

## ОПТИМАЛНИ ТЕМПЕРАТУРИ ЗА ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО ПРИ ПАРЕЊЕ НА БУКОВИ ТРУПЦИ

Бранко РАБАЦИСКИ, Горан ЗЛАТЕСКИ<sup>1)</sup>

### АПСТРАКТ

Пластификација на букови трупци за изработка на лупен фурнир.  
Услови на истражување, зимски и летен период, релативна влажност на воздухот од 48,0 до 70,0 % и температура од - 8 до 32 °C.  
Температура во јамата за парење (зимски период), минимална 81,07 °C максимална 83,61 °C, средна 82,11 °C.  
Оптимална температура за пластификација на трупците (зимски период), дијаметар од 36,0 до 75,0 cm, минимална 72,67 °C, максимална 75,3 °C, средна 73,79 °C.  
Температура во јамата за парење (летен период), минимална 87,02 °C максимална 88,53 °C, средна 87,8 °C.  
Оптимална температура за пластификација на трупците (летен период), дијаметар од 33,0 до 62,0 cm, минимална 70,23 °C, максимална 78,08 °C, средна 75,31 °C.

**Клучни зборови:** бука, температура, пластификација.

### 1. ВОВЕД

При топлинската обработка пластификација на дрвото како агенс за загревање се користи заситена водена пара, жешка вода или високофреквентна струја (VFS). Хидротермичката постапка „парење“ за смекнување или пластификација на дрвото (суровина) е од големо значење во технологијата на производство на лупен и сечен фурнир.

Суровината која термички се обработува може да биде во обла форма, делумно или наполно обработена. Обла форма ја дефинираат трупците за производство на лупен фурнир, а во делумно обработена форма се опфатени призмите или фличевите (плансони) за изработка на сечени фурнирски листови. Во наполно обработена форма се дрвените елементи кои по пластификацијата и вештачкото термичко сушење се користат за потребите на мебелната индустрија, амбалажа и сл.

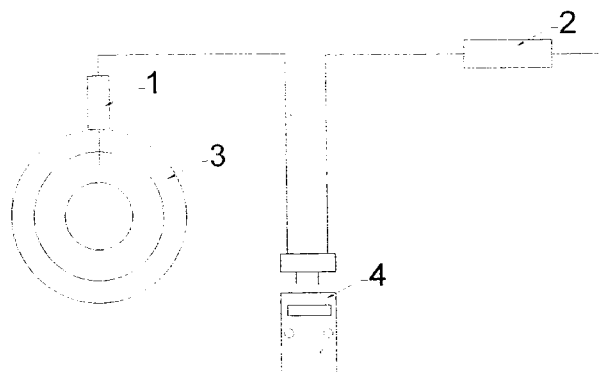
Пластификацијата на суровината во производството на лупен фурнир се врши во јами, така што во одреден временски интервал се одржува температура и релативна влажност на воздухот. Според законот на физиката за пренесување на топлина, температурата на агенсот во почетокот е повисока од температурата на дрвото и настанува премин од потопла кон постудена средина, односно отпочнува процесот на загревање. Брзината на пренесување на топлина во текот на пластификацијата на дрвото ќе зависи од дрвниот вид, почетна влажност на суровината, температура на дрвото, температура и притисок на агенсот за пластификација, временскиот период итн.

Во овој труд предмет на испитување е суровина од буково дрво на која според применет метод на пластификација ќе се утврди оптималната температура и времетраењето на омекнување на дрвото.

<sup>1)</sup> Д-р Бранко Рабациски, редовен професор, Шумарски факултет, Скопје, Република Македонија  
Д-р Горан Златески, доцент, Шумарски факултет, Скопје, Република Македонија

## 2. МЕТОД НА РАБОТА

Определувањето на оптималните температури за пластификација на буковото дрво е извршено во зимски и летен период од годината. Допремената суровина пред парењето на складот за трупци, најпрвин механички е очистена од нечистотии (кал, песок и сл) и трупците во однос на средниот дијаметар се класирани во дебелински класи. Мерењето на дијаметрите е вршено со метална клупа. Со електронски влагомер е мерена нивната почетна влажност, а со дигитален термометар температурата на буковите трупци. За пратење на промената на релативната влажност на воздухот е користен хигрометар. Подготвените трупци распоредени во 3 односно 4 дебелински класи со портална дигалка се внесувани во јамата за парење. За определување на оптималната температура на пластификација на растојание на на 1,0 m од челото на трупец и во длабочина од 10 – 12 cm е поставена сонда поврзана со инструмент за регистрација на покачувањето или намалувањето на температурата (слика 1). На инструментот во исто време е прикачена и уште една мерна сонда со која се следеше температурата што владее во јамата. Податоците се обработени по методот од математичко – варијациоата статистика.



