

Dr. sc. M. Dunky i dr. sc. S. Petrović
Krems Chemie AG, Krems/Donau

Primjena karbamid- formaldehidnih ljepila za površinsko lijepljenje u proizvod- nji namještaja i uslojenih pločastih materijala

Anwendung von Harnstoff-Formalde- hyd-Leimen für die Flächenverleimung in der Produktion von Möbel und Schichtholzwerkstoffplatten

Stručni rad

*Prispjelo: 5. 11. 1995. • Prihvaćeno: 20. 11. 1995. • UDK 630*824.8*

SAŽETAK • Lijepljenjem drva karbamid-formaldehidnim ljepilom dobivaju se proizvodi visoke kvalitete ako su zadovoljeni najvažniji parametri i uvjeti proizvodnje. Postoji, naime, mnoštvo činitelja koji utječu na adheziju, a time i na kvalitetu gotovog proizvoda. U članku se analiziraju osnovni tehnološki uvjeti i navode preporuke za pravilnu primjenu ljepila. Te preporuke, nastale na temelju višegodišnjega praktičnog iskustva autora na području lijepjenja drva, treba shvatiti kao prilog općem unapređenju primjene KF-ljepila u površinskom lijepljenju u proizvodnji namještaja i uslojenih pločastih materijala.

ZUSAMMENFASSUNG • Die Holzverleimung mit Harnstoff-Formaldehyd-Leimen ergibt Produkte hoher Qualität, wenn die dafür wichtigen Parametern und Bedingungen eingehalten werden. Nämlich eine Reihe von Faktoren beeinflussen die Adhäsion und somit die Adhäsion und somit die Qualität des Fertigproduktes. In dem Artikel wurden daher die Empfehlungen für die richtige Anwendung gegeben. Diese Empfehlungen, die aufgrund jahrelangen praktischen Erfahrungen der Autoren im Bereich der Holzverleimung entstanden worden sind, sollte man als Beilage zur Verbesserung der Anwendung von UF-Leimen bei der Flächenverleimung in der Möbel- und Schichtholzplattenproduktion annehmen.

1. UVOD

1. Einleitung

Karbamid-formaldehidna (KF) ljepila u tekućem i praškastom obliku upotrebljavaju se u velikim količinama u proizvodnji furnirskih, stolarskih i drugih pločastih materijala od masivnog drva, te za funiranje i kaširanje. Bez njih je suvremena proizvodnja ploča i namještaja praktično nezamisliva.

Proizvode se reakcijom karbamida i formaldehida u vodenoj otopini i uz brižljivo kontrolirane uvjete. Pritom se reakcija vodi samo toliko daleko da nastali produkti još budu topljivi u vodi odnosno da dijelom budu dispergirani u toj otopini. Takvim stupnjem prerade dobiva se trgovački uobičajeno karbamid-formaldehidno ljepilo u tekućem stanju. S obzirom na to se ta kemijska reakcija i pri sobnoj temperaturi dalje polako nastavlja, tekuća ljepila, ovisno o tipu i sastavu, imaju ograničeno vrijeme upotrebe (1 do 3 mjeseca). Dodatkom otvrdnjivača i djelovanjem topline kemijska se reakcija ubrzano nastavlja, ljepilo otvrdnjava i stvara trodimenzionalnu prostorno umreženu strukturu. Proces otvrdnjavanja je ireverzibilan.

Na današnjem stupnju razvoja tih ljepila i otvrdnjivača, koji uz ostalo moraju zadovoljiti visoke standarde kvalitete u tehničkom i ekološkom smislu (E1) određeni je sustav lijepljenja moguće prilagoditi specifičnim uvjetima u konkretnom pogonu.

Ljepila u praškastom obliku proizvode se od tekućih ljepila sušenjem, rasprskavanjem u struji toplog zraka. Uklanjanjem vode reakcija polikondenzacije teče mnogo sporije nego u tekućim ljepilima pa se time i rok upotrebe znatno produžava. Ta se ljepila za primjenu moraju dodatkom određene količine vode opet dovesti u tekuće stanje.

Neusporedivo najveći udio u skupini ljepila u praškastom obliku koja se rabe u proizvodnji namještaja čine tzv. konfekcionirana ljepila. Ona sadrže sve potrebne komponente za pripremu odgovarajuće smjese, osim vode. Dodatkom određene količine vode i homogeniziranjem smjese ta ljepila postaju spremna za upotrebu. Naknadno dodavanje punila ili otvrdnjivača nije potrebno.

