

KORIŠĆENJE ENERGIJE MIKROTALASA ZA SUŠENJE PROIZVODA OD BREZE ZA IZRADU NAMEŠTAJA

V. P. Galkin,
Moskovski državni univerzitet
šumarstva, Moskva, Rusija

Kao što je poznato [1 i 2], prenos vlage u materijalu koji se suši u osnovi se odigrava pod dejstvom sila koje su rezultat postojanja gradijenata vlažnosti, temperature i pritiska. U savremenoj tehnologiji niskotemperaturnog konvektivnog procesa sušenja rezane građe u komori sa vlažnim vazduhom, kretanje vlage ka površini nastupa kao rezultat gradijenta vlage [3 i 4]. Gradijent temperature koji postoji u ovom procesu sušenja i koji je suprotnog smera, zanemaruje se. Pošto se proces sušenja odvija pri temperaturi nižoj od temperature ključanja vode, gradijent pritiska ne postoji. Treba naglasiti da povišenje temperature okoline doprinosi povećanju vrednosti gradijenta temperature. To znači da tradicionalna tehnologija ne omogućava dejstvo svih sila koje izazivaju prenos u jednom smeru.

Ključne reči: energija; mikrotalas; sušenje; nameštaj; breza

USE OF MICROWAVE ENERGY FOR DRYING THE BIRCH PRODUCTS FOR MAKING THE FURNITURE

It is well known [1 & 2] that the moisture transfer in a drying materijal basically happens under the acting of forces which are the result of existing gradients of moisture, temperature and pressure. In the modern technology of low-temperature planing mill product convective drying process in the chamber with humid air, moving moisture toward surface takes place as the result of the moisture gradient [3 & 4]. The temperature gradient that exists in this drying process and that has opposite direction is negligible. Since the drying process takes place under the temperature lower than boiled water temperature, the pressure gradient doesn't exist. It should be underlined that raising the ambient temperature contribute to increasing the temperature gradient value. This means that traditional technology doesn't enable the effect of all forces that provoke the transfer in one direction.

Key words: energy; microwave; drying; furniture; birch

Promena smera gradijenta temperature je moguća brzo promenljivim elektromagnetnim poljem, koje se stvara u komori za sušenje. Takvo polje se može ostvariti mikrotalasnim zračenjem. Mikrotalasnim se naziva zračenje u oblasti super visokih frekvencija. (Autor poistove-

ćuje ovaj način sušenja sa dielektričnim načinom sušenja.)

Površinski fluks (W/cm^3), koji se apsorbuje od strane materijala i koji se pretvara u toplotu definiše se izrazom:

$$P = 5,55 \cdot \varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot f \cdot E^2 \cdot 10^{-11} \quad (1)$$

gde je:

ε' – dielektrična konstanta,

$\operatorname{tg} \delta$ – tangens ugla dielektričnih gubitaka,

f – frekvencija, Hz,

E – linijski napon između ploča, u materijalu, V/m.

Za industrijsko korišćenje preporučuju se vrednosti frekvencija 460, 915 i 2450 MHz.

Dubina prodiranja talasa u materijal (Δ , cm) karakteriše se rastojanjem, na kojem je vrednost napona polja manja e puta u poređenju sa vrednošću na površini materijala i definiše se izrazom:

$$\Delta = \frac{\lambda_0}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{2}{\varepsilon'} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} - 1 \right]^{0,5}, \quad (2)$$

gde je λ_0 dužina elektromagnetnih talasa u vazduhu.

Izraz (2) pokazuje da dubina prodiranja Δ raste sa povećanjem talasne dužine, a to znači sa smanjenjem frekvencije. Vrednost dubine prodiranja pri frekvenciji od 2450 MHz za dielektrične parametre sirovog drveta iznosi svega 10 cm. Iz ovih razloga razmatrani dijapazon frekvencija ne može se iskoristiti za sušenje složaja rezane građe. Parametri prodiranja talasa u složaj rezane građe, u zavisnosti od širine složaja i debljine letvica, podloški, razmatrani su u radovima [6 i 7]. Za dobijanje dozvoljenih karakteristika temperaturskog polja u složaju rezane građe, koeficijent α približno određen iz jednačine (3) mora biti manji od 2 db:

$$\alpha = [(\pi \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \sqrt{\varepsilon_0}) / \lambda_0] \quad (3)$$

Vrednost frekvencije od 460 KHz omogućava da se dobije najravnomernije temperaturno polje u složaju rezane građe širine do 1,5 m. Međutim, ova vrednost frekvencije je neostvarljiva sa tehničkim rešenjima koja danas postoje (oblast dovođenja i raspodele energije materijalu).