1. Сонда за мерење на температура на трупец  
/ *Sonde for temperature measuring of log*
2. Сонда за мерење на температура во јама  
/ *Sonde for temperature measuring in the pit*
3. Напречен пресек на трупец / *Cross section of the log*
4. Инструмент / *Instrument*

Слика 1. Местоположба на сондата за мерење на температурата во однос на широчината на сортиментот

Figure 1. Temperature sonde positioning in regards to width of the wood

## 3. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Истражувањата за оптималните температури за пластификација на буковите трупци се вршени во зимски и летен период од годината.

Во табелата 1 се прикажани основните податоци за суровината пред пластификација (парење) во зимскиот период.

Табела 1. Параметри на букови трупци, l = 4,0 m, пред пластификација  
(зимски период)

Table 1. Parameters of the beech logs, l – 4,0 m, before plastification  
(winter period)

Ред. број	Среден дијаметар	Влажност на трупци пред парење W[%]	Температура на трупци пред парење tz [о С]
Ord. number	Middle diameter	Moisture of the logs before steaming	Temperature of the logs before steaming
1	2	3	4
	36; 40; 40; 42; 45; 38;	56.5; 47.1; 48.5; 55.5; 54.2; 51.2;	4.5; 5.4; 4.8; 4.3; 4.7; 4.5;
	40; 36; 38; 44; 45; 41;	55.5; 57.7; 56.2; 53.1; 48.2; 55.6;	3.1; 4.7; 5.2; 5.3; 4.9; 5.4;
	40; 39; 47; 46; 40; 39;	52.2; 53.7; 47.5; 54.7; 54.2; 60.2;	3.4; 4.8; 3.4; 3.2; 4.6; 4.6;
	37; 38; 40; 40; 40; 40;	55.7; 59.5; 48.2; 56.2; 57.5; 55.5;	4.8; 5.2; 5.4; 5.0; 4.7; 4.4;
	40; 38; 39; 40; 39; 37;	55.6; 54.7; 49.6; 55.9; 54.5; 56.6;	4.6; 4.9; 4.5; 4.3; 4.6; 4.6;
	41; 38; 40; 42; 38; 40;	48.9; 49.8; 50.6; 55.6; 54.2; 52.2;	4.5; 4.6; 4.9; 4.8; 4.6; 4.9;
	38; 37; 40; 39; 38; 39;	50.5; 51.7; 56.2; 48.3; 52.8; 54.4;	4.3; 4.5; 4.2; 3.0; 4.4; 4.5;
	41; 35; 41; 40; 39; 40;	49.5; 49.2; 49.8; 55.2; 58.3; 59.4;	4.6; 3.0; 4.6; 4.3; 4.3; 4.9;
	37; 54; 45; 46; 55; 48;	50.5; 52.2; 54.8; 49.5; 49.5; 48.8;	3.9; 4.3; 4.3; 4.2; 4.3; 4.8;
1	49; 53; 52; 55; 48; 46;	52.2; 54.5; 58.9; 60.1; 59.3; 49.4;	4.0; 4.5; 4.4; 4.1; 3.3; 3.0;
	52; 49; 54; 45; 52; 49;	48.4; 50.7; 51.5; 50.2; 49.8; 48.2;	4.2; 4.2; 4.3; 4.0; 4.1; 4.4;
	58; 50; 59; 45; 53; 55;	53.1; 48.3; 55.6; 57.7; 50.4; 53.6;	4.2; 4.1; 4.0; 4.8; 4.7; 5.0;
	55; 50; 64; 51; 53; 60;	55.7; 49.8; 48.6; 57.7; 53.1; 52.2;	4.5; 4.4; 4.2; 4.3; 4.6; 4.8;
	62; 56; 62; 65; 60; 58;	47.3; 49.8; 48.7; 47.5; 58.9; 52.5;	4.0; 3.1; 4.3; 4.3; 4.7; 4.7;
	52; 62; 57; 58; 52; 61;	56.6; 57.1; 48.8; 50.6; 49.9; 55.5;	4.4; 4.4; 4.3; 4.6; 5.1; 4.8;
	59; 69; 68; 65; 52; 61;	48.9; 54.1; 49.9; 50.2; 51.6; 48.3;	4.9; 4.5; 5.1; 4.3; 4.2; 4.7;
	65; 64; 70; 53; 55; 68;;	55.2; 49.2; 54.7; 60.3; 50.9; 48.9;	4.4; 5.2; 4.3; 4.4; 4.8; 4.6;
	70; 64; 69; 74; 68; 55;	50.1; 47.8; 47.5; 48.2; 55.6; 56.5;	4.7; 4.9; 4.6; 4.5; 4.5; 4.4;
	70; 65; 63; 54; 68; 70;	48.5; 53.1; 48.2; 57.7; 56.5; 48.3;	4.0; 4.4; 3.3; 4.2; 4.4; 4.6;
	70; 55; 72; 70; 71; 71.	51.5; 54.3; 49.6; 50.4; 49.8; 56.6.	4.5; 4.3; 5.4; 4.7; 4.5; 4.2.