2. PRIMJENA

2. Anwendung

Za pravilnu primjenu ljepila moraju biti zadovoljeni određeni kriteriji. Većina tih uvjeta dobro je poznata i u praksi uvelike usvojena. Ako se, međutim, ne slijede preporuke proizvođača ljepila, moguća su neugodna iznenađenja u primjeni. Sa željom

da takva iznenađenja budu što manja, u nastavku teksta donosimo preporuke za pravilnu primjenu ljepila, te analiziramo uzroke grešaka lijepljenja i mogućnosti njihova uklanjanja.

2.1. Priprema smjese ljepila i vrijeme upotrebe

2.1. Flottenvorbereitung und ihre Gebrauchszeit

Smjesa ljepila spremna za upotrebu sastoji se od sljedećih komponenata: ljepila u tekućem stanju ili u prahu, prethodno otopljenog u vodi, punila, vode za razrjeđenje prema potrebi i otvrdnjivača (Härter). Ako je potrebno, ljepilu se može dodati i sredstvo za umrežavanje i boja. Taj redoslijed dodavanja pojedinih komponenata po pravilu treba poštovati.

Tip ljepila i otvrdnjivača, te sastav smjese ovise o namjeni, željenoj kvaliteti lijepljenja, uvjetima prerade (vrsti preše, temperaturi prešanja, potrebnome vremenu upotrebe ljepila) i željenom vremenu prešanja.

Pod pojmom punila u osnovi treba razlikovati dvije vrste, i to punila s djelomičnom vlastitom sposobnošću lijepljenja (tzv. aktivna punila) i punila bez te sposobnosti. Aktivna punila (Streckmittel) fino su mljeveni sastojci biljnog podrijetla (najčešće brašna žitarica) skloni bubrenju i lijepljivosti. Punila bez vlastite sposobnosti lijepljenja fino su mljeveni praškasti materijali anorganskoga ili organskog podrijetla, koji su praktično neskloni bubrenju. Za potrebe ove analize zadržat ćemo se samo na prvospomenutoj vrsti.

Zadaće aktivnih punila (brašna) jesu:

- da lijepljeni spoj učini mekšim i podatnijim za obradu (poveća elastičnost sljubnice)
- da omogući odabir određene viskoznosti smjese
- da spriječi probijanje ljepila kroz furnir
- da omogući produženje otvorenog vremena vezanjem vode na sebe
- da se smanje troškovi ljepila.

Voda za razrjeđenje služi za odabir viskoznosti smjese ljepila prilagođenog radnim uvjetima. Viskoznost smjese kreće se u granicama od 4000 do 8000 mPa.s za strojni odnosno 8000 do 20 000 mPa.s za ručni nanos ljepila (valjkom, lopaticom).

Jednostavna kontrola viskoznosti može se provesti promatranjem traga ljepila na površini koji ostavlja mlaz ljepila spuštajući se s drvenog štapa prethodno uronjenoga u smjesu ljepila. Pri odgovarajućoj viskoznosti smjesa se odvađa od štapa u obliku neprekinutoga homogenog mlaza, koji u dodiru s površinom smjese ljepila u po-

sudi ostavlja vidljiv trag koji ostaje oko tri sekunde. Nasuprot tome, trenutno "potonuće" mlaza u smjesu u posudi (slično kao pri izlivanju vode) znak je previše rijetke (niskoviskozne) smjese ljepila, koja zbog brze penetracije ljepila u drvo može izazvati mnoge greške (proboj ljepila, nedovoljna čvrstoća spoja). To se može osobito očitovati pri lijepljenju drva na poprečnom presjeku, i to zbog velike brzine prodora ljepila u drvo. Kompenzacija je moguća pripremom viskoznije smjese ljepila.

U praškastih ljepila dodatkom vode tijekom pripreme smjese, reakcija polikondenzacije ljepila se ubrzava, a njezina je brzina ovisna o temperaturi. Tijekom reakcije povećava se viskoznost smjese ljepila, pri čemu ona ostaje upotrebljiva samo određeno vrijeme (Standzeit)*.

S povećanjem temperature za 10 °C ubrzava se vrijeme vezanja smjese za 2 - 7 puta. Ako vrijeme pripremljene smjese prođe, (pa se smjesa ne može više nanositi) dodatkom vode ona se ne može ponovno učiniti upotrebljivom, jer je riječ o ireverzibilnom kemijskom procesu.

Postupci predostrožnosti u slučaju prekratkog vremena upotrebe jesu:

- priprema odgovarajuće manje količine ljepila
- promjena vrste otvrdnjivača (za praškasta ljepila)
- dodavanje tvari koja ima svojstvo pufera, npr. 0,5 do 1% tehničkog amonijaka (25%-tni) u ukupnoj smjesi ljepila.

