

# Proizvodnja furnira od bagremovine (Robinia Pseudoacacial.)

## PRODUCTION OF LOCUST VENEER (ROBINIA PSEUDOACACIA L.)

Dr **Franjo Penzar**, dipl. ing.  
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630\*832.282

Prispjelo: 20. IX. 1987.  
Prihvaćeno: 15. XII. 1987.

Prethodno priopćenje

### Sažetak

U radu su prikazana istraživanja preradbe bagremovine u plemenite rezane furnire na strojevima s ojničkim pogonom. U hidrotermičkoj pripremi bagrema primijenjeno je zagrijavanje u vodi i pari (neizravno). Utvrđene su najpovoljnije temperature drva za preradbu u kvalitetne furnire, te režimi za umjetno sušenje furnira u sušionicama s beskonačnim trakama i ugrađenim sapnicama. Utvrđeno je iskorišćenje bagrema u proizvodnji furnira.

U radu su prikazani i rezultati površinske obrade furnira domaćim lakovima bez prethodne »impregnacije«. Pojedinačni uzorci furnira testirani su standardnim testovima za površinsku obradu lakovima. Testovi su dali zadovoljavajuće rezultate.

**Ključne riječi:** bagrem — hidrotermička priprema — rezani furniri — površinska obrada

### Summary

The paper presents the investigations carried out on Black Locust conversion into sliced veneer on machines on connecting rod drive. In a hydrothermal preparation of Black Locust the water and steam (indirect) heating has been applied. The most satisfactory temperatures of wood for conversion into quality veneers have been determined, also the modes of production for kiln-drying of veneers in drying chambers with continuous belt conveyors and built-in nozzles. Utilization of Locust wood in production of veneer has been determined.

The paper shows also the results of finishing of veneers with domestic lacquers without preimpregnation. The individual veneer samples have been tested with standard tests for lacquer finishing. The test results were satisfactory.

**Key words:** Black Locust — hydrothermal preparation — sliced veneer — surface finishing (A. M.)

## 1. UVOD

Plemeniti furniri od bagremovine nisu našli širu primjenu u proizvodnji namještaja, interijera, opreme i oplemenjenih ploča, te u druge svrhe. Smatralo se da se poznatim tehnologijama ne mogu proizvesti kvalitetni furniri koji bi zadovoljili visoke zahtjeve u površinskoj obradi furnira i lijepljenju na podloge.

Bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) spada u rod listopadnog drveća iz porodice LEGUMINOSAE. Kod nas je široko rasprostranjen na pjeskovitim tlima i bujičastim područjima. Najbolje raste na rastresitom tlu, a slabije na kamenitom zemljištu i terenima gdje voda stagnira ili gdje je nivo podzemne vode visok. Kao izrazita fotofilna vrsta najbolje napreduje u čistim sastojinama. Danas postoje brzorastući klonovi s čistim linijama rasta stabla. Zbog brzog prirasta (14,8 m<sup>3</sup>/ha), odličnih fizičkih i mehaničkih svojstava drva, organizira se i plantažni način uzgoja. Bagremovina je jedričavo drvo, bjeljika uska, godovi izraziti, prstenasto porozni. Mehanički elementi su umjereno debelih

membrana, a u građi lignuma zastupljene su i fuziformne stanice parenhima, sluzava vlakanca te tile. Zbog lijepe žutozelene do smeđezelene boje srčevina se rabi za izradbu parketa, za dijelove namještaja tokarenjem i druge svrhe. Teže se pili, a blanjanjem dobro obrađuje.

Kod obradbe površine furnira lakovima, struktura, kemijski sastav i pH-vrijednost bagremovine imaju značajan utjecaj na razlijevanje i sjaj laka, te prionljivost filma na podlogu. Sjaj je postojaniji u zonama veće gustoće. Porozniji dijelovi bagremovine imaju slabiji sjaj, što se objašnjava većim upijanjem laka u pore drva. Na efekat sjaja utječu i mnogobrojniji kemijski sastojci u drvetu (smole, masti, ulja, tanin, sokovi i dr).