Може да се констатира дека се анализирани 120 трупци со дијаметар од 36,0 до 72,0 см. Влажноста на суровината пред парење е во граница од 47,1 до 60,1 % и температура од 3,0 до 5,4 °С.

Користејќи ги податоците од табелата 1, статистички пресметаните вредности за средниот дијаметар, влажноста и температурата на трупците се прикажани во табелата 2. Може да се забележи дека средниот дијаметар на испитуваната суровина изнесува  $50,63 \pm 1,027$  см, средната влажност е  $52,64 \pm 0,329$  %, средната температура  $4,43 \pm 0,046$  °С.

Табела 2. Статистички вредности за букови трупци пред пластификација  
(зимски период)  
Table 2. Statistical values for beech logs before plastification  
(winter period)

Ред. број Ord. number	Параметри	Parameters	$x_{sr} \pm f_{xsr}$	$s \pm fs$	$V \pm fv$
1	2		3	4	5
1	Среден дијаметар $d_{sr}$ [cm]	Middle diameter $d_{sr}$ [cm]	$50.63 \pm 1.02$	$11.11 \pm 0.72$	$21.94 \pm 1.50$
2	Влажност на трупците $W_z$ [%]	Moisture of the logs $W_z$ [%]	$526475 \pm 0.32$	$3.61 \pm 0.23$	$6.86 \pm 0.44$
3	Температура на трупците $t_z$ [°C]	Temperature of the logs $t_z$ [°C]	$4.43 \pm 0.046$	$0.50 \pm 0.03$	$11.37 \pm 0.74$

Во табелата 3 се прикажани параметрите за буковите трупци анализирани во летниот период од годината, а во табелата 4 резултатите за статистички пресметаните вредности за средниот дијаметар, влажноста пред пластификација и нивната средна температура. Може да се заклучи дека дијаметарот на трупците се движи во граница од 33,0 до 59,0 cm, средно изнесува  $4,168 \pm 0,72$  cm, влажноста од 46,2 до 51,2 %, средно  $49,05 \pm 0,14$ , и температура  $17,90 \pm 0,22$  °C.

Технолошки процесот на пластификација на буковите трупци за добивање на лупен фурнир се одвива во три фази и тоа: фаза на загревање, фаза на пластификација и фаза на ладење. Времетраењето на циклусот на пластификација изнесува 72 h.

Врз основа на регистрираните податоци со електронскиот инструмент за оптималната температура за пластификација на суровината и вредностите за температурата во јамата, статистички пресметаните вредности во однос на дебелинските класи (зимски период) се прикажани во табелите 5 и 6.

Технолошки процесот на пластификација на буковите трупци за добивање на лупен фурнир се одвива во три фази и тоа: фаза на загревање, фаза на пластификација и фаза на ладење. Времетраењето на циклусот на пластификација изнесува 72 h.