Za posljednje dvije mogućnosti mora se uzeti u obzir eventualno produženje vremena prešanja.

Nadalje, treba također uzeti u obzir da je pri strojnom nanosu ljepila zbog djelomičnog isparavanja vode vrijeme upotrebe smjese kraće nego u miješalici.

Pri lijepljenju na relativno visokoj okolnoj temperaturi mora se računati s kraćim vremenom upotrebe ljepila i kraćim otvorenim vremenom ljepila.

Kao mjere predostrožnosti mogu se navesti hlađenje smjese ljepila i valjaka za nanos, te već spomenuta priprema manjih zaliha i dodatak pufera.

2.2. Nanos ljepila i dopušteno otvoreno vrijeme

2. 2.Leimauftrag und die gestattet Wartezeit

Nanos ljepila u načelu ne bi trebao biti veći nego što je za pravilno površinsko lijepljenje potrebno. Predebeo nanos smjese ne pridonosi većoj čvrstoći lijepljenja, štoviše, zbog prevelika količina vode unesene s ljepilom može izazvati mnoštvo negativnih

posljedica, npr. opasnost od probijanja ljepila ili od pojave mjehura.

Orijentacijske vrijednosti nanosa ljepila pri strojnom lijepljenju jesu:

- pri funiranju iverica ... 80 - 120 g/m²
- pri furniranju stolarskih ploča ... 120 - 150 g/m²
- pri kaširanju iverica ukrasnim folijama ... 40 - 80 g/m²
- u proizvodnji ploča od masivnog drva ... 150 - 250 g/m²
- u proizvodnji šperploča i otpresaka ... 150 - 200g/m²
- u proizvodnji višeslojnih parketnih ploča ... 140 -220 g/m²
- u proizvodnji vratnih krila ... 80 - 140 g/m².

Količina ljepila nanosena ručnim valjkom (nanos uglavnom veći od 250 g/m²) mora se, ovisno o vrsti primjene prema potrebi smanjiti nazubljenom plastičnom lopaticom. Pri strojnom nanošenju količina se može regulirati odgovarajućim odabirom dozirnih valjaka i valjaka za nanos ljepila.

Prije polaganja furnira na ivericu s nanosenim slojem ljepila, odnosno prije spajanja površina dvaju materijala, obvezno je potrebno osigurati određeno, otvoreno vrijeme, kako bi se omogućilo da jedan dio vode iz nanosene smjese ljepila ispari. To je otvoreno vrijeme utoliko važnije ukoliko je veći tlak prešanja pod kojim će lijepljenje biti provedeno. Dopušteno otvoreno vrijeme kraće je pri lijepljenju na hladno nego pri lijepljenju na toplo ili na vruće. Pritom je odlučujući kriterij dobro kvašenje suprotne strane, na koju nije nanoseno ljepilo. Za tu namjenu ljepilo mora biti još tekuće. Eventualna pojava kožice na površini ljepila znak je da je otvoreno vrijeme isteklo . Tu pojavu treba preduhitriti, osobito pri lijepljenju na hladno.

Za ljepila s malim udjelom punila prekoračenje otvorenog vremena manje je kritično nego za smjese s velikim udjelom punila. Dopušteno otvoreno vrijeme može se općenito kretati u granicama od 20 do 30 minuta (pickefekt), a može se i znatnije smanjiti, što je posljedica pretjerano suhog furnira, visoke temperature okoline i niske relativne vlage zraka.

Pod "zatvorenim vremenom" označava se vrijeme od trenutka spajanja dvaju materijala (npr. polaganja furnira na ivericu) do postizanja punog tlaka u preši. Ono mora biti što je moguće kraće, kako bi se svela na minimum opasnost od pojave pukotina u furniru, kao posljedica njegova bubrenja u smjeru okomitome na vlakanca nakon preuzimanja dijela vode iz nanosene smjese ljepila.

2.3. Vrijeme i temperatura prešanja
2.3. Preßtemperatur und die Preßzeit

Temperatura prešanja ovisi o vrsti ljepila i materijalu kojeg želimo lijepiti, te o konkretnim uvjetima u pogonu. U skladu s temperaturom prešanja odabire se i ljepilo te određuje sastav smjese i potrebno vrijeme prešanja.

