

# Taljiva ljepila za lijepljenje rubova

(SVOJSTVA, PRIMJENA I ISPITIVANJE)

## S A Ž E T A K

Tehnologija lijepljenja taljivim ljepilima na automatskim strojevima za lijepljenje rubova smatra se vrlo jednostavnom i ima određene prednosti pred ostalim postupcima. Poznavanjem određenih tehnološko-mehaničkih svojstava materijala koji se lijepe i ljepila, uzroka nastajanja i mogućnosti otklanjanja grešaka kod lijepljenja, te metoda za ispitivanje čvrstoće lijepljenja, ovaj postupak lijepljenja može besprijekorno funkcionirati.

U članku su kratko opisana svojstva ljepila i materijala koji se lijepe, uzroci nastajanja i mogućnosti otklanjanja grešaka kod lijepljenja, te metode ispitivanja.

**Ključne riječi:** taljiva ljepila — temperatura taljenja — vrijeme taljenja — sposobnost tečenja — čvrstoća lijepljenja — metode ispitivanja čvrstoće na smicanje

## SMELTING ADHESIVES FOR GLUING EDGES

(properties, application and testing)

### Summary

Technology of gluing with smelting adhesives on the automatic machines for gluing edges is very simple and has an advantage in comparison to the other processes.

If certain technological-mechanical properties of materials which are glued and adhesives, causes of appearing and possibility of removing defects in gluing are known, this process may function perfectly.

In the article, there is a short description of properties of adhesives and materials which are glued, causes of appearing and removing defects in gluing and the methods of testing.

**Key words:** smelting adhesives — temperature of smelting — time of smelting — capability of flowing — firmness of gluing — methods of testing shearing strength.

## 1. UVOD

U posljednjih desetak godina u proizvodnji namještaja naglo se razvila tehnologija lijepljenja rubova taljivim ljepilima. S razvojem i poboljšavanjem strojeva za nanošenje taljivih ljepila razvijala su se i sama ljepila u smislu poboljšanja njihovih kemijskih, fizičkih, mehaničkih i tehnoloških svojstava. Brzina pomaka prvih strojeva kretala se od 10—20 m/min, dok se kod novijih kreće do 60 m/min (pa čak i do 100 m/min).

Brzina pomaka kod ovih strojeva znatno je veća od brzine pomaka kod postupaka lijepljenja PVAc i karbamidnih ljepila (8—15 m/min što ovisi o tipu stroja). Pod takvim uvjetima od ljepila se zahtijeva da posjeduje posebna tehnološka, fizička i mehanička svojstva. Greške lijepljenja koje nastaju u samoj izradi i koje su vid-

ljive dade se odmah otkloniti. Međutim, postoje greške lijepljenja koje se tokom proizvodnje ne mogu uočiti, te štete mogu biti poslije znanje. Poznavanjem određenih svojstava ljepila i materijala koji se lijepe ove se štete mogu umanjiti.

## 2. SVOJSTVA TALJIVIH LJEPILO

### 2.1. Definicija i pojam

Taljiva ljepila su ljepeive tvari koje su kod sobne temperature u čvrstom stanju, a zagrijavanjem (taljenjem) prelaze u tekuće žitko stanje. Ovdje se radi o ljepljivim tvarima koje ne sadrže organska otapala ili disperzijsko sredstvo. Nakon ohlađivanja na sobnu temperaturu, ljepilo prelazi u svoje prijašnje kruto stanje, te dostiže dovoljnu čvrstoću spoja za dalju obradu. Činje-

nica da ova ljepila ne sadrže organska otapala niti vodu, da brzo vežu, ima određenih prednosti pred uobičajenim ljepilima koja posjeduju pomoćne tvari (vodu, otapala).

## 2.2. Fizikalno-kemijska svojstva taljivih ljepila

Prema svom fizikalnom obilježju, ova ljepila spadaju u grupu termoplastičnih mjetnih tvari. U kemijskom smislu to su visoko polimerni spojevi glavnih supstancija: termoplastične umjetne tvari, smolaste tvari, organska punila, pigmenti, voskaste supstancije i aditivi (plastifikatori i stabilizatori). Svojstva taljivih ljepila mogu se kombinacijom gore navedenih supstancija mijenjati i usmjeravati.