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Kod ovih je istraživanja postavljeno nekoliko ciljeva radi kompleksnosti rješavanja osnovnog zadatka:

1. — Ispitati prikladnost bagremovine za izradbu rezanog furnira na strojevima s ojničkim pogonom.

2. — Utvrditi najpovoljnije tehnološke parametre pri preradbi bagremovine u rezani furnir. Ti se parametri odnose na:

— hidrotermičku pripremu sirovine zagrijavanjem,

— optimalne vrijednosti kuta oštrenja noža, odnosno kuta rezanja furnira,

— režim sušenja furnira u sušionici s beskonačnim trakama i sapnicama,

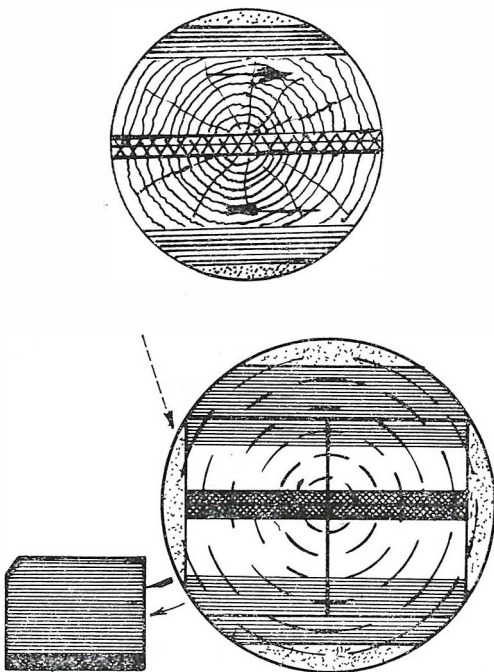
3. — Odrediti iskorišćenje kod preradbe bagremovine u plemeniti rezani furnir.

4. — Ispitati površinsku obradbu furnira bagrema lakovima.

### 3. METODA ISTRAŽIVANJA IZRADBE FURNIRA

Za istraživanje odabrano je 8 trupaca bagrema iz nizinskog šumskog područja srednjeg Posavlja (Vukovar i Slavonski Brod). Duljine trupaca iznosile su 3,1 m do 3,9 m, a promjeri trupaca na tanjem kraju od 36 do 38 cm. Odabrani su trupci zdravi, jedri, ravne žice, bez kvrga, okružljivosti, paljivosti i drugih vidljivih grešaka. Trupci su bili pod korom do početka preradbe u prizme. Starost stabala iznosila je 30—42 godine. Trupci bagrema odabrani su iz zimske sječe.

Mehanička priprema piljenja trupaca u prizme izvršena je na tračnoj pili trupčari. Način piljenja u prizme i preradba prizma u furnire prikazani su na slici 1.



Sl. 1. Način prerade trupaca u prizme i načini rezanja furnira na stroju s ojničkim pogonom.

Zagrijavanje prizama u vodi i pari (neizravno) izvršeno je u toplim bazenima za industrijsku primjenu. Promjene temperature u toku procesa zagrijavanja utvrđene su na osam prizama,  $34 \times 36$  cm presjeka, u dvije tvornice furnira koje su opremljene horizontalnim ojničkim strojevima za izradbu furnira.

U svakoj tvornici zagrijavane su 4 prizme. Po dvije eksperimentalne prizme zagrijavane su u toploj vodi, a dvije u pari (indirektno). Promjene temperature utvrđene su mjerenjem kontaktnim termometrima (termoparima) za gruba industrijska mjerenja na kontrolnim prizmama u dva presjeka: »A« — 0,5 m od čela i »B« u polovici duljine prizme i 15 cm od površine. Za praćenje promjene temperature upotrijebljena je samo jedna polovica duljine, jer je tok temperature relativno simetričan i u drugoj polovici. Upotrijebljeni su termopari na bazi Fe-CuNi (Fe-const), baždareni za područje temperature od 0—100<sup>o</sup> C.

