

Dekoratívni plastični laminati za naknadno oblikovanje (postforming) proizvedeni s dodatkom acetoguanamina***

Sažetak

U posljednje vrijeme u proizvodnji namještaja, naročito kuhinjskog, sve interesantniji postaju dekorativni plastični laminati (postforming laminati), koji se naknadnim zagrijavanjem mogu savijati na razmjerno mali radijus. Na taj način omogućena je izrada namještaja sa zaobljenim rubovima, što je naročito povoljno kod rubova radnih površina npr. suvremenog kuhinjskog, sanitarnog, bolničkog, školskog itd. namještaja. Dosadašnja proizvodnja ovakvih laminata temeljila se na dodatku većih količina omekšivača melaminskoj smoli, kod čega je dolazilo do pogoršanja površine. U ovom članku opisan je postupak, kojim se zadržavaju sve dobre osobine komercijalnih plastičnih laminata, a omogućeno je i dobro naknadno savijanje. To se ostvaruje dodatkom manje količine acetoguanamina i dietilenglikola, koji se ugrađuju u melaminsku smolu. Opisana je proizvodnja i upotreba takve umjetne smole.

Ključne riječi: plastični laminati za naknadno oblikovanje — izrada namještaja sa zaobljenim rubovima — svojstva impregnacije i tečenja smole — svojstva plastičnih laminata.

DECORATIVE PLASTIC LAMINATES FOR POSTFORMING MANUFACTURED BY ACETOGUANAMINE ADDITIVE

Summary

Recently, postforming laminates are becoming more and more interesting in the production of furniture, particularly kitchen units, because these laminates could bend by additional heating to a relatively small radius.

By this process it is possible to make round-edged furniture specially suitable for contemporary kitchen, sanitary, hospital, school and similar furniture.

So far, production of such laminates was based on adding to melamine resins a large quantity of softeners (plasticers) which deteriorated the surface.

The article shows the process by which all good commercial properties of plastic laminates have been preserved and additional bending made possible.

It is achieved by adding a small quantity of acetoguanamine and diethylen glycol added to melamine resins.

Production and usage of such synthetic resins are described.

Key words: plastic laminates for postforming — production of round-edged furniture — properties of impregnation and flowing of resins — plastic laminates properties.

UVOD

Partnerstvo između umjetnih plastičnih masa i drva nije se smatralo uvijek perspektivnim, već se pretpostavljalo da će umjetne mase postepeno nadomjestiti drvo u proizvodnji namještaja [1]. Nakon energetske krize 1973. g. ova tvrdnja ipak nije više relevantna. Budućnost danas leži ne u substituciji drva umjetnim masama nego u najpovoljnijoj kombinaciji drva i umjetnih masa [2].

Upravo zahvaljujući toj kombinaciji, npr. kod iverica sa slojevitim plastičnim laminatom, odnosno folijom, mogle su biti poboljšane neke osobine, koje prirodno drvo ne posjeduje (tvrdoća površine, otpor na ogrebotine, na vlagu, povišenu temperaturu i različite kemikalije). Ove osobine su danas naročito važne kod namještaja izvrnutog jačem naprezanju, kao što su radne površine i neki drugi dijelovi kuhinjskog, ugostiteljskog, sanitarnog, bolničkog, školskog, laboratorijskog, kancelarijskog namještaja, kao i kod nekih specijalnih obloga za interiere. Ovakve površine lakše se i čiste. Osvajanjem proizvodnje tzv. dekorativnih plastičnih laminata sa svojstvom naknadnog oblikovanja (postforming laminati) otvaraju se nove mogućnosti, koje proširuju oblikovno funkcionalne osobine namještaja [2]. Ovi laminati danas omogućuju oblaganje bez fuga uskih radnih površina sa zaobljenim rubovima.

* Prof dr mr dipl. ing. Jože Lenič, Biotehniška fakulteta Univerze u Ljubljani, Krekov trg 1, 61000 Ljubljana, Jugoslavija

** Dr dipl. kem. Josef Seeholzer Süddeutsche Kalkstickstoffwerke (SKW), D-8223 Trostberg, SR Njemačka

*** Članak sličnog sadržaja publiciran je u stručnoj reviji »Kunststoffe« 69(1979)5. S obzirom na aktualnost obradivane tematike za stručnu javnost jugoslavenske drvne industrije, smatramo svrsishodnim publiciranje ove tematike uz neka dodatna objašnjenja i u našem stručnom časopisu.