### Termoplastične umjetne tvari

Ova grupa predstavlja temeljnu sirovinu za proizvodnju ljepila. Glavno sredstvo vezanja je etilen-vinilacetat-kopolimer (EVA). EVA daje ljepilu odgovarajuću koheziju, a istovremeno pozitivno djeluje na adheziju. U ovoj EVA-grupi postoji više tipova koji se razlikuju po sadržaju vinilacetata i stupnju polimerizacije. Za proizvodnju taljivih ljepila otpornih na visoke temperature upotrebljavaju se još termoplastične umjetne, tvari poliamidi i poliesteri.

### Smolaste tvari

Drugu glavnu grupu sirovina čine smole koje se po svojstvima ponešto međusobno razlikuju, te je njihov utjecaj na adheziju bitan.

Ovoj skupini pripadaju modificirane prirodne smole. Ovisno o molekularnoj građi ovih smola, postiže se željeni viskozitet, termička stabilnost, te svojstvo razlijevanja ljepila.

### Organska punila

Pored svoje funkcije pojeftinjenja cijene ljepila, punila istovremeno utječu na povećanje sile kohezije ljepila, a time povećavaju otpornost ljepila na visoke temperature. Osim toga, utječu na viskozitet i poboljšavaju neka svojstva, kao npr. sposobnost brušenja sljubnice (Schleiffähigkeit). Od punila organskog porijekla primjenjuje se, pored ostalog, kalcijev karbonat (kreda), barijev sulfat i kalcijev sulfonat.

### Pigmenti

Pigmente možemo također ubrojiti u grupu punila, jer se najčešće radi o inertnim organskim tvarima. Zadatak im je da ljepilu daju određenu boju, tj. da prilagode boju sljubnice ljepila boji lijepljenih materijala. Za postizavanje svjetlijih tonova primjenjuje se titanov dioksid, dok se za tamnije tonove dodaje željezni oksid.

### Voskaste tvari

Za smanjivanje viskoziteta, poboljšanje žitkosti, te poboljšanje tehnoloških svojstava, ljepilu se dodaju u manjim količinama voskaste tvari. Do-

ziranje veće količine nije preporučljivo, jer ove tvari umanjuju silu adhezije a time i čvrstoću spoja.

### Aditivi (plastifikatori i stabilizatori)

Dodatkom takozvanih aditiva, mijenjaju se pojedina svojstva. Tako se, npr. dodavanjem plastifikatora, mijenja fleksibilnost, ili dodatkom stabilizatora stabilnost taljivosti. Navedene tvari dodaju se u vrlo malim količinama.

Ako promatramo razvoj taljivih ljepila u posljednjih desetak godina, uočljiv je napredak u kvalitetno poboljšanje. Tako danas već postoje univerzalna ljepila za sve vrste materijala za rubove, s dobrim mehaničkim svojstvima, tj. postojanosti na hladnoću i visoke temperature.

## 2.3. Tehnološki zahtjevi taljivih ljepila

U proizvodnji namještaja za lijepljenje rubova postoje dva osnovna tehnološka postupka: HK-postupak (Heiss-Kalt, vruće-hladno) i HKR-postupak (Heiss-Kalt-Reaktivierung, vruće-hladno-reaktiviranje). Oba se postupka tehnološki međusobno razlikuju. Kod prvog postupka ljepilo se u rastaljenom stanju nanosi na ivericu neposredno prije spajanja elementa (ploče) s materijalom za rubove, dok se kod drugog postupka ljepilo nanosi na materijal za rubove, te pomoću vrućeg zraka ili kontaktnog zagrijavanja aktivira, te preša. Svaki pojedini postupak zahtijeva primjenu ljepila sa specifičnim svojstvima.

### HKR-postupak

Kod ovog postupka traži se od ljepila da, pored dobre sposobnosti prijanjanja (adhezije), ima također svojstvo sposobnosti brzog aktiviranja kod srednjih temperatura, jer se na taj način smanjuju oštećenja materijala za rubove i povećava brzina pomaka strojeva.