Najdostupnija rešenja su ona koja ostvaruju frekvenciju od 915 MHz. Lampe generatori magnetroni dozvoljavaju pojavu radnih režima snaga od 50 kW. Maksimalna širina složaja, koja obezbeđuje ravnornost temperaturnog polja, iznosi 100 cm.

Kombinacija energije mikrotalasa sa običnim konvektivnim procesom sušenja omogućava znatno sniženje vrednosti potrebne energije i znatno kraće vreme sušenja. Postrojenje za sušenje u ovom slučaju sastoji se od dva glavna sistema: konvektivne komore i mikrotalasnog generatora sa elementima prenosa i dovođenja energije materijalu. U svojstvu izvora toplote konvektivnog dela koriste se električni zagrejači. Izvor toplote i oprema za ventilaciju postavljeni su iznad složaja. Pri tome se ostvaruje vertikalno poprečno strujanje agensa sušenja. U istom prostoru postavljen je sistem provodnika talasa sa razdelnicima snage.

Specifičnost postrojenja je da se energija mikrotalasa deli podjednako između četiri ozračivača, koji usmeravaju energiju mikrotalasa na ekrane, koji formiraju četiri uska vertikalna snopa. Talasi se prostiru niz složaj ozračujući ga sa dve bočne strane. Rasprostiranje energije mikrotalasa omogućava suštinsko poboljšanje karakteristika polja temperature u složaju. U vezi sa anizotropnom građom drveta, pojavljuju se različite dielektrične karakteristike u pojedinim zonama dasaka, što izaziva različito zagrevanje tih mesta u procesu dejstva zračenja. Ako nema zračenja, a to znači kada se smer talasa promeni, nastupa prenos energije između tih slojeva, na račun provođenja toplote, što dovodi do ujednačavanja temperaturnog polja.

Snaga izvora mikrotalasa može se menjati u granicama od 10 do 50 kW, regulišući temperaturu unutrašnjih zona daske. Promenom temperature i relativne vlažnosti agensa sušenja moguće je regulisati intenzitet procesa sušenja. Povećanje broja faktora koji definišu parametre prenosa materije, daje mogućnost razrade različitih režima sušenja koji definišu intenzitet i cenu procesa.

Postrojenje je namenjeno za sušenje delova za izradu brezovog nameštaja. Složaj rezane građe formira se iz tri palete dužine oko 2 m. Delovi su dimenzija 40 x 60, do 100 x 100 mm. U prvoj etapi sušenja, posle puštanja u rad postrojenja, sušenje se izvodi pri normalnom režimu s povećanjem temperature u centralnim zonama daske, za 4 do 5°C u odnosu na temperaturu agensa sušenja. Ovim se obezbeđuje povećanje brzine sušenja, približno 2 puta (brzina sušenja je porasla od 0,4 do 1,1 %/h).

Imajući u vidu da je 1 kW energije super visoke frekvencije približno 2 puta skuplji od energije koja se koristi iz mreže, očigledno je da korišćenje mekših nisko-temperaturnih režima sušenja nije opravdano, pri kojima se energija mikrotalasa koristi za isparavanje vlage. Celishodnije je koristiti režime sušenja sa višom temperaturom i vlažnošću agensa sušenja. Takvi režimi obezbeđuju suv materijal druge kategorije kvaliteta, troše-

ći pri tom 12,1 do 1,3 kWh električne energije po 1 kg isparele vlage.

Komadi breze debljine do 60 mm osuše se za 48 h pri temperaturi okoline od 95°C i psihometrijskoj razlici od 5°C. Pri tome se temperatura materijala održava na 100°C. Komadi dimenzija 100 x 100 mm mogu se osušiti za 72 h.