Proizvodnja običnih dekorativnih plastičnih laminata u doba recesije poslije g. 1973. u nekoliko je nazadovala. Međutim, posljednjih godina opet se oporavila i pokazuje ponovno pozitivan trend. Tako za Evropu (bez zemalja SEV-a) iznosi:

1977. g. oko 160 milijuna m²

1978. g. oko 180 milijuna m²

Za SR Njemačku iznosi:

1976. g. oko 23 milijuna m²

1977. g. oko 24 milijuna m²

Za SFRJ iznosi u g. 1978. oko 11 mil. m².

Uzimajući u obzir da se dekorativni plastični laminati još uvijek masovno upotrebljavaju za oblaganje radnih površina, osobito u kuhinjama, školama, bolnicama itd., od naročite je važnosti razvoj postforming laminata. Upravo radi činjenice da su vrlo pogodni za oblaganje baš tih radnih površina, trend je njihove proizvodnje i potrošnje mnogo strmiji od trenda običnih laminata. Da bismo imali barem približnu sliku o njihovu udjelu u cjelokupnoj proizvodnji dekorativnih plastičnih laminata, navodimo da se u SR Njemačkoj već danas troši oko 5% cjelokupne količine laminata u postforming kvaliteti, ali je jasna tendencija prema 10% [3].

U SFRJ, uzimajući u obzir sadašnji opseg proizvodnje laminata i rastuću proizvodnju naročito kuhinjskog, a i drugih vrsta namještaja, taj odnos bi mogao biti približno isti. To znači da bismo već danas mogli računati s proizvodnjom i potrošnjom od oko 1,5 milijuna m², a u skoroj budućnosti i s 1 milijunom m² godišnje ove podvrste dekorativnih plastičnih laminata.

OPĆENITO

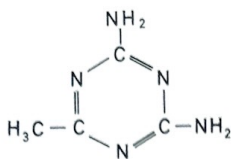
Razlika između naknadno savitljivih ili postforming i običnih komercijalnih plastičnih laminata jest u mogućnosti naknadnog savijanja, odnosno oblikovanja prvih uz upotrebu topline. Proizvodnja ovakvih naknadno savitljivih ploča (laminata) omogućuje izradu namještaja s dekorativnim površinama na bazi melaminske smole sa zaobljenim rubovima. Najvažnije područje upotrebe je kod kuhinjskog namještaja za fronte i radne površine, za radne površine i ugrađene ormare u kupaonicama. Veoma poznata postala je radna površina — ploča sa zaobljenim prednjim i stražnjim rubovima. Naročita prednost ovakve radne ploče leži u oblozi njezinih rubova bez sljubnica. Time je onemogućen ulazak vode i olakšano njezino čišćenje. Česta pojava odljepljivanja rubova tako je spriječena, a smanjena je i mogućnost ozljeđivanja domaćeice na oštrim rubovima klasične radne plohe. S estetske strane predstavlja prijelaz od viljivih, oštrih rubova k