Jedan od najvažnijih zahtjeva kod HKR-postupka jest svojstvo otpornosti ljepila prema starenju, jer ljepilo mora imati sposobnost aktiviranja i nakon dužeg odležavanja u skladištu.

### HK-postupak

Kod HK-postupka od ljepila se traži da ispunjavaju sasvim druge zahtjeve. Pored dobre adhezije, ljepilo mora imati svojstva lakog nanošenja na automatskim strojevima i dobra svojstva taljivosti i tečenja. Kod velikih brzina pomaka strojeva (i do 100 m/min) i kod vrlo debelih elemenata sljubnica, ljepilo mora biti jednoliko raspoređeno, da pri tome dovoljna količina ljepila dotječe iz posude za taljenje na valjak za nanošenje. Ljepilo ne smije stvarati duge vlaknaste niti prilikom nanošenja, jer se tada kod slijeđenih radnih operacija alati zapunjavaju i obrada elemenata nije kvalitetna (čista).

## 3. MATERIJALI ZA RUBOVE

U proizvodnji namještaja upotrebljavaju se različiti materijali za rubove, koji moraju imati

određena svojstva, kao što su sposobnost racionalne obrade, visoku čvrstoću prijanjanja kod niskih i visokih temperatura, dobru kvalitetu materijala kod upotrebe, dobar izgled, odnosno sposobnost lakiranja, te povoljnu cijenu.

#### *PVC — (polivinilklorid) materijali za rubove*

PVC — materijali su termoplastične materije koje zagrijavanjem omekšaju. Proizvode se u obliku namotanih traka određene širine i debljine. Debljina iznosi 0,3 do 0,6 mm, a i u posebnim slučajevima, kao npr. kod školskog i kancelarijskog namještaja, do 3 mm. Izgrađeni su većinom od dva sloja, gornjeg transparentnog i donjeg tiskanog (imitacija drva). Kalandriranjem se oba sloja vežu zajedno. Radi veće čvrstoće spoja (boljeg prijanjanja), s unutrašnje strane trake (strane koje se lijepe) nanosi se tanki sloj sredstva za bolje prijanjanje. Za lijepljenje tanjih traka, 0,3 do 0,6 mm, prikladna su ljepila s elasto-plastičnim svojstvima. Trake debljine 2 i 3 mm pod utjecajem visokih temperatura naginju jakim skupljanju, te za siguran i čvrsti spoj treba primijeniti ljepila koja su otporna na visoke temperature (većinom se primjenjuju poliamidna ljepila).

Nedostatak PVC-materijala za rubove jest mala tvrdoća vanjske površine u usporedbi s duroplastima (melamin, poliester). Osim toga, kod tanjih rubnih traka površina nije glatka, što se naročito primjećuje ako propiljak iverice nije gladak. U ovom slučaju preporučuje se primijeniti deblji materijal.

#### *ABS — (akrilnitril-butadien-stirol) materijali za rubove*

ABS — rubovi proizvode se u obliku namotanih traka određene širine i debljine. Imaju slična svojstva kao i PVC-materijali za rubove.

Kao i kod PVC materijala za rubove, radi veće čvrstoće prijanjanja na unutrašnju stranu trake nanosi se u tankom sloju sredstvo za bolje prijanjanje. Za lijepljenje ovih materijala primjenjuju se slična taljiva ljepila kao i kod PVC materijala, elasto-plastična ljepila s dobrim svojstvima adhezije.

#### *Melaminske ploče*

Melaminske trake izrađuju se rezanjem melaminskih ploča debljine 0,5 do 1,3 mm. Melaminske ploče sastavljene su od više slojeva specijalnog papira impregniranog melaminskim, odnosno fenolnim smolama. Radi veće čvrstoće prijanjanja, ljepljiva strana ploče izbrušena je sve do smolaste tvari. Kod traka veće debljine (0,9 do 1,3 mm) unutarnji sloj je redovito izrađen od fenolnih smola.