Temperaturne promjene registrirane su svakog sata u kontrolnim prizmama, u dvije točke. Eksperimentalne prizme zagrijavane su u istim uvjetima u parnoj jami ili toplom bazenu. Nakon 30, 40 i 50 sati zagrijavanja izvršeno je eksperimentalno rezanje pratećih prizama u furnire na stroju s ojničkim pogonom. Nakon tri eksperimentalna rezanja utvrđene su najpovoljnije temperature u bagremu za rezanje u kvalitetne furnire.

Za zagrijavanje fličeva primijenjeni su slijedeći režimi:

- a) Zagrijavanje u toploj vodi (ljetno razdoblje):
- postepeno zagrijavanje vode na 30<sup>o</sup> C . . . . . 2 sata
  - zagrijavanje vode na 70<sup>o</sup> C podizanjem temperature za 1<sup>o</sup> C/h . . . . . 40 sati
  - vrijeme zagrijavanja prizama kod temperature vode od 75<sup>o</sup> C, podizanjem temperature za 0,5<sup>o</sup> C/h . . . . . 10 sati
  - zadržavanje prizama u zatvorenom toplom bazenu bez djelovanja sredstava za grijanje vode . . . . . 5 sati
- b) Za zagrijavanje fličeva u pari (neizravno) — (ljetno razdoblje):
- postepeno zagrijavanje fličeva na 30<sup>o</sup> C . . . . . 5 sati
  - vrijeme zagrijavanja parne jame podizanjem temperature za 1,22<sup>o</sup> C/h, do temperature 85<sup>o</sup> C . . . . . 50 sati
  - zadržavanje prizama u zatvorenom bazenu bez djelovanja sredstava za grijanje . . . . . 4 sata

Rezanje toplih prizama u furnire izvršeno je na horizontalnom ojničkom stroju. Za rezanje furnira upotrijebljeni su noževi ravno oštreni. Kut oštrenja iznosio je 18<sup>o</sup> i 18<sup>o</sup> 30' stupnjeva. Stupanj ugašćenja drva iznosio je 5 i 10% debljine furnira.

Vertikalni i horiozntalni razmak tlačne letve i vrha noža utvrđen je matematičkim putem, a zatim eksperimentalnim mjerenjem.

#### 4. METODA ISTRAŽIVANJA POVRŠINSKE OBRADBE FURNIRA LAKOVIMA

Istraživanje je provedeno po standardnim testovima za površinsku obradbu lakovima. Furniri sa sadržajem vlage od 14,3% lijepljeni su na MDF-ploču ureaformaldehidnim ljepljivom — Lendur 200. Ljepilu je dodano pšenično brašno tip 850 (50%), vode (50%) i otvrdivača  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (6%) u odnosu na 100 dijelova ljepila. Lijepljenje furnira izvršeno je u laboratorijskoj preši »Belišće«, pri tlaku od 12 bara. Nanos smjese ljepila iznosio je  $170 \text{ g/m}^2$  a temperatura  $118^\circ \text{C}$ . Lijepljenje je postignuto skrućivanjem ljepila kod lijepljenja od 45 s. Kako je za površinsku obradbu furnira važno pravilno doziranje suspenzije ljepila, postupak pripreme ljepila bio je uobičajen kao i za druge vrste furnira. Za vrijeme lijepljenja suspenzija ljepila nije prola bila kroz pore furnira na gornju površinu.

Prije nanošenja laka, površine furnira su obrađene brusnim papirom broj 100, 120 i 150. Izrađeni uzorci, veličine  $29 \times 21 \text{ cm}$ , obostrano furnirani bagremovim funirom debljine 0,7 mm, podvrgnuti su testiranju u laboratoriju »Chromosa« u Zagrebu, standardni i »Cold-check« test na 20 ciklusa. Jedan ciklus testiranja iznosio je 1 h na  $+50^\circ \text{C}$  i 1 h na  $-20^\circ \text{C}$ . Sistem testiranja lakiranih površina označen je brojevima 1, 2 i 3.