zaobljenim oblicima, ljepšeg izgleda. Razumljivo je da u posljednje vrijeme za unutarnje uređenje dobivaju sve više maha dijelovi namještaja sa zaobljenim rubovima. Preduvjet za to predstavljao je razvoj odgovarajućih umjetnih smola i opreme za savijanje, odnosno »postforming«. Glavni problem je bio kako modificirati melaminsku smolu, koja se općenito upotrebljava u proizvodnji dekorativnih laminata, da bude mekša. U tom nastojanju preporučeno je više metoda, kao npr. nepotpuno otvrđivanje (kondenzacija) smole kod prešanja. Ovakvi laminati mogli su se doduše kod brze upotrebe dobro naknadno savijati, ali, ako su stajali duže vremena u skladištu, došlo je do procesa naknadnog otvrđivanja smole. To je uzrokovalo smanjivanje i konačno potpuni nestanak sposobnosti savijanja. Da se izbjegne ovaj tok brzog »starenja« laminata, pokušalo se doći do permanentno savitljivih laminata s dodatkom omekšivača, koji ne mogu reagirati s formaldehidnim ili metilolnim grupama melaminske smole. U tu svrhu upotrijebljeni su polimeri s funkcionalnim grupama, kao npr. polivinilklorid, poliakrilnitril, polivinilacetat u kombinaciji s melaminskom smolom. Ove dodatke moguće je unositi u vodom razrijeđenu melaminsku smolu samo u obliku disperzije, odnosno emulzije. Ovi polimeri netopivi su u melaminskoj smoli, pa se pojavljuju poteškoće već kod impregnacije papira, a sama smolna obloga nakon prešanja pre malo je transparentna. Najveći nedostatak ovih omekšivača predstavlja činjenica da njihov dodatak melaminskoj smoli pogoršava bitne osobine laminata, kao što su tvrdoća, otpor na habanje i otpor na povišenu temperaturu. Zbog toga opet se prešlo na upotrebu takozvanih unutarnjih omekšivača, to jest sredstava za modificiranje, koji se kemijski ugrađuju u molekulu smole.

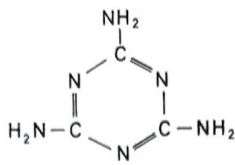
Jedan od ovih unutarnjih omekšivača, koji se ugrađuju u molekulu melaminske smole, predstavlja acetoguanamin. Poznato je već otprije da dodatak tog omekšivača poboljšava neke važne osobine melaminske smole. Između ostaloga povećava se otpornost na raspukline (pojava finih pukotina), poboljšava se sposobnost formiranja, a smanjuje se probijanje fenolne smole i donjih slojeva prilikom prešanja [4]. Istovremeno je zapaženo da se laminati, kada se isuše, ne izboče toliko, nego ostaju ravniji [5]. Kod upotrebe melaminskih masa za prešanje, dodatkom acetoguanamina, postignuto je bolje tečenje (flow) [6].

Uočivši ove prednosti, u posljednje je vrijeme mnogo urađeno na usavršavanju izrade naknadno savitljivih (postforming) laminata uz dodatak acetoguanamina. Uz određenu kombinaciju s dietilenglikolom postignuto je naročito dobar uspjeh.

Acetoguanamin (AG), čiji kemijski naziv jest 2,4-diamino-6-metil-1, 3, 5-triazin (proizvod SKW Trostberg AG, D-8223 Trostberg, SR Njemačka), predstavlja derivat melamina, kemijskog naziva triamino-triazin.



ACETOGUANAMIN



MELAMIN

U uspoređenju s melaminom, acetoguanamin sadrži samo dvije slobodne grupe NH_2 sposobne za reakciju, pa je sposobnost acetoguanamina za reakciju s formaldehidom prema tome bitno smanjena u usporedbi s melaminom. Otvrđnjivanje, tj. polikondenzacija čistih acetoguanaminskih smola, teče sporije nego kod melaminskih smola. Kondenzacija acetoguanamina s melaminom u melaminsku smolu opisana je u nastavku.

Dijelovi acetoguanaminske smole kondenziraju sporije, pa melaminska smola ostaje zbog toga duže vremena sposobna za tečenje i termoplastična. Osim toga, utvrđeno je povišenje elastičnosti i sjaja, te smanjenje utezanja. Čak i nakon otvrđnjivanja preostaje stanovita termoplastičnost, koja omogućuje naknadno formiranje (postforming) primjenom topline. Ova termoplastičnost još se pojačava istovremeno ukodenziranim diglikolom. Za taj je analiza utvrđeno da se ugrađuje u smolu spajanjem preko svojih obadviju OH-skupina. Očito posjeduju acetoguanamin i diglikol sinergistično djelovanje u pozitivnom smislu. Ono je toliko jako da količine od samo 1 do 2% svake od ovih supstanci u tekućoj smoli odlično utječu na osobinu naknadne savitljivosti post-forming laminata.

PROIZVODNJA SMOLE

U nastavku je opisana kondenzacija melaminske smole modificirane s po 1,25% acetoguanamina i diglikola u odnosu na smolu u tekućem stanju.