Pod utjecajem visokih temperatura, ovi materijali naginju deformacijama, zakrivljuju se po širini trake, spoj ljepila popušta, te dolazi do otvaranja sljubnice. Do zakrivljenosti dolazi zbog

toga što su ploče izrađene od više tankih slojeva i nisu simetrične konstrukcije, te još zbog nekih kemijskih reakcija (naknadne kondenzacije). Za lijepljenje ovih materijala primjenjuju se taljiva ljepila postojana na visoke temperature. Kod debljih traka preporučuje se lijepljenje drugim tipovima ljepila kao što su PVA-c ili karbamidna. Melaminske trake mogu također biti izrađene tako da s unutarnje ljepeve strane leži sloj vulkaniziranog vlakna. U ovom slučaju treba osobito paziti na uskladištenje materijala, jer je vulkanizirano vlakno higroskopsko, pa često nastaju poteškoće kod lijepljenja.

Prednost rubnih traka na bazi melamina jest u tome što su površine osobito otporne na kemijske utjecaje i mehanička oštećenja.

#### *Papirne folije impregnirane akrilnim, odnosno melamin-akrilnim smolama.*

U posljednje vrijeme sve se više upotrebljavaju materijali za rubove na bazi akrilnih smola, odnosno melamin-akrilnih smola. Proizvode se u obliku namotanih traka, posjeduju dovoljnu tvrdoću na površini trake i lako se obrađuju. Izrađene su od više slojeva specijalnog papira impregniranog smolama, naginju manjim deformacijama (zakrivljenjima). Njihova sposobnost prijanjanja je dobra i kod nižih temperatura, dadu se lako lijepiti, tako da ne postoje neke osobite poteškoće kod lijepljenja.

#### *Poliesterski materijali za rubove*

Poliesteri su duroplasti s dobrim svojstvima materijala. Razlikujemo dva osnovna tipa, a oba se proizvode u obliku namotanih traka određene debljine (0,4 do 0,6 mm) i širine (obično 24 mm). U prvu skupinu spadaju simetrično izrađene trake sa specijalnim papirom kao međuslojem, koji je impregniran poliesterskom smolom. Vanjska kao i unutarnja ljepeva strana su glatke. Ljepeva strana može biti posebno pripremljena. U drugu skupinu spadaju asimetrično izrađene trake s glatkom vanjskom stranom, dok je unutarnja strana hrapava i posebno pripremljena. Kod prve grupe traka (simetrične izrade), pod utjecajem visoke temperature trake manje naginju zakrivljenosti. Čvrstoća spoja kod niskih temperatura dovoljna je samo kod posebno prepariranih traka.

Kod asimetričnih traka, pod utjecajem vanjskih temperatura, dolazi do zakrivljenosti trake po širini (postaje ovalnog profila), te se kod ovih traka primjenjuju taljiva ljepila otporna na visoke temperature.

#### *Furniri*

Furniri raznih vrsta kod lijepljenja taljivim ljepljivima općenito ne predstavljaju neki veći problem, jer se furniri u osnovi lako daju lijepiti. Međutim, treba naglasiti da sadržaj vlage u furniru ne smije biti veći od 10%, jer se prilikom spajanja vrućeg taljivog ljepila i vlažnog furni-

ra između dodirnih površina lijepljenih materijala stvara sloj vodene pare, koji negativno djeluje na čvrstoću vezanja, te redovito dolazi do grešaka kod lijepljenja.

#### Rubne letvice

Letvice mogu biti od mekog ili tvrdog drva. Drvo treba da ima odgovarajući sadržaj vlage, mora biti posve ravno (pravne žice), te da pod djelovanjem topline ne dolazi do većih unutarnjih naprezanja, a time i deformacija. Ako letvice naginju vitoperenju, postoji opasnost da taljivo ljepilo pod djelovanjem topline nakon dužeg vremena popusti, što naročito vrijedi za tvrde vrste drva. Lijepljenje rubnih letvica taljivim ljepilima nije uvijek bez problema. Naročite poteškoće mogu nastati kod lijepljenja smreke i još nekih drugih vrsta.

#### Aluminijske trake

Kod lijepljenja aluminijskih traka često nastaju dosta složeni problemi, te vrlo često čvrstoća spoja nije zadovoljavajuća. Koeficijent istezanja aluminijske trake znatno se razlikuje od koeficijenta istezanja drva, tako da kod viših ili znatno nižih temperatura (ispod nule) može doći do popuštanja (odvajanja) spoja.