Vrijeme prešanja sastoji se zapravo, od osnovnog vremena prešanja te vremena potrebnoga za progrijavanje sloja drva od vrućih preša do najudaljenije sljubnice. Posljednje ovisi o vrsti drva i njegovoj volumnoj masi, vlazi drva, te o temperaturi prešanja. U području do 80 °C kao približna vrijednost može se uzeti veličina od 1,5 min/mm debljine drva ili furnira, a iznad toga vrijednost od 1 min/mm. Progrijavanje se može produžiti ako se rabe hladni limovi ili druge podloge, pri čemu potrebno vrijeme prešanja ovisi o vrsti materijala za podlogu i njezinoj debljini.

Poželjno je da ljepila tijekom prerade imaju temperaturu od 18 do 20 °C. Ako je temperatura mnogo niža, ljepilo treba prije upotrebe kondicionirati jer u suprotnome se mogu očekivati odstupanja u vremenu otvrdnjavanja i produženje vremena prešanja. Zbog istih razloga zimi također treba kontrolirati i temperaturu drva, posebno složajeva iverica. Stoga i vrijeme kondicioniranja iverica odnosno drva treba prilikom prerade uzeti u obzir (sati, dani).

2.4. Tlak prešanja
2.4. Preßdruck

Pri primjeni ljepila za drvo mora se osigurati takav tlak prešanja, da se dva dijela koja se međusobno lijepe dodiraju što većom površinom i da se postigne što tanja sljubnica (oko 0,1 mm). Time se stvaraju uvjeti za postizanje dobre čvrstoće lijepljenja. Debele sljubnice ne čine spojeve optimalnima. One nakon određenog vremena postaju tvrde i krte, pa se zbog unutarnjih naprezanja mogu i raslojiti. Na smanjenje osjetljivosti sljubnice pri uporabi KF-ljepila može se utjecati izborom odgovarajućeg ljepila, dodatkom veće količine punila ili PVAc-ljepila (10-20% količine smjese). Ovisno o vrsti materijala koji se lijepe, preporučuju se sljedeći specifični tlakovi prešanja:

furniranje (kaširanje) iverica ... 0,3 - 0,7 N/mm² (3-7 bar)
šperploče od mekog drva ... 0,8 - 1,0 N/mm² (8-10 bar)
šperploče od tvrdog drva ... 1,2 - 1,8 N/mm² (12-18 bar)
stolarske ploče ... 0,5-1,2 N/mm² (5-12 bar)

vrata (šperanje i furniranje u istom radnom postupku ... 0,5 - 0,6 N/mm² (5-6 bar).

Premalen ili neujednačen tlak prešanja može biti rezultat deformiranih etaža preša ili nejednake debljine obratka koji se preša. Moguće posljedice jesu: nejednolična raspodjela ljepila u sloju, nedovoljno kvašenje strane na koju se ne nanosi ljepilo (ljepilo ne prodire u unutrašnjost drva, zbog gušće odnosno viskoznije pripremljene smjese ljepila ili predugoga otvorenog vremena), i debela sljubnica, a time i nedovoljna čvrstoća lijepljenja.

I pretjerano visok tlak prešanja može dati loše rezultate lijepljenja: ugušćenje i oštećenje strukture drva na površini te proboj ljepila pri furniranju.

2.5. Vlažnost drava
2.5. Holzfeuchtigkeit

Vlaga drava ima odlučujuću ulogu pri lijepljenju. U svezi s tim vrijedi pravilo: što je viša temperatura prešanja, to se preciznije mora održavati preporučeno područje vlažnosti drva.

lijepljenje pri temperaturi većoj od 110 °C ... 5-10%

lijepljenje pri temperaturi 80-110 °C ... 5-10%

lijepljenje pri sobnoj ili malo povišenoj temperaturi ... do 12%.

Svi elementi koji se lijepe moraju imati jednak sadržaj vlage. Samo pri furniranju treba nastojati da furnir bude osušeniji nego nosiva ploča kako bi se spriječila pojava pukotina u furniru. Pri uzajamnom djelovanju vlage iz drva, vode iz ljepila temperature prešanja i procesa otvrdnjavanja najbolji se rezultati postižu ako se za vrijeme procesa lijepljenja, ovisno o temperaturi, uravnoteži smanjenje viskoznosti ljepila s gubitkom vode odnosno procesom polikondenzacije.

Posljedice preniske vlage u drvu jesu:
- nedovoljno kvašenje nasuprotne površine obratka, tj. one na koju se ne nanosi ljepilo, što je rezultat prebrze penetracije vode, a slijedom toga i brzog sušenja površine ljepila
- siromašan spoj ljepila koji nastaje zbog prebrzog upijanja rijetke (niskoviskozne) smjese ljepila iz sljubnice u drvo.