Za reakcijski kotao sadržine 1000 litara potrebne su slijedeće količine reakcijskih komponenta: 508 kg formalina 30%, 190 kg vode, 14 kg acetoguanamina, 14 kg dietilenglikola (diglikola), 400 kg melamina.

Nakon unošenja formalina i vode u reaktor, potrebno je dodatkom natrijeve lužine postići pH vrijednost 9,2, mjereno elektrodom, u koju svrhu je potrebno dodati oko 1,4 litara 4%-tne NaOH.

Spomenutim se redosljedom zatim dodaju kod sobne temperature ostale komponente. Sadržina se potom, uz miješanje u trajanju od oko 30 minuta, zagrije na 90°C. Nakon 60 do 70 min kondenzacije na 90°C postiže se točka hidrofobnosti. Nju utvrđujemo tako da spustimo u čašu vode temperature 20°C nekoliko kapi smole, pri čemu se voda zamuti. Nakon daljih 60 do 70 min kondenzacije postignuta je vrijednost oborivosti 1,6, što znači da miješanjem 1 volumnog dijela smole

s 1,6 volumnih dijelova vode kod 20°C dođe do obaranja smole. Nakon postizanja ovog stupnja kondenzacije, potrebno je otopinu smole što brže ohladiti. Postojanost ove otopine iznosi najmanje 8 dana. Konačni pH je oko 9,5. Viskoznost smole, mjerena Fordovom čašom otvora 4 mm, iznosi 14,5 sek.

Kada je postignuto naprijed navedeno vrijeme kondenzacije od 120 do 140 min kod 90°C, a konačna pH vrijednost iznosi 9,4 do 9,6, nije potrebno nikakvo dodavanje natrijeve lužine za vrijeme ili poslije kondenzacije. Ako je vrijeme kondenzacije kraće, potrebno je malim povećanjem dodatka natrijeve lužine podesiti brzinu kondenzacije.

Razrjeđivanje vodom potrebno je zbog niskog molarnog odnosa između melamina i formaldehida (1 : 1,6), jer se inače melamin ne bi potpuno otopio.

IMPREGNACIJA

S ovako pripremljenom, nisko viskoznom otopinom smole, može se u većini slučajeva postići dovoljno visok nanos kod impregnacije dekorativnih papira na suvremenim strojevima za impregnaciju papira. Ako se u tome ne uspije, može se smola ili ugustiti pod vakuumom ili je potrebno nanijeti dva sloja uz međusušenje infracrvenim sijalicama.

Za postizavanje optimalnih uvjeta impregnacije, potrebno je već uobičajeno dodavanje sredstava za kvašenje, radi snižavanja površinske napetosti smole. Za ovu namjenu podesna su sredstva za kvašenje anionskog ili neionogenog tipa, koja u količini od 0,1% snize površinsku napetost smole na 310 — 330 $\mu\text{N/cm}$. Poželjno je da se film smole na papiru prije ulaska u kanal za sušenje izravna pomoću valjaka za glađenje. Poboljšanje svojstava impregnacije i tečenja smole općenito se može postići dodatkom 1 — 2% butanola. Dodatkom manjih količina latentnog otvrdivača povećava se u stanovitoj mjeri brzina otvrđnjivanja smole. Pritom se kod 100°C postiže vrijeme zamučivanja (Trübungszeit) od 25 — 50 min. Vrijeme zamučivanja je vrijeme koje je potrebno da se 10 ml otopine smole u staklenoj epruveti, koja se stavi u vrelu vodenu kupelj, ravnomjerno zamuti. Ako se upotrebljava MELPERS RH4 (proizvod tvrtke SKW Trostberg AG, D-8223 Trostberg, SR Njemačka), spomenuto vrijeme zamučivanja postiže se dodatkom ovog sredstva u količini od 0,020 — 0,0075% u odnosu na tekuću smolu. Temperature u kanalu za sušenje otprilike su jednake kao kod obične impregnacije dekorativnih papira ili nešto malo niže. Odgovarajuće tome, nalaze se i vrijednosti za sadržaj vlage i sposobnosti tečenja (flow) osušenih papirnih filmova slično kao kod normalnih dekorativnih papira ili nešto više. Točne vrijednosti ne mogu se navoditi, zbog prevelikih razlika u konstrukciji i funkcioniranju pojedinih uređaja. Najsvrsishodnije je pokušima pronaći prave vrijednosti podešavanjem režima sušenja.