## 4. UZROCI I OTKLANJANJE GREŠAKA KOD LIJEPLJENJA NA AUTOMATSKIM STROJEVIMA

Tehnologija lijepljenja rubova na automatskim strojevima smatra se jednostavnom, ali često mogu nastati i velike poteškoće koje se, međutim, dađu lako otkloniti.

### 4.1. Izbor taljivih ljepila

Svako ljepilo nije pogodno za lijepljenje svih vrsta materijala. Prema vrsti materijala, njihovim kemijskim i tehničkim svojstvima, odabire se pogodno ljepilo određenih svojstava. Osim toga, treba uzeti u obzir da svako ljepilo nije pogodno za nanošenje na svakom tipu stroja; odgovarajuću ulogu pritom ima viskoznost ljepila.

Danas već postoji veliki zbor takozvanih univerzalnih ljepila, koja su pogodna za sve vrste rubnih materijala. Međutim, mora se istaknuti da jedini sigurni izbor ljepila za određeno lijepljenje može dati proizvođač ljepila.

### 4.2. Temperatura taljenja

Za svaki određeni tip ljepila optimalnu temperaturu taljenja preporučuje proizvođač ljepila. Temperaturu taljenja treba mjeriti na valjku za nanošenje, jer često razlika u temperaturi između termostata i valjka za nanošenje iznosi i do 30° C. Optimalna temperatura taljenja kod većine vrsta lijepljenja iznosi 190 do 220° C. Kod preniske temperature ljepilo je previše viskozno

(pregusto), slabo se razlijeva, materijal za rubove se ne navlažuje, te se smanjuje sila adhezije. Kod previsokih temperatura na stijenkama i dnu posude za taljenje može se zbog termičkog rastvaranja stvoriti mekana kora (smanjuje se vodljivost topline kroz zidove posude). Kao posljedica termičkog rastvaranja, ljepilo postaje gusto i gubi sposobnost lijepljenja.

Kod velikih brzina pomaka i kod krajnje debelih ploča valjci za nanošenje ljepila brže se hlade nego kod manjih brzina pomaka i tanjih ploča, te o ovim uvjetima treba voditi računa kod određivanja optimalne temperature taljenja.

### 4.3. Temperatura ploče, materijala za rubove i okoline

Optimalna temperatura radne okoline i materijala koji se lijepe iznosi 18° C. Kod nižih temperatura (ispod 15° C) stvara se na nanesenom ljepilu (filmu) tanka kožica, koja sprečava jednoliko navlaživanje, što često dovodi do grešaka u lijepljenju. Iste posljedice može izazvati velik pro-puh u radnoj prostoriji ili nepovoljni položaj (u blizini valjka za nanošenje) ušća ekshaustora.

### 4.4. Sadržaj vlage i materijala za rubove i nosivih ploča

Sadržaj vlage nosivih ploča i materijala za rubove treba da iznosi oko 8% (najviše 10%). Ako su materijali odležali u hladnoj prostoriji, te neposredno prije lijepljenja dovezeni u zagrijanu prostoriju, na površinama materijala stvara se kondenzirana para. Da bi se sve to izbješlo, potrebno je ploče i materijal za rubove prije lijepljenja kondicionirati.

### 4.5. Brzina pomaka — otvoreno vrijeme

Zadovoljavajuća čvrstoća spoja može se postići samo ako je temperatura taljivog ljepila dovoljno visoka, što znači vrlo kratko otvoreno vrijeme. Što se taljivo ljepilo prilikom lijepljenja više ohladi to je manja vezivna čvrstoća. Razmak između valjka za nanošenje i prvog valjka za pritiskivanje iznosi obično 30 do 35 cm. Kod brzine pomaka 30 m/min ovaj put (razmak) bit će prijeđen za 0,7 s; kod pomaka 23 m/min traje 1 s, te kod pomaka 12 m/min traje 2 s.

Pretpostavimo da je taljivo ljepilo nanoseno na rub ploče oko 200° C, nakon vremena od 1 s ljepilo će se ohladiti na temperaturu od oko 170° C, a nakon 2 s na oko 150° C (eksperimentalno je dokazano).