Posljedice previsoke vlage u drvu jesu:

- sprječavanje otvrdnjavanja ljepila zbog preporog nestajanja (gubitka, isparavanja) vode iz smjese ljepila

- naprezanja koja nastaju zbog utezanja uzrokovanoga gubitkom vode nakon što je ljepilo već otvrdnulo.

3. UZROCI SLABE ČVRSTOĆE SLIJE- PLJENOG SPOJA

3. Ursachen der schlechten Fugenfestigkeit

Uzroci slabe čvrstoće spoja mogu nastati u gotovo svim fazama tehnološkog procesa, ali najčešće je uzrokuju ovi nedostaci:

- pogrešan izbor ljepila
 - nimalo ili premalo otvrdnjivača u smjesi
 - previsoka ili preniska vlažnost drvnog materijala koji se lijepi, što je posljedica nedovoljno temeljite kontrole (to se osobito očituje izraženo pri visokoj vlažnosti furnira)
 - hladni furniri i/ili ploče
 - nedovoljna kvaliteta površine obradaka koji se lijepi (hrapave površine, grubi rez); hrapave površine zahtijevaju veći nanos ljepila
 - premalen ili neujednačen nanos ljepila. Naime, nanos ljepila mora biti uvijek prilagođen kvaliteti površine drvnog materijala koji se lijepi. S povećanjem tlaka prešanja smanjuje se potrebna količina ljepila u sljubnici
 - prekoračenje otvorenog vremena (prijevremeno sušenje nanosene smjese). Prepoznaje se po vidljivim tragovima žljebova valjaka za nanošenje ljepila na površinu obratka, osobito pri lijepljenju folija. Isušivanjem površine ljepilo gubi sposobnost da pod utjecajem topline ili tlaka razlijevanjem stvori ravnomjeran i tanak sloj (film) ljepila. Posljedica toga može biti nedovoljno kvašenje nasuprotne površine, one bez nanosene ljepila
 - otežano kvašenje zbog, primjerice, masnog ili zaprljanog furnira
 - nedovoljan ili neravnomjeran tlak prešanja
 - predugo zadržavanje obratka u preši bez djelovanja tlaka, zbog čega ljepilo može prebrzo otvrdnuti. Uzroci mogu biti npr. dugo vrijeme potrebno za pripremu obradaka malog formata ili za zatvaranje preše, što je posljedica nedovoljno snažne hidraulike
 - prekratko vrijeme i preniska temperatura prešanja, neravnomjerna razdioba topline (začepljeni kanali za dovod topline, neispravnost pojedinih električnih elemenata za grijanje), nedovoljan toplinski kapacitet (pad temperature pri brzom toku ciklusa prešanja), smjesa za hladno lijepljenje ili hladno drvo (zimi). Smjese za hladno lijepljenje moraju biti uvijek sa većim viskozitetom nego one za normalne temperature
 - lužnata reakcija nosive podloge
 - prijevremeno otvrdnjavanje smjese ljepila
- "Gladni spojevi" većinom samo pokazuju tragove ljepila, koji su nedovoljni za pouzdano lijepljenje. Uzroci mogu biti:
- preniska viskoznost smjese ljepila

(prevelika količina dodatne vode ili premali udio punila, previsoka vlažnost drva)

- pretanak nanos ljepila u odnosu prema kvaliteti površine (hrapavost)
- previsok tlak prešanja (ljepilo se tlači duboko u strukturu drva, osobito pri lijepljenju krupno poroznih vrsta).

"Kiršneri" su mejsta na kojima furnir uopće ne prijanja uz nosivu podlogu, jer zapravo nije obavljen proces lijepljenja. Uzrok je nedovoljno ili nikakvo kvašenje suprotne strane, u ovom slučaju furnira, što može biti posljedica nedovoljnog tlaka, neravnomjerne debljine materijala koji se lijepi, neujednačenog nanosa ljepila, neodgovarajuće vlage drva, nedovoljne čistoće površine odnosno hidrofobnoga (vodoodbojnog) ponašanja te površine, neravnomjernog sušenja ili mjestimične skorjelosti površine (bukva, topola) te zaostalih grudica brašna u smjesi. Kiršneri često postaju vidljivi tek u daljnjem procesu obrade (npr. nakon bajcanja).