Odlučujući mora biti krajnji efekt, a to je da ploče posjeduju dobro zatvorenu površinu, da se mogu savijati na željeni radius i da imaju jednaka svojstva površine kao obični dekorativni laminati.

PRESANJE

Prešanje postforming dekorativnih papirnih filmova, kod kojih je jezgra impregnirana fenolnom smolom, obavlja se u običnim višetažnim prešama visokog pritiska. Prešati je moguće do 10 slojevitih laminata u jednoj etaži.

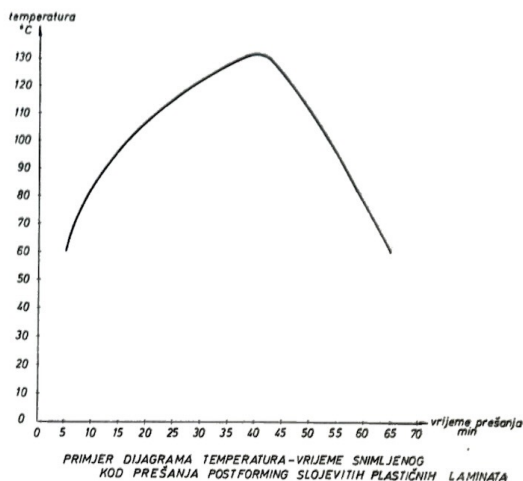
Najviša temperatura kod prešanja laminata, impregniranih melaminskom smolom modificiranom acetoguanaminom, mora biti 5 — 150 C niža od normalnog ciklusa prešanja. I u tom pogledu nemoguće je dati točnije upute, jer su mogućnosti zagrijavanja preše i način polaganja kompenzacijskih jastuka različiti. Svrshodnim se može smatrati pronalaženje odgovarajućeg temperaturnog dijagrama u fazi uvođenja proizvodnje. Pomoću termoelementa, koji je uložen među fenolne papire, moguće je snimiti temperaturu i unijeti je u obliku točaka u dijagram. Prikazani dijagram na sl. 1 može poslužiti kao primjer snimljenog toka temperature. U prikazanom slučaju termoelementat se nalazio u jednom laminatu od deset u etaži, i to onom okrenutom prema ogrjevnoj ploči preša.

NAKNADNO OBLIKOVANJE (POSTFORMING)

Ako su impregnacija, ciklus prešanja i osobine jezgrovnog materijala (papiri impregnirani fenolom) ispravno podešeni, moguće je postići dobre, pa čak i vrlo dobre osobine naknadnog formiranja (postforminga) primjenom topline. S 0,8 mm debelim slojevitim laminatom moguće je postići radius savijanja do 8 mm. Općenito se može postići savijanje oko radiusa koji odgovara otprilike deseterostrukoj debljini laminata. Kod savijanja oko malih radiusa mora i fenolna smola posjedovati osobinu naknadnog formiranja. Takve smole sadrže višak fenola ili omekšivače.

Na temelju vlastitih pokusa utvrđeno je da je moguće proizvesti fenolnu smolu sa sposobnošću dobrog naknadnog formiranja, ako se prilikom kondenzacije fenola s formaldehidom dodaju manje količine benzoguanamina, npr. 1—2% u odnosu na fenol, i diglikola npr. 1% u odnosu na otopinu smole. Obadvije komponente dodaju se odmah na početku kondenzacije. Vremenski tok kondenzacije i podnošljivost s vodom potpuno su slični kao kod čistih fenolnih smola, jer se benzoguanamin u kondenzaciji s formaldehidom ponaša slično kao fenol. Najmanji radius savijanja koji se postiže ovisi o aparaturi koja se u ove svrhe upotrebljava i o metodologiji rada kod savijanja. Obično se u praksi postupa na slijedeći način:

— Laminat se prethodno formira (savije) i zatim nalijepi na već zaobljenu obrađenu nosivu ploču (ivericu, panel-ploču ili sl.)



Slika 1

— Formiranje (savijanje) laminata i naljepljivanje na pripremljenu nosivu ploču obavlja se istovremeno.