##### 4.1.1. Sistem br. 1

- 2  $\times$  CHROMOSAN mat/T, br. 8689-01 (nitrotemelj)
- 1  $\times$  CHROMOSAN polumat, br. 8688-42 (nitrolak 80%)

Nitrotemelj CHROMOSAN mat/T bezbojni je univerzalni temelj za temeljni sloj u sistemu površinske obradbe drva koji zapunjava sitne pore. Mokri temelj je mliječno bijele boje, a osušeni film je bezbojan i mat sjaja. Temelj za štrcanje je kombinacija alkidnih smola, celuloznog nitrata i omekšivača otopljenog u organskim otapalima;

CHROMOSAN polumat, bezbojni polumat (nitro) je mliječno bijele boje, a osušeni film bezbojan i polumat. Lak je kombinacija alkidnih smola, celuloznog nitrata i omekšivača uz dodatak dispergirnog sredstva za matiranje. Lak je nanošen štrcanjem.

##### 4.1.2. Sistem br. 2

- 1  $\times$  CHROMOSAN temelj
- 1  $\times$  CHROMOGAL polumat 52

CHROMOSAN mat/T primijenjen je kao temeljni sloj u sistemu površinske obradbe. Mokri

temelj je mliječno bijele boje, a osušeni bezbojan i mat. Nanos je u količini od  $140 \text{ g/m}^2$ ;

CHROMOGAL bezbojni, poliuretanski lak je polumat, dvokomponentni. Nanos je u dva sloja po  $120 \text{ g/m}^2$  na prethodno pripremljen temelj.

##### 4.1.3. Sistem br. 3

- 1  $\times$  CHROMAMIN bezbojni temelj br. 7210 (kisel temelj)
- 1  $\times$  CHROMAMIN bezbojni lak br. 8117 (kisel lak)

CHROMAMIN bezbojni temelj 7210 je dvokomponentni kiselootvrdnjavajući temelj izrađen na bazi ureaformaldehidnih i alkidnih smola, celuloznog nitrata i organskih otapala. Kontakt je organska kiselina. Temelj je bezbojan kao i osušeni film. Na pripremljenu površinu furnira lak je nanošen tehnikom štrcanja od  $140 \text{ g/m}^2$ ;

CHROMAMIN kiselootvrdnjavajući lak br. 8117 je dvokomponentni lak. Izrađen je na bazi ureaformaldehidnih i alkidnih smola uz dodatak sredstava za matiranje i organskih otapala. Lak je bistar ili mliječno bijele boje. Osušeni film bezbojan je i polumat, odnosno mat sjaja. Lak se štrcanjem nanosi u dva sloja na pripremljeni temelj i površinu furnira u količini od  $120 \text{ g/m}^2$ .

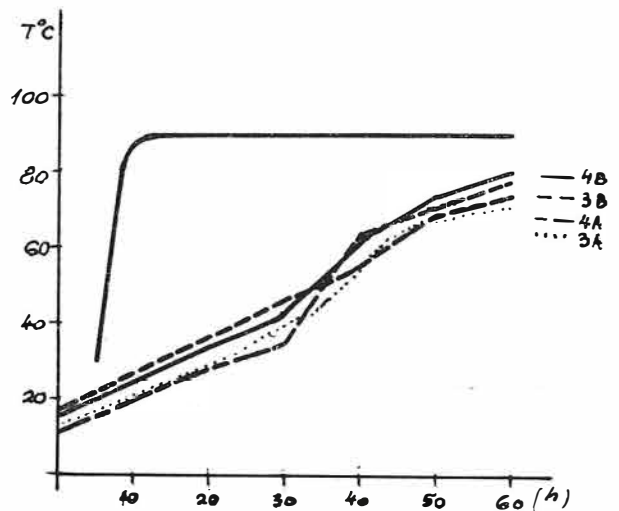
Površinska obradba furnira izvršena je bez primjene sredstava za »impregniranje«. PH vrijednost podloge, nitro laka, kiselootvrdnjavajućeg i poliuretanskog laka odgovara za stvaranje homogene prevlake, pa nije došlo do umrežavanja laka ni odljepljivanja filma s površine furnira.