Mjehuri (parni mjehuri) nastaju pri temperaturama prešanja višim od 100 °C, i to pretvaranjem vode iz nanosene smjese ljepila u paru, koja nastaje zato što za vrijeme prešanja ta voda ne može ispariti ili difundirati u drvo. Naglim smanjenjem tlaka nakon završenog prešanja oslobađa se zatvorena vodena para, pri čemu se mogu pojaviti mjehuri i furnir ispucati po površini. Na poprečnom presjeku mjehura vidljivi su tragovi pucanja po drvu, što znači da je na tome mjestu prije toga postojao čvrsti zalijepljeni spoj. Za sprječavanje pojave mjehura preporučuje se niska vlažnost furnira, manji dodatak vode u smjesu ljepila, niža temperatura prešanja, naizmjenično popuštanje i ponovno povećanje tlaka u prvoj fazi prešanja te postupno smanjenje tlaka na kraju procesa prešanja.

4. PROBLEMI KVAŠENJA 4. Benetzungsprobleme

Lijepljenje drva temelji se na kohezijskim silama unutar sljubnice, koje se javljaju otvrdnjavanjem ljepila, kao i na silama adhezije između ljepila i površine drva. Posljednje sile mogu biti pojačane penetracijom ljepila u staničnu stijenku i njegovim otvrdnjavanjem.

Pretpostavka za djelovanje adhezijskih sila jest potpuno kvašenje površine drva ljepilom. Ta sposobnost kvašenja ovisi prije svega o svojstvima ljepila (površinska napetost, viskoznost) i svojstvima površine drva. Uvjet za postizanje trajne čvrstoće spoja jest čistoća površine drva (na njoj ne smije biti prašine, ulja, masti, sredstva za razdvajanje,

npr. silikona itd.) i, kako je već spomenuto, dobra priprema sljubnice.

Teškoće pri kvašenju mogu nastati zbog:

- ekstrakcijskih tvari u drvu koje djeluju hidrofobno (vodoodbojno) i čija se količina na površini tijekom vremena može povećati
- "starenja" površine drva, što je posljedica kemijskih promjena različitih ekstrakcijskih tvari u drvu, odnosno zbog veće koncentracije hidrofobnih tvari na površini
- onečišćenja (masne mrlje, prašina)
- smolnih vrećica
- prekoračenja dopuštenog otvorenog vremena.

Pri rješavanju problema lijepljenja zbog lošeg kvašenja može pomoći:

- osiguravanje čistoće površine bez tragova prašine i masnih mrlja
 - dodavanje sredstva za umrežavanje (površinski aktivne tvari, npr. bilo kojeg tekućeg sredstva za pranje posuđa) u količini od 0,1 do 0,3% radi smanjenja napetosti površine
 - dodatkom oko 10 do 20% bijelog (PVAc) ljepila pripremljenoj smjesi
 - povećanje tlaka prešanja
 - sprječavanje preranog otvrdnjavanja ljepila
 - svježja obrada površina za lijepljenje (obrusiti površinu u smjeru vlaknaca neposredno prije lijepljenja)
 - primjena smjese ljepila s manjim udjelom punila.
- Kritične vrste drva su breza, tik, bukva, lipa, topola, javor, palisander, jasen, hrast, jela, bor.

5. PROBOJ LJEPILA 5. Leimdurchschlag

Proboj ljepila kroz furnir mogu uzrokovati ovi činitelji:

- pravisok ili neravnomjeran nanos ljepila
- previše rijetka (niskoviskozna) smjesa ljepila (visok udio vode, malo ili nimalo punila)
- porozni furniri
- tanki ili neravnomjerno rezani furniri
- previše vlažni furniri (vlažno drvo može primiti manje vode)
- prekratko otvorno vrijeme (nema mogućnosti isparavanja vode)
- visok tlak prešanja
- visoka temperatura prešanja (jako smanjenje vrškoznosti ljepila)
- neodgovarajuća vrsta punila.

Moguća pomoć u sprječavanju proboga ljepila uglavnom je posljedica već navedenih izvora grešaka. To su:

- gusta smjesa ljepila visoke viskoznosti, mali dodatak vode, visoki udio punila

- punilo dobrih lijepljivih svojstava (npr. raženo brašno)

- tanak nanos ljepila.

Osim toga, pri lijepljenju tamnijih vrsta furnira odnosno tamno bajcanih, smjesa ljepila može se obojiti neutralnim ili kiselim bojama. Za svijetle furnire bojenje nije potrebno jer su i stvrdnuto ljepilo i eventualna količina ljepila koja probije na drugu stranu također bijele boje odnosno bezbojni. Pažljivim brušenjem površine na kojima ima ljepila što je probilo može se spasiti inače neupotrebljiva površina, ali pore furnira ostaju i dalje zapunjene pa ta greška može ponovno postati očita pri bajcanju odnosno lakiranju.