Врз основа на регистрираните податоци со електронскиот инструмент за оптималната температура за пластификација на суровината и вредностите за температурата во јамата, статистички пресметаните вредности во однос на дебелинските класи (зимски период) се прикажани во табелите 5 и 6.

Табела 3. Параметри на букови трупци, l = 4,0 m, пред пластификација  
(летен период)

Table 3. Parameters of the beech logs, l – 4,0 m, before plastification  
(summer period)

Ред. број	Среден дијаметар	Влажност на трупци пред парење W[%]	Температура на трупци пред парење tz [° C]
Ord. number	Middle diameter	Moisture of the logs before steaming	Temperature of the logs before steaming
1	2	3	4
	36; 50; 50; 33; 53; 51;	48.5; 49.1; 50.8; 51.1; 47.5; 48.8;	24.5; 14.7; 18.3; 15.4; 16.3; 16.7;
	33; 36; 33; 46; 47; 36;	49.3; 49.6; 48.9; 50.3; 46.9; 48.6;	16.7; 18.3; 19.0; 15.9; 16.3; 17.2;
	42; 38; 34; 37; 37; 35;	50.4; 49.3; 49.2; 51.2; 46.8; 47.3;	15.4; 16.8; 18.4; 18.5; 16.8; 16.7;
	39; 47; 37; 38; 34; 42;	46.5; 46.7; 48.9; 50.5; 49.8; 51.2;	16.4; 16.9; 18.5; 17.7; 16.9; 17.4;
	44; 55; 40; 34; 33; 37;	49.0; 49.5; 50.5; 48.4; 51.2; 48.7;	17.3; 16.4; 19.8; 18.4; 19.2; 16.9;
	33; 35; 44; 48; 55; 52;	51.2; 47.5; 47.4; 48.6; 51.0; 51.5;	17.4; 16.5; 17.4; 18.2; 17.9; 16.4;
	41; 42; 37; 35; 34; 33;	48.5; 50.9; 48.9; 47.8; 50.7; 50.3;	18.2; 16.9; 16.7; 17.1; 17.2; 16.8;
1	33; 38; 59; 38; 43; 39;	49.7; 49.8; 50.1; 46.8; 50.5; 50.2;	20.8; 16.4; 18.7; 16.9; 19.4; 20.2;
	44; 36; 38; 45; 37; 45;	48.2; 49.2; 48.5; 48.2; 47.9; 49.9;	18.4; 25.9; 15.5; 17.1; 18.2; 16.9;
	45; 35; 55; 35; 35; 38;	50.5; 48.4; 49.8; 51.0; 51.2; 46.5;	16.7; 16.5; 18.8; 19.1; 19.4; 16.5;
	35; 38; 55; 48; 40; 42;	50.2; 50.1; 48.8; 47.3; 46.8; 48.6;	19.4; 18.5; 17.2; 16.4; 26.7; 26.7;
	45; 38; 49; 36; 38; 44;	48.4; 49.5; 48.5; 48.2; 46.5; 49.1;	25.9; 18.4; 19.6; 19.1; 18.2; 17.0
	45; 41; 40; 39; 55; 44;	49.1; 50.3; 48.4; 49.5; 47.2; 47.2;	16.8; 17.2; 17.4; 18.5; 17.7; 16.8;
	44; 40; 42; 58; 37; 41;	50.5; 51.0; 50.2; 48.2; 48.8; 49.4;	18.2; 20.4; 17.9; 16.9; 19.4; 16.7;
	54; 55; 41; 42; 35; 37;	48.2; 49.0; 47.3; 46.5; 46.2; 48.1;	16.4; 16.6; 17.3; 18.4; 17.2; 17.2;
	42; 37; 53; 38; 34; 59;	49.8; 49.0; 47.4 49.2 50.5; 50.8.	16.7; 16.3; 18.4; 17.3; 19.2; 16.3.