#### 5. REZULTATI ISPITIVANJA

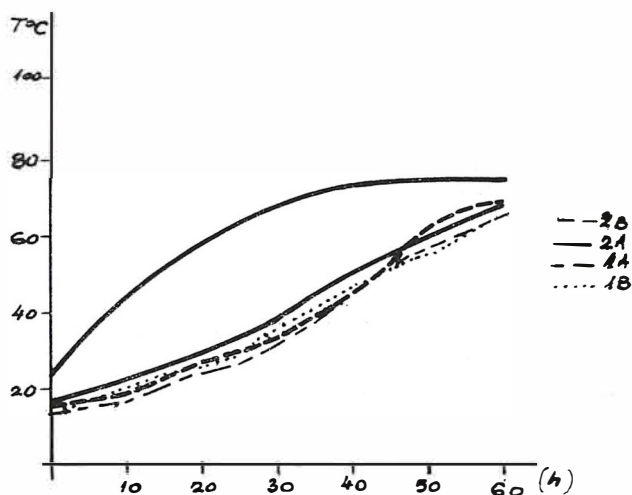
Istraživanjima je utvrđeno da se bagremovina uspješno može preraditi u plemenite rezane furnire uz odgovarajuću hidrotermičku obradbu fličeva, te površinski obrađivati lakovima domaćih proizvođača. Da bi se proizveli kvalitetni furniri, trebalo je utvrditi tok promjene temperature u fliču za vrijeme zagrijavanja u vodi i pari (neizravno), te najpovoljniju temperaturu (u zagrijanom drvu) koja daje kvalitetne furnire na strojevima s ojničkim pogonom. Eksperimentalnim putem su utvrđene i optimalne temperature sušenja, brzina sušenja, te ostali tehnološki parametri: stupanj ugušćenja drva za vrijeme preradbe u furnire, kutevi rezanja i oštrenja noževa, te veličine horizontalnog i vertikalnog razmaka tlačne letve i vrha noža.

Razmatrajući rezultate promjene temperature između dva načina zagrijavanja (u vodi i pari) utvrđeno je da se međusobno značajnije ne razlikuju. Unutar jednog načina zagrijavanja i jednog perioda ispitivanja postoje manje razlike u temperaturama u pojedinim presjecima prizme. Promjene temperature u mediju i prizmama, prikazane su na slici 2. i 3, i u tablicama I. i II.





Sl. 2. Promjene temperature vode za zagrijavanje i temperature u prizmi, u presjeku A i B



Sl. 3. Promjene temperature u prizmi, u presjeku A i B, i pare za zagrijavanje.

Tablica I.

Vrijeme u satima (h)	Zagrijavanje								Broj pratećih prizama	Početna temp. fliča 0C	Početna vlaga fliča 0/0	Vlaga furnira prije sušenja 0/0
	u toploj vodi				u pari							
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B				
	(u 0C)				(u 0C)							
0	18,5	18,4	17	16	16,6	16,0	19,1	18,3	1.	18,5	49,3	89,2
5	20	19	19	17	19	17	21	19	2.	17,1	56,2	91
10	24	21	23	19	23	20	25	23	3.	16,6	62,1	71
15	30	25	28	23	28	24	29	27	4.	19,1	70,2	86
20	35	29	34	27	32	27	35	33				
25	39	34	38	34	36	32	37	37				
30	43	39	43	38	41	36	42	42				
35	48	43	48	43	46	49	47	48				
40	53	49	54	47	51	56	51	53				
45	55	54	58	55	59	60	60	60				
50	60	59	60	58	65	63	66	68				
55	65	65	65	63	71	71	69	73				
57-59	70	69	71	70	75	77	75	78				

Tablica II.