6. PUKOTINE U FURNIRU 6. Furnierrisse

Riječ je o jednoj od najnezgodnijih grešaka na furniranim površinama, i to prije svega zato što se pojavljuje tek nakon dužeg vremena, često nakon jedne ili dvije sezone grijanja. Pravi uzrok pojave pukotina u furniru jesu postojeći odnosi vlage već pri samoj proizvodnji furnira.

Često se furniri visoke vlažnosti lijepe rijetkom (niskoviskoznom) smjesom ljepila i velikim nanosom (polazeći od pogrešne pretpostavke da veći nanos znači sigurnije lijepljenje), bez otvorenoga, ali s relativno dugim zatvorenim vremenom čekanja (dok se, primjerice, ne pripremi više obradaka malih dimenzija za jedno punjenje preše). U tim uvjetima furnir ima dovoljno vremena da upije vodu iz smjese i da nabubri; i to pretežno u smjeru okomitome na vlakanca. Ako se tako nabubreni furnir otvrdnjavanjem ljepila fiksira za ivericu (vrijednosti utezanja i bubrenja okomito na smjer vlaknaca približno su deset puta veće nego za iverice), ne može se kasnije, tijekom uskladištenja ili uporabe (npr. tijekom sezone grijanja stanova) ispuštanjem vlage iz sljubnice u uvjetima niže relativne vlažnosti zraka utezati. Stoga se brzo dosegne granica istezanja furnira (približno 1%), pa on puca. Na ljuštenim i rezanim furnirima pukotine nastaju ponajprije na drvnim tracima jer na tim mjestima drvo ima najmanju čvrstoću.

Na temelju svega toga lako se mogu prepoznati glavni uzroci i izvori grešaka, ali i odabrati odgovarajući postupci za postizanje boljih učinaka. To su:

a) previsoka vlažnost furnira; pri lijepljenju vrućim postupkom nipošto ne bi trebalo prekoračiti najveću dopuštenu vlažnost furnira od 10% prije lijepljenja.

b) prevelika količina vode unesena sa smjesom ljepila: pri niskoj koncentraciji (ri-

jetkoj) smjesi ili prevelikom nanosu ljepila.

Primjer uporabe industrijski proizvedenih ljepila u prahu:

- rijetkom (niskoviskoznom) smjesom (100 t. d. ljepila u prahu + 85 t. d. vode), i nanosom od 200 g/m^2 na nosivu se podlogu unosi oko 91 g/m^2 vode

- pravilno pripremljenom smjesom (100 t. d. ljepila u prahu + 60 t. d. vode) i uz preporučeni nanos od 120 g/m^2 (npr. pri furniranju iverica) sa smjesom se nanosi oko 45 g/m^2 vode, što je polovica količine iz gornjeg primjera

- ako se ima na umu da furnir preuzme iz smjese približno $1/3$ vode, tada u dva navedena primjera tijekom prešanja postićemo vlažnost furnira u nepovoljnom slučaju 17,3%, a u povoljnom slučaju 12,6%. Time veličina bubrenja i utezanja (u odnosu prema početnoj vlažnosti furnira od 8% u prvom slučaju iznosi dvostruko više nego u drugome.

Za poboljšanje učinka viskozniije smjese ljepila treba nanositi štedljivije; za furniranje je općenito dovoljno 80 do 100 g/m^2 . Višak smjese nanosene na podlogu ručnim valjkom (nanos uglavnom veći od 250 g/m^2) prije prešanja treba obvezno skinuti nazubljenom lopaticom.

c) Otvoreno, zatvoreno vrijeme: Tijekom otvorenog vremena jedan dio vode iz smjese može ispariti; što je "zatvoreno vrijeme", kraće to manje vremena ostaje da furnir preuzme vodu i nabubri. Na obratcima s najranije nanosenim ljepilom, pa dakle i najdužim zatvorenim vremenom u jednom punjenju preše, u praksi se najčešće zamjećuju pukotine u furniru.

d) Mekane sljubnice. Primjenom ljepila s malim udjelom formaldehida odnosno s dodatkom 10 - 20% PVAc-ljepila, može se postići znatno mekanija sljubnica, čime se smanjuje opasnost od pucanja furnira.

e) Relativna vlažnost zraka u stambenom prostoru. Vrijednosti od 20 do 30% za vrijeme sezone grijanja tijekom više mjeseci nisu nikakva rijetkost. Njih treba spriječiti ne samo radi mogućeg pucanja furnira nego i zbog zdravstvenih razloga.