Formiranje, odnosno savijanje postforming laminata, traži dosta visoke temperature u području 150—250°C. Ovako visoke temperature podnose postforming laminati proizvedeni i modificirani dodatkom acetoguanamina i diglikola, bez oštećenja prilikom zagrijavanja. Za provjeravanje otpornosti površine na visoke temperature od naročite je važnosti test otpornosti na vruće dno lonca, prema standardu DIN 53799, odjel 4.9. Određivanje otpornosti površine postforming laminata proizvedenog na opisani način i običnog ne pokazuje kod upotrebe ovog testa nikakve razlike.

POTREBNE SIROVINE

— Acetoguanamin: talište 273 — 276°C, nasipna masa (težina) oko 460 g/l, sadržaj acetoguanamina min. 98%, ukupni N 56 — 56,8%, voda maks. 0,2%, pepeo maks. 0,2%, željezo max. 0,001%.

— Dietilenglikol: APHA (Hazen) maks. 15, voda maks. 0,3% tež., kiselina (kao octena) maks. 0,001% tež., pepeo maks. 0,01% tež., pH (10% H₂O) 6,5 — 7,5 željezo < 0,0001% tež., ukupni aldehid (kao CH₃CHO) < 0,005% tež.

Stupanj čistoće, koji se ovdje zahtijeva, posjeduje npr. diglikol tzv. kvaliteta duhana (ili Genoplast 100 firme Hoechst AG, D-6230 Frankfurt/Main). Prije svega mora biti nizak sadržaj željeza i aldehida i niska APHA vrijednost, jer ovi sastojci prouzrokuju žutu nijansu smole. Isto tako je važno da je sadržaj kiseline u glikolu nizak i konstantan, jer u suprotnom slučaju mogu nastupiti osjetne oscilacije u pogledu vremena kon-

denzacije i postojanosti kod uskladištenja, što opet može prouzrokovati različiti stupanj kondenzacije prilikom prešanja.

OTPORNOST NA OGREBOTINE, STUPANJ KONDENZACIJE (OTVRDNJAVANJA) I OTPORNOST NA TOPLINU POSTFORMING SLOJEVITIH LAMINATA MODIFICIRANIH ACETOGUANAMINOM I NJIHOVA USPOREDBA S NORMALNIM LAMINATIMA.

Usporednim ispitivanje obiju vrsta laminata dobiveni su slijedeći rezultati:

rastopi 100 mg boje Rhodamin B. Nekoliko kapi ove otopine nanese se na površinu, pokrije satnim staklom i ostavi 15 sati na sobnoj temperaturi. Nakon toga vremena površina se opere vodom i procjenjuje obojenost, koja može imati 5 stupnjeva:

1. bez promjene
2. obojeno lagano ružičasto
3. obojeno jako ružičasto
4. obojeno crveno
5. obojeno tamnocrveno, površina načeta.

Ploče s mat površinom

Osobina	postf. laminat	obični laminat
Otpornost na ogrebotine	160 — 200 p	200 — 250 p
Rhodamin test	1 — 2	1 — 2
Kiselinski test	0	0
Test na vrući lonac	nikakav ili mali gubitak sjaja	isto
Cigaretni test	mali gubitak sjaja do slabo žute boje	isto
Test s vodenom parom	nikakav ili neznatan gubitak sjaja	nikakav gubitak sjaja

Ploče sa strukturiranom, mrežastom površinom

Osobina	postf. laminat	obični laminat
Otpornost na ogrebotine	400 — 450 p	400 — 450 p
Rhodamin test	1	1
Kiselinski test	0	0
Test na vrući lonac	nikakav gubitak sjaja	isto
Cigaretni test	nikakva promjena	isto
Test s vodenom parom	nikakva promjena	isto

Objašnjenje k ispitivanjima

Otpornost na ogrebotine

Taj test se sprovodi po postupku Međunarodnog komiteta proizvođača dekorativnih plastičnih laminata, odjel 1.8. Sastoji se u tome da se preko površine povuče dijamantna igla pod opterećenjem, a rezultat se izražava opterećenjem, pod kojim dolazi do stvaranja trajne ogrebotine (raze).