Табела 4. Статистички вредности за букови трупци пред пластификација  
(летен период)

Table 4. Statistical values for beech logs before plastification  
(summer period)

Ред. број	Параметри	Parameters	$\bar{X}_{sr} \pm f_{xsr}$	$s \pm f_s$	$V \pm f_v$
Ord. number					
1	2		3	4	5
1	Среден дијаметар $d_{sr}$ [cm]	Middle diameter $d_{sr}$ [cm]	41,68 ± 0,72	7,02 ± 0,50	16,84 ± 1,25
2	Влажност на трупците $W_z$ [%]	Moisture of the logs $W_z$ [%]	49,05 ± 0,14	1,39 ± 0,10	2,83 ± 0,20
3	Температура на трупците $t_z$ [° C]	Temperature of the logs $t_z$ [° C]	17,90 ± 0,22	2,21 ± 0,16	12,34 ± 0,90

Табела 5. Статистички вредности за оптималната температура за  
пластификација на буковите трупци  
(зимски период)  
Table 5. Statistical values of the optimal temperature for plastification of a beech logs  
(winter period)

Ред. број	Дебелинска класа	$\bar{X}_{sr} \pm f_{xsr}$	$s \pm fs$	$V \pm fv$
Ord. number	Class of thickness			
1	2	3	4	5
1	35,1- 45,0	$74,00 \pm 1,59$	$4,19 \pm 1,12$	$5,66 \pm 1,51$
2	45,1- 55,0	$72,67 \pm 1,64$	$4,33 \pm 1,15$	$5,96 \pm 1,59$
3	55,1- 65,0	$73,20 \pm 1,45$	$3,85 \pm 1,03$	$5,26 \pm 1,41$
4	65,1 - 75,0	$75,30 \pm 1,68$	$4,43 \pm 1,18$	$5,88 \pm 1,57$

Табела 6. Статистички вредности за температурата во јамата  
(зимски период)  
Table 6. Statistical values for the pit temperature  
(winter period)

Ред. број	Дебелинска класа	$\bar{X}_{sr} \pm f_{xsr}$	$s \pm fs$	$V \pm fv$
Ord. number	Class of thickness			
1	2	3	4	5
1	35,1- 45,0	$81,07 \pm 0,33$	$0,87 \pm 0,23$	$1,07 \pm 0,28$
2	45,1- 55,0	$81,44 \pm 0,41$	$1,08 \pm 0,29$	$1,33 \pm 0,35$
3	55,1- 65,0	$82,38 \pm 0,56$	$1,49 \pm 0,39$	$1,81 \pm 0,48$
4	65,1 - 75,0	$83,61 \pm 0,46$	$1,23 \pm 0,33$	$1,47 \pm 0,39$

Од податоците може да се констатира дека оптималната температура за пластификација на буковите трупци (зимски период) се движи во граница од 72,67 до 75,30 °C со просечно отстапување од 1,5 °C. Средната оптимална температура изнесува  $73,79 \pm 0,50$  °C. Во истиот период податоците за температурата во јамата покажуваат вредност од 81,07 до 83,61 °C, средно  $82,11 \pm 0,49$  °C.

Статистички пресметаните вредности за оптималната температура за пластификација на буковите трупци и температурата во јамата за парење (летен период) се прикажани во табелите 7 и 8.

Од изнесените резултати може да се заклучи дека во однос на дебелинските класи, оптималната температура на пластификација на дрвото во летниот период се движи од 70,23 до 78,08 °C, со просечно отстапување околу 3 °C. Средната оптимална температура изнесува  $75,31 \pm 1,8$  °C. Температурата во јамата се движи во граница од 87,02 до 88,53 °C, или средно  $87,80 \pm 0,31$  °C.

Табела 7. Статистички вредности за оптималната температура за  
пластификација на буковите трупци  
(летен период)

Table 7. Statistical values of the optimal temperature for plastification of a beech logs  
(summer period)

Ред. број	Дебелинска класа	$\bar{X}_{sr} \pm f_{xsr}$	$s \pm fs$	$V \pm fv$
Ord. number	Class of thickness			
1	2	3	4	5
1	32,1-42,0	$78,08 \pm 2,08$	$5,09 \pm 1,47$	$6,52 \pm 1,88$
2	42,1-52,0	$70,23 \pm 4,45$	$10,91 \pm 3,15$	$15,53 \pm 4,59$
3	52,1-62,0	$77,63 \pm 2,11$	$5,18 \pm 1,39$	$6,67 \pm 1,93$