7. PROMJENE BOJE 7. Verfahrungen

Promjene boje furnirane površine mogu imati vrlo različite uzroke, a posljedice su vrlo neugodne jer bitno narušavaju vanjski izgled namještaja. Općenito, razlikuju se prava i neprava obojenja.

7.1. Prava obojenja

7.1. Echte Verfahrungen

Prava obojenja su promjene boje koje se u određenim uvjetima pojavljuju kao posljedica kemijskih promjena u drvu. One nastaju u strukturi drva, a rezultat su reakcije sastavnih dijelova drva (npr. trijeslovine, lignina i dr.) s tvarima koje se dodaju ljepilu pri njegovoj preradi (npr. otvrdnjivači), ali mogu biti i posljedica djelovanja topline, vlage i/ili svjetlosti prije svega UV-zračenja. Takva se obojenja pojavljuju većinom neočekivano, a tako i završavaju ako se ne istraže uzroci njihova nastanka.

a) Plavilo od željeza. Pojavljuje se prije svega na hrastovim i vrstama drva s većim sadržajem trijeslovine (mahagonij, limba). Onečišćenja od željeza mogu nastati i zbog uporabe brusnog papira koji sadrži željezo, vode koja služi za pripremu smjese a sadrži željezo, te ako se pri furniranju ne rabe međulimovi.

Pomoć: bijeljenje otopinom oksalne kiseline.

b) Crvenilo. Pojavljuje se prije svega na orahovini, hrastovini, jasenovini, trešnjinu drvu, borovini i ariševu drvu. To obojenje većinom nastaje tek pri temperaturama višim od 105°C u vrućoj preši, a osobito pri dužem zadržavanju obradaka u preši (npr. za vrijeme radne pauze). Zbog zadržavanja u preši i zbog relativno visoke vlažnosti zraka (100%) može nastati određeni proces parenja, koje može izazvati obojenje. Ono se može pojaviti i kasnije, u složaju vrućih ploča nakon furniranja.

Pomoć: Niže temperature prešanja, hlađenje furniranih ploča prije slaganja u složaj.

c) I lužine, formaldehidne pare i otvrdivači mogu također izazvati obojenje, ali ponajprije crveno ili crvenosmeđe. Takva crvena obojenja mogu se djelomice pojaviti tek nakon nekoliko tjedana ili mjeseci zbog utjecaja UV-zračenja.

d) Zatamnjenje drva kao posljedica starenja također je vrsta obojenja, pri kojemu se najčešće mijenja cijeli ton boje namještaja, a ne tamni neravnomjerno u obliku mrlja. Razlika u zatamnjenu može se očitovati ako je riječ o drvu od srčike i bjeljike.

7.2. "Neprava" obojenja

7.2. "Unechte" Verfahrungen

a) Probijanje ljepila kroz furnir

b) Površinska onečišćenja stranim predmetima koji ne uzrokuju kemijske reakcije: čestice prašine, sitne mrlje od boje, ulje, mast te brusna prašina ako se istom brusnom trakom bruse svijetli i tamni furniri (pore svi-

jetlog furnira zapunjuju se tamnom prašinom).

LITERATURA

1. Dunky, M.; Schorgmaier, H. (1995.): Richtige Verarbeitung von Harnstoff-Formaldehydleimen bei der Möbelherstellung und Tischlerhandwerk. *Holzforschung und Holzverwertung* 2:26-30
2. Dunky, M. (1991): Hiacol - Flächenleime. *Verarbeitungstechnik in der Möbelindustrie*. Krems Chemie AG, Krems/Donau
3. Ljuljka, B. i dr. (1978): Ljpljenje u tehnologiji finalnih proizvoda. SIZ odgoja i usmjerenog obrazovanja šumarstva i drvne industrije SRH, Zagreb
4. Marra, A. A. (1992): *Technology of wood bonding: Principles in Lpractice*, Van Nostrand Reinhold, New York
5. Petrović, S. (1970): Greške u proizvodnji vodootpornih šperploča, uzroci nastajanja i vanjske karakteristike grešaka. *Drvna industrija*, 21:117-119
6. Petrović, S. (1983): Lijepljenje. *Šumarska enciklopedija* 2:342,343 - 348, 349 - 352
7. Petrović, S. (1990): Istraživanje i lijepljenje drva vodootpornim sintetskim smolama za vanjsku upotrebu. Disertacija, Šumarski fakultet - Zagreb