Pri većim vrednostim početne vlažnosti ostvaruje se najintenzivnije sušenje. Od početne vlažnosti drveta do vlažnosti od 20 do 25%, brzina sušenja iznosi 5%/h. U procesu sušenja komada debljine 40 mm javlja se gradijent vlažnosti u površinskoj zoni debljine 5 do 7 mm, vrednosti 10%. U dubljim slojevima vrednost gradijenta vlažnosti ne prelazi 3%.

Literatura

- [1] **Likov, A. V.**, *Teorija teploprovodnosti*, M. Visšaja škola, 1967.
- [2] **Likov, A. V.**, *Teorija suški*, M. Energija, 1968.
- [3] **Šubina, G. S.**, *Suška i teplovaja obrabotka drevesini*, M. Ljesnaja promišljenost, 1990.
- [4] **Sergovskij, P. S., A. I. Rasev**, *Gidrotermičeskaja obrabotka i konzervirovanije drevesini*, M. Ljesnaja promišljenost, 1987.
- [5] **Pjušner, G.**, *Nagrev energiji svjerhvisokoj častot*, M. Energija, 1968.
- [6] **Galkin, V. P., V. N. Gromiko**, *Povišenje efektivnosti ispolzovanija mikrovolnoj energiji raznih rabočih častot dlja suški pilomaterijalov*, M. Derevoobrabativaljuščaja promišljenost, 1997, No. 4, str. 20–21.
- [7] **Galkin, V. P., V. N. Gromiko**, *Vlijanije moščnosti SVF – energii na kačestvo i pročnosti drevesini*, materijali 2 međunarodno simpozijum "Stroenie svojstva i kačestvo drevesini 96", M. MGUL, 1997. str. 148–151.

**PROCESNA
TEHNIKA**

PRIKAZ INFRACRVENE, EKOLOŠKE, UNIVERZALNE MINI SUŠARE ICEUSE-1^{*)}

1. Opšte napomene

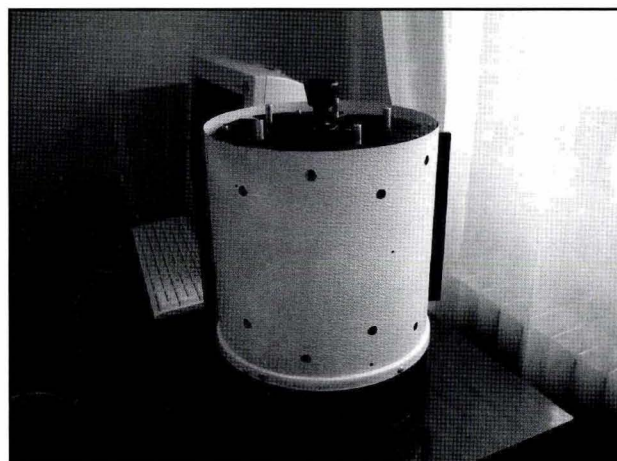
Infracrvena, ekološka, univerzalna sušara, malog kapaciteta, na bazi indirektnog korišćenja električne energije kao izvora toplote, ICEUSE-1/220-1, namenjena je za sušenje bioloških materijala za sopstvene potrebe domaćinstava.

2. Konstrukcija sušare

Osnovni elementi ovog rešenja su: komora za sušenje u čijem centru je postavljen infracrveni grejač, elektromotor, sistem za pogon cilindara, zaštitna obloga komore za sušenje, kabl za uključivanje u mrežu, cilindar za smeštaj materijala u toku rada odnosno procesa sušenja, vi-

ljuška za skidanje cilindara posle završetka procesa sušenja, potenciometar za regulisanje temperature u komori za sušenje pomoću termostata i prekidač za uključivanje i isključivanje rada elektromotora.

Grejač je napravljen od nikel-hrom žice u obliku spirale koja je postavljena na keramički štapa sa zaštitnom oblogom od kvarcnog stakla.



^{*)} Ovo rešenje je rezultat istraživanja na projektu NPEE 306 74-B.