Kod otvorenog vremena od 2 s redovito dolazi do grešaka kod lijepljenja. Brzina pomaka treba da iznosi iznad 20 m/min kod sistema nanošenja valjcima, te iznad 10 m/min kod sistema nanošenja pomoću sapnica. Kod velikih brzina pomaka valjci ne pritišću jednoliko po cijeloj širini ruba (valjci nemirno rade), te kvaliteta izrade ne zadovoljava, a, osim toga, znatno se povećava količina otpada.

#### 4.6. Debljina nanosa ljepila

Debljina nanosa nakon pritiskivanja valjcima jednoliko mora biti raspoređena po cijeloj površini ruba. Debljina ne bi trebala biti prevelika, jer kod dalje obrade (brušenje, glodanje) stvara poteškoće, a, osim toga, debeli film daje veće mogućnosti prodiranja otapala u sljubnicu. Kod velikih brzina pomaka i debelog filma događa se često da se sljubnica ljepila kod pritiskivanja valjcima (zona prešanja) dovoljno ne ohladi (valjci ne odvedu dovoljnu količinu topline), te bridovi rubova dovoljno ne brtve. Kod pretankog sloja ljepila također dolazi do još većih grešaka lijepljenja. Pretanki sloj ljepila nije jednoliko raspoređen, srednji sloj iverice nije dovoljno gust (ljepilo ulazi u šupljine srednjeg sloja iverica). Debljinu ljepila možemo najbolje kontrolirati lijepljenjem transparentne (prozirne) trake.

#### 4.7. Valjci za nanošenje i pritiskivanje

Valjak za nanošenje ljepila mora biti postavljen točno okomito prema nosivoj ploči, tako da nanos ljepila bude jednako raspoređen. Valjci za pritiskivanje moraju biti okomito postavljeni prema nosivoj ploči, te pritisak opruge ne smje biti previše jak, odnosno slab. Kod preniskog pritiska valjcima, lijepljene površine se ne ovlažuju potpuno, sljubnica je izbrazdana i redovito dolazi do grešaka lijepljenja. Ako rub iverice nije pravokutan, kod previše niskog ili visokog pritiska valjcima redovito dolazi do grešaka u lijepljenju. Kod previsokog pritiskivanja na mjestu gdje se ploča dodiruje s pritisknim valjkom, valjak može za kratko preskočiti dio puta, jer na tom mjestu nema odgovarajućeg pritiska.

#### 4.8. Posuda (lonac) za taljenje

Taljiva ljepila kod visokih temperatura naginju termičkom raslojavanju, te se na zidove i dno posude postepeno hvata mekana kora. Posljedica toga je smanjenje vodljivosti topline kroz zidove posude, te se na taj način ne postiže potrebna temperatura taljenja. Stoga se preporučuje svakih 8 do 14 dana posudu temeljito očistiti.

#### 4.9. Svojstva ljepive strane materijala za rubove

Ako i jesu svi gore navedeni uvjeti ispunjeni, može se dogoditi da čvrstoća spoja nije zadovoljavajuća, nego čak loša. Uzroke moramo onda tražiti u materijalima za rubove ili u pogrešno obranom ljepilu. Kod slojevitog materijala (melaminskih traka) postoji mogućnost da razdjelni papir na ljepivoj strani nije sasvim odstranjen. Čvrsti spoj može se jedino postići lijepljenjem direktno na sloj melaminske ili fenolne smole. Ako PVC-materijal uopće nije obrađen sredstvom za prijanjanje, ne da se lijepiti taljivim ljepilima.

(nastavlja se)

# Međunarodni sajam drvne industrije

## 17—23. IV. 1978.

### ZAGREBAČKI VELESAJAM

- oprema za drvenu industriju
- salon namještaja
- ostali proizvodi drvne industrije
- sirovine i pomoćni materijal za drvenu industriju
- uređenje stambenih i drugih prostorija
- kuće za odmor

INFORMACIJE — POSLOVNI SUSRETI

### ZAGREBAČKI VELESAJAM



41020 Z A G R E B  
Avenija Borisa Kidriča 2  
Telefon 511-66  
Telex 21-385 yu zv zg