Табела 8. Статистички вредности за температурата во јамата  
(летен период)

Table 8. Statistical values for the pit temperature  
(summer period)

Ред. број	Дебелинска класа	$\bar{X}_{sr} \pm f_{xsr}$	$s \pm fs$	$V \pm fv$
Ord. number	Class of thickness			
1	2	3	4	5
1	32,1-42,0	$87,85 \pm 0,56$	$1,38 \pm 0,39$	$1,57 \pm 0,45$
2	42,1-52,0	$87,02 \pm 0,81$	$1,99 \pm 0,57$	$1,99 \pm 2,28$
3	52,1-62,0	$88,53 \pm 1,38$	$3,38 \pm 0,97$	$3,82 \pm 1,10$

#### 4. ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на извршените истражувања може да се донесат следните поважни заклучоци:

1. Суровина за испитување, букови трупци.
2. Услови за истражување: зимски период со релативна влажност на воздухот од 64,3 до 70,0 % и температура од - 8 до +6 °C; летен период релативна влажност на воздухот од 48,0 до 51,0 % и температура од 7 до 32 °C.
3. Букови трупци за пластификација (зимски период), вкупно 120, должина 4,0 m, среден дијаметар 50,63 cm, средна почетна влажност 52,24 % и средна почетна температура пред пластификација 4,43 °C.
4. Букови трупци за пластификација (летен период), вкупно 96, должина 4,0 m, среден дијаметар 41,68 cm, средна почетна влажност 49,05 % и средна почетна температура пред пластификација 17,9 °C.
5. Оптимална температура за пластификација на трупците со дијаметар од 36,0 до 75,0 cm, (зимски период), минимална 72,67 °C, максимална 75,30 °C, средна 73,79 °C.
6. Температура во јамата за парење (зимски период), минимална 81,07 °C, максимална 83,61 °C, средна 82,11 °C.

7. Оптимална температура за пластификација на трупците со дијаметар од 33,0 до 62,0 см, (летен период), минимална 70,23 °C, максимална 78,08 °C, средна 75,31 °C.

8. Температура во јамата за парење (летен период), минимална 87,02 °C, максимална 88,53 °C, средна 87,80 °C.

## 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Виделов, X. (2003): Сушене и топлинно обработване на дървесината, София.
- [2] Ilić, M. (1966): Hidrotermička priprema bukovih trupaca za proizvodnju ljuštenog furnira, Pegled, Sarajevo, br. 4.
- [3] Kolin, B. (2000): Hidrotermička obrada drveta, Beograd.
- [4] Рабаџиски Б. (1986): Температурни промени при парење на дрвото, Скопје.
- [5] Hriba, r J. (1976): Utjecaj režima na boju i svojstva bukovine, Drvna industrija, Zagreb, nr. 9-10.
- [6] Huša, L. (1973): Utjecaj parenja i svojstva drveta, Sarajavo, NTPI, br 1.

## OPTIMAL WOOD TEMPERATURE FOR PLASTIFICATION DURING STEAMING OF A BEECH LOGS

Branko RABADZISKI, Goran ZLATESKI<sup>1)</sup>

### SUMMARY

Plastification of a beech logs for peeled veneer producing. Condition of investigation, winter and summer period, relative humidity of air from 48,0 to 70,0 % and temperature from – 8 to 32 °C.

Temperature of pit for steaming (winter period), min 81,07 °C, max 83,61 °C, average 82,11 °C.

Optimal temperature for plastification of logs (winter period), diameter from 36,0 to 75 °C, min 72,67 °C, max 75,3 °C, average 73,79 °C.

Temperature of pit for steaming (summer period), min 87,02 °C, max 88,53 °C, average 87,8 °C.

Optimal temperature for plastification of logs (summer period), diameter from 33,0 to 62,0 °C, min 70,23 °C, max 78,08 °C, average 75,31 °C.

**Key words:** beech, temperature, plastification.

<sup>1)</sup> Branko Rabadziski, Ph.D., full professor, Faculty of Forestry, Skopje, Republic of Macedonia  
Goran Zlateski, Ph.D., assistant professor, Faculty of Forestry, Skopje, Republic of Macedonia