Proračun po autorima	Vrijeme zagrijavanja h	Proračunske temperature 0C	Izmjerene temperature u prizmi u presjeku B na dubini 15 cm			
			Zagrijav. u vodi		Zagrijav. u pari	
			1	2	3	4
Kollmann	30	37	39	38	36	83
Krotov	30	36				
Sokolov	30	38				
Kollmann	55	67	65	71	80	83
Krotov	55	75				
Sokolov	55	79				

Promjene temperature u sredstvu za zagrijavanje i u prizmama prikazane su u tablici I, za presjeke A (0,5 m) i B (1,7 m) od čela prizme. Mjerenje temperaturnih promjena izvršeno je na dubini od 15 cm od površine prizme. Prizme 1 i 2 zagrijavane su u toploj vodi, a 3 i 4 u pari (neizravno).

Konačne temperature u prizmama utvrđene su digitalnim termometrom tipa DT-I na presjeku A i B, u dubini 15 cm. Senzor je izrađen od termopara NiCr-Ni. Točnost mjerenja s uranjavajućom sondom TP-101 i 102 je prema DIN-u 43710.

Izmjerene temperature u prizmama razlikuju se od proračunskih po Kollmannu, Krotovu, Sokolovu i Sergovskom. Eksperimentalnim mjerenjem izmjerene su više temperature od proračunskih u drvu koje je zagrijavano u pari. Izmjerene temperature nakon 30 sati i 55 sati efektivnog zagrijavanja u presjeku B = 1,7 m od čela prizme, u dubini 15 cm od površine, prikazane su u tablici II.

Proračun temperaturnih promjena po Sokolovu daje rezultate približne stvarnim. Proračuni po drugim autorima razlikuju se značajnije od izmjerenih. Kollmann uzima konačnu temperaturu koja se postiže u drugoj polovici vremena zagrijavanja. Krotov i Sokolov uzimaju za proračun konstantnu temperaturu. Proračun po Kollmannu dao bi točnije vrijednosti kad bi se upotrijebile dvije temperature, za dva dijela proračunavanja, ili neka srednja vrijednost temperature za promatrano razdoblje. Za proračune trajanja zagrijavanja na određenu temperaturu  $t$  °C, u nekoj točki T (x, y), potrebno je precizno odrediti početnu nominalnu masu drva.

Najbrže promjene temperature utvrđene su u presjeku »A«, na istoj dubini prizme. Za približne proračune vremena zagrijavanja prizama na određenu temperaturu, mogu poslužiti srednje vrijednosti brzine promjene temperature u presjeku »B«. Kod zagrijavanja u vodi srednja temperatura iznosi 0,96° C/h, a u pari 0,98° C/h.

Optimalne temperature za rezanje u furnire utvrđene su rezanjem pratećih prizama. Glatki rez na cijeloj površini furnira dobiven je preradbom fličeva zagrijanih na 65—69° C. Hrapave i čupave površine furnira dobivene su preradbom toplijih fličeva (75° C), a valovite preradbom fličeva zagrijanih na niže temperature. Kvalitetniji furniri dobiveni su kod ugušćenja od 5% debljine furnira. Kod bagrema ne preporuča se korištenje većeg stupnja ugušćenja drva. Kvaliteta furnira utvrđena je empirijski na osnovi iskustava, te uređajem »AMAISE« Wisconsin USA, s točnošću mjerenja od 0,001 mm. Optimalne vrijednosti kuta oštrenja iznose 18° za ravno i 18° 30' za konkavno, a kut rezanja furnira 19°.

Furniri bagrema sušeni su u sušionicama tipa EZA/12, s beskonačnom žičanom mrežom i s ugrađenim sapnicama, s jednom etažom punjenja i tri etaže sušenja. Zagrijani zrak na 145° C struji kroz sapnice okomito na površinu furnira brzinom

od 23 m/s. Konačni sadržaj vode u furniru od 11,8% postignut je nakon 1,45 min sušenja, odnosno kod brzine mreže od 18 m/min. Konačna vlaga utvrđena je gravimetrijskom metodom (11,9%) i vlagomjerom RIZ-HGR-30 Fn (11,2%), kod temperature furnira od 21° C.