Rhodamin test

Taj test ima značaj internog spitivanja i omogućuje procjenu stupnja otvrđivanja (kondenzacije) laminata i ponašanja prema slabim kiselinama, koje dolaze u obzir u kućanstvu. Pripremiti je potrebno 500 ml 0,2 n HCl, u kojoj se

Kiselinski test

To je ubrzana metoda za određivanje stupnja otvrđivanja (kondenzacije). Na površinu se nanese kap 3⁰/₀-tne solne kiseline, koja se nakon 5 minuta djelovanja obriše. Procjenjuje se gubitak sjaja, kod čega znači:

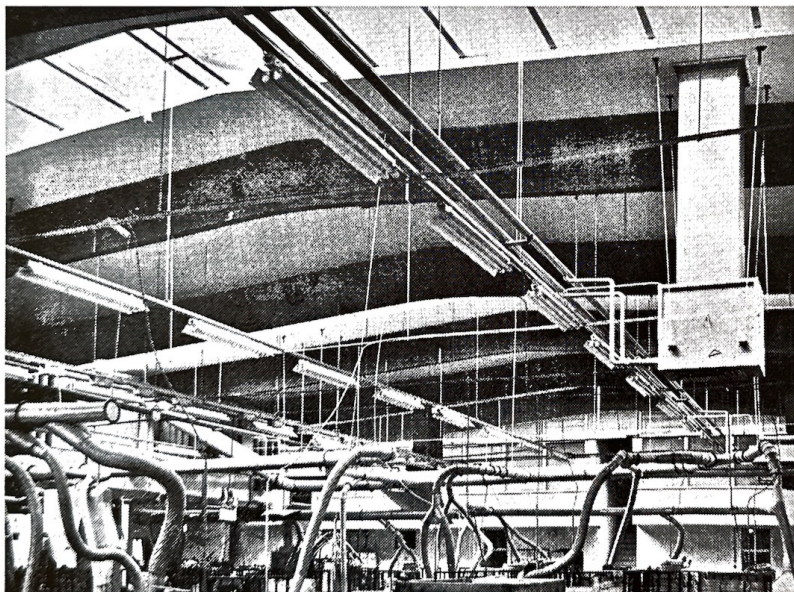
- 0 bez promjene
- 1 lagan gubitak sjaja
- 2 jak gubitak sjaja
- 3 potpuno mat, smola otopljena.

Testovi na vrući lonac, žar cigarete i otpornost na vodenu paru provode se prema zahtjevima DIN-a 53799, točka 4.8, 4.9 i 4.11.

Na temelju prikazanih rezultata ispitivanja evidentno je da se, uz primjenu opisanog načina modificiranja, mogu proizvesti dekorativni plastični laminati dobrih osobina naknadnog savijanja, što im daje karakteristiku postforming laminata. Njihove osobine površine ne razlikuju se od osobina površine običnih komercijalnih laminata, koji nemaju karakteristike naknadnog savijanja ili postforminga.

- [1] SELL, J., OLLMANN, H., WIEBECKE, SC., Holz als Roh und Werkstoff 30 (1972) 11, 409-414.
- [2] KOSSATZ, G.: WKI — Mitteilung 252 (1977) 1-12.
- [3] LIHOTZKY, R., SKW Trostberg, 1978., osobna informacija.
- [4] Deutsche Patentschrift 1962 DOS 1 520 787 SKW Trostberg.
- [5] MICHAUD, H., SEEHOLZER, J., Kunststoffe, 55 (1965) 11, 850-853.
- [6] BERTZ, R., HOLM, R., HERRMANN, A., Plaste und Kautschuk 13 (1966) 11, 664-665.

INVESTITORI povjerite svoje probleme stručnjacima



Specijalizirana projektantska organizacija za drvenu industriju nudi kompletan projektni inženjering sa slijedećim specijaliziranim odjelima:

Tehnološki odjel

Odjel za nisku gradnju

Odjel za visoku gradnju

Posebna skupina arhitekata

Odjel za energetiku i instalacije

Odjel za programiranje

Izrađujemo također nove proizvodne programe, zajedno s tehnologijom i istraživanjem tržišta.

Naši stručnjaci su Vam uvijek na raspolaganju.

BIRO ZA LESNO INDUSTRIJU

61000 Ljubljana, Kobarjeva 3

telefon 314022