934t_{um}(k-2) = -0,0036N(k) - 0,00086N(k-1) + 0,006t(k) + 0,0087t(k-1) + 0,00275t'(k) - 0,0118t'(k-1) + r(k) + 0,983r(k-1) \quad (10)$$

din care se obțin cele patru funcții de transfer.

Funcția de transfer aferentă nivelului de putere, exprimată în domeniul discret (de argument  $z$ ) este:

$$H_{\tau_u N}(z) = \frac{B_1(z)}{A(z)} = \frac{\tau_u^N(z)}{N(z)} = \frac{-0,0036z - 0,00086}{z^2 - 1,93z + 0,934}. \quad (11)$$

Funcția de transfer corespunzătoare temperaturii este:

$$H_{\tau_u t}(z) = \frac{B_2(z)}{A(z)} = \frac{\tau_u^t}{t(z)} = \frac{0,006z + 0,0087}{z^2 - 1,93z + 0,934}. \quad (12)$$

Funcția de transfer corespunzătoare regimului de oscilație:

$$H_{\tau_u} \tau'(z) = \frac{B_3(z)}{A(z)} = \frac{\tau_u'(z)}{\tau'(z)} = \frac{0,0027z - 0,0118}{z^2 - 1,93z + 0,934}. \quad (13)$$

Funcția de transfer ce aparține rezidualului are expresia:

$$H_{\tau_u} r(z) = \frac{C(z)}{A(z)} = \frac{\tau_u^r(z)}{t(z)} = \frac{z + 0,983}{z^2 - 1,93z + 0,934}. \quad (14)$$

### Concluzii

Din fig.1 se constată, că practic anvelopa experimentală și cea modelată coincid, rezidualul  $r$  are valori mici, iar eroarea de modelare la RMS este de 0,06 %. De asemenea, graficul din fig.1. arată că este suficient un model matematic printr-o ecuație cu diferențe de ordin mic, respectiv de ordinul doi. Modelul matematic al procesului de uscare combinat, în dependența de durata procesului de uscare în funcție de temperatură, de nivelul de utilizare a puterii nominale a magnetronului, de regimul de oscilație dă posibilitatea de a se realiza procesul de uscare în instalații industriale, în regim automat.

### Bibliografie

1. Dicusar, G., Lupașco, A., Moșanu, A. Caracteristica vișinei cultivate în Moldova ca obiect al procesului de uscare. Alimentele și sănătatea la începutul mileniului III. Editura Academică, Galați, 2001, p.252-253.
2. Moșanu, A. Contribuții teoretice și experimentale privind procesul de uscare a vișinelor cu folosirea microundelor. Rezumatul tezei de doctor în științe tehnice, Chișinău. 2005.-p. 12.
3. \*\*\* *Statistic Toolbox for Use with Matlab, 2002*, <http://mathworks.com>.

CZU: 664.8.047:621.3.029.63:519.8:634.233

## MODELULUL MATEMATIC AL PROCESULUI DE USCARE COMBINAT A FRUCTELOR DE VIȘINE CU UTILIZAREA MICROUNDELOR ÎN REGIM DE OSCILAȚIE

**Lupașco Andrei**, Professor, Doctor Habilitat; **Dicusar Galina**, Associate Professor, PhD; **Ghendov-Moșanu Aliona**, Associate Professor, PhD;  
**Boiștean Olga**, Associate Professor, PhD  
(Universitatea Tehnică a Moldovei)

This work represents the linear parametric mathematical model of the cherries drying process from the "Șpanka" sort, using the combined methods: convection and high-frequency currents in oscillatory mode of operation. To elaborate the linear parametric mathematical model of the combined drying process were used expressions from the toolbox. "Systems identification" of the Matlab program. The mathematical model was established according to drying period, temperature, level of magnetron power usage and oscillatory mode of operation

Prezentat la redacție la 17.08.09