Prosječno iskorišćenje pri preradbi bagremovine u furnir iznosilo je 31,5%. Granica iskorišćenja za pojedine trupce iznosila je od 28,2—33,1%. Gotovi furniri razvrstani su na dužinske razrede, od 0,64 do 2,70 m. Učešće kraćih furnira iznosilo je 1,4%, 1—1,48 m 31,8%, 1,50—1,78 m 5,6% i preko 1,80 m 61,2%.

Nakon umjetnog sušenja utvrđen je karakterističan miris furnira, koji kondicioniranjem slabi. Promjena boje u slabije tamnije tonove primijećena je već nakon 24 sata kondicioniranja kod furnira proizvedenih iz prizama zagrijavanih u pari. Gotovi furniri proizvedeni iz prizama zagrijavanih u pari pokazivali su veće sklonosti pucanju po debljini.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja može se dati sljedeći zaključak:

1. Drvo bagrema (*Robinia pseudoacacia* L) može se uspješno prerađivati u plemenite furnire uz odgovarajuće tehnološke parametre. Furniri od bagrema mogu će koristiti za oblaganje ploča, izradbu namještaja, interijera, opreme ili u druge svrhe.

2. Najpovoljnije temperature za rezanje prizama bagrema kreću se između 65 i 75° C, u dubini drva od 15 cm. Kvaliteta reza utvrđena empirijski te uređajem »AMAISE« zadovoljava. Dobiveni glatki rez po cijeloj površini furnira je pokazatelj dobre hidrotermičke obradbe drva.

3. Kod preradbe fličeva u furnire odabran je stupanj ugušćenja od 5 i 10%. Bagremovina se lakše reže i daje visoku kvalitetu furnira kod 5% ugušćenja. Kod većeg stupnja ugušćenja furniri pucaju u pravcu drvnih vlakana, na strani koja je u dodiru s nožem.

4. Kut rezanja furnira od 19° daje kvalitetnije furnire kod istog stupnja ugušćenja. Na furnirima su izbjegnute pukotine, kod manjeg kuta rezanja. Površina furnira je glatka, furniri su imali jednaku debljinu na svim mjestima. Može se zaključiti da je optimalna vrijednost kuta oštrenja 18°, a kuta rezanja 19°.

5. Režim sušenja u sušionicama bio je temperatura 145° C, brzina sušenja 1,45 min (ili brzina trake od 18 m/min). Na izlaznoj strani sušionice furniri su bili vlažnosti 11,8%. Površine furnira nakon sušenja bile su ravne.

6. Nakon umjetnog sušenja furniri su imali karakterističan miris. Na furnirima je primijećena promjena boje u tamnije tonove.

7. U površinskoj obradbi furnira standardnim testovima i »Cold-check« testom dobiveni su zado-

voljavajući rezultati, bez prethodne obradbe površine »impregnacijama« od sintetičkih smola. Površinska obradba furnira lakovima CHROMOSAN polumat (nitro), CHROMODENOM i CHROMAMINOM može se uspješno provoditi ako su površine dobro pripremljene brušenjem i sušenjem. PH vrijednost laka i podloge furnira odgovara stvaranju homogene prevlake, ne dolazi do unrežavanja laka i odljepljivanja filma s površine furnira.

#### LITERATURA

- [1] Knežević, M.: (1959). Furniri i šperovano drvo, Beograd
- [2] Knežević, M.: (1975). Osnove mehaničke prerade drva, Beograd
- [3] Krpan, J.: (1951). Furniri i šperovano drvo, Zagreb
- [4] Krpan, J.: (1970). Tehnologija furnira i ploča, Zagreb
- [5] Krotov, I.: (1947). Fanerno proizvodstvo, Moskva
- [6] Perkitny, T. G., Steaniak, I.: (1970). Technologia produkcji tworzyw drzewnych, Tom I, Warszawa.
- [7] \* \* \*: (1985). Sumarska enciklopedija, Zagreb.

Recenzirao: mr Stjepan Petrović