

S. Omer *

KONTAMINACIJA RADNOG AMBIJENTA UPOTREBOM LJEPILA ZA DRVO

UDK 674:665.9]:504.054
PRIMLJENO: 2.5.2007.
PRIHVACENO: 11.5.2007.

SAŽETAK: Članak obrađuje vrste ljepila koja se upotrebljavaju u drvnoj industriji. Navedene su klasifikacije ljepila za drvo te podjela ljepila prema načinu i mjestu pripreme. Opisan je i proces lijepljenja i mehanizam ljepila u kemijskom i mehaničkom smislu. Osim toga, iznesene su i aplikacije skupine ljepila. Na kraju je opisan proces kontaminacije prostora i radnika s ljepilom u drvnoj industriji.

Ključne riječi: *ljepila u drvnoj industriji, vrsta ljepila i područje njihove primjene, kontaminacija ambijenta s ljepilom*

UVOD

Ljepila u drvnoj industriji jesu važan čimbenik u racionalizaciji sirovine i proizvodnje gotovih proizvoda. Od davnina čovjek je upotrebljavao prirodna ljepila, odnosno ljepila na osnovi škroba, krvi i ostalih prirodnih veziva koji nisu toksični niti emitiraju supstancije koje kontaminiraju radni ambijent niti proizvod. Međutim, u doba industrijalizacije počela je proizvodnja sintetičkih ljepila i drugih ljepila koja se zasnivaju na raznim kemijskim supstancijama. Ta ljepila su na početku imala samo zadatak da osiguraju kemijsku i mehaničku vezu. Međutim, 70-ih i 80-ih godina propisi vezano za kvalitetu i emisiju toksičnih supstancija postavili su niz ograničenja za kemijska i mehanička svojstva ljepila, te dopuštene koncentracije određenih sastojaka, zapaljivosti i eksplozivnosti za razne vrste ljepila.

Kontaminacija ambijenta s ljepilom započinje od njegovog osnovnog kemijskog sastojka, mjesta skladištenja, pripreme i do mjesta primjene ljepila. U ovome članku dat ćemo opširan pregled ljepila koja se upotrebljavaju u drvnoj industriji i mjesta primjene. Na kraju ćemo dati osvrt na konkretne primjere kontaminacije radnog prostora primjenom ljepila.

LJEPILA I PROCESI LIJEPLJENJA

Ljepila su materijali koji u određenim uvjetima bilo zbog kemijske reakcije, bilo zbog utjecaja temperature u smislu zagrijavanja i hlađenja imaju svojstvo otvrdnjavanja (skrućivanja) i međusobnog čvrstog povezivanja jednakih ili različitih materijala.

Osnovni dio svakog ljepila je vezivo koje može biti životinjskog, mineralnog i sintetičkog podrijetla. Osim veziva, kao komponente ljepila dolaze razrjeđivači, plastifikatori, punila i otvrdivači.

* Prof. dr. sc. Salah-Eldien Omer, Sag Consulting d.o.o., 10000 Zagreb.

Tablica 1. Klasifikacija ljepila prema sposobnosti prijanjanja**Table 1. Classification of glues according to their adhesive properties**

Vrsta ljepila	Klase	Doseg temperature (°C)
1	1P, 1H, 1PH	- 60 do + 70
2	2P, 2H, 2PH	- 60 do + 70
3	3P	- 60 do + 70
4	4P, 4H, 4PH	- 60 do + 150
5	5P	- 60 do + 220
6	6P	- 60 do + 350

Broj vrsta određen je po sposobnosti prijanjanja da bi zadovoljio specifični kriterij snage (za elastično savijanje i ljuštanje) za razdoblje izlaganja i do 1.000 h na maksimalnoj temperaturi za svaki tip.

Slova za klasu definirana su prema ovim klasama:

KLASA P – prijanjanje ploče na ploču na spoju (prema BS185)

KLASA H – prijanjanje za plohu na površini

KLASA PH - prijanjanje prikladno za klasu P i klasu H.

PODJELA LJEPILA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Ljepila koja se upotrebljavaju u drvnoj industriji skupno se dijele na:

- Prirodna (proteinska) ljepila
 - Gluteinska, kazeinska, sojina i krvnog albumina
- Sintetička ljepila:
 - Proizvodi kondenzacija: karbamidne smole, melaninske smole, fenolne smole, rezorcinske smole
 - Proizvodi polimerizacije: polivinilacetate i poliklorbutadin.

Klasifikacija ljepila za drvo

Ljepila za drvo uvijek klasificiramo prema podrijetlu, kemijskom sastavu, načinu primjene, načinu vezanja, svojstvima i slično. Međutim, najbolji i jednostavniji uvid daje podjela prema podrijetlu i kemijskim svojstvima. Prema podrijetlu, ljepila se dijele na skupine prirodnih (ljepila na osnovi bjelančevina, ljepila na osnovi polisaharida, asfaltna ljepila, vodeno staklo) i sintetičkih ljepila (polikondenzacijska ljepila, polimerizacijska ljepila i ljepila poliadiacijskih produkata).

Prema načinu prerade i pripreme, ljepila se razlikuju prema načinu vezivanja: ona koja vežu na hladno (15 - 25°C), na toplo (50 - 80°C) i na vruće (80 - 160°C).

Ljepila se prema primjeni u drvnoj industriji dijele na:

- Ljepila za spajanje masivnih drvnih dijelova i montažu
- Ljepila za proizvodnju iverice
- Ljepila za proizvodnju vlaknatica
- Ljepila za proizvodnju laminata
- Ljepila za lijepljenje laminata, folija i drugo
- Ljepila za proizvodnju lameliranih građevinskih nosača.

Podjela ljepila prema načinu i mjestu pripreme

Nakon dugoročne prakse u drvnj industriji proizvođači ljepila su klasificirali tipove i vrste ljepila u skupine prema načinu i mjestu primjene. Ova podjela ljepila na neki način diktirala je i svojstva ljepila koja treba upotrijebiti pri određenim operacijama po nekoj propisanoj metodi primjene. Nastojat ćemo ih ukratko podijeliti prema potrošnji u drvnj industriji kako slijedi:

- Ljepila za proizvodnju ploča od iverice
 - Karbamid-formaldehidna ljepila
 - Melamin-formaldehidna ljepila
 - Fenol-formaldehidna ljepila
- Ljepila za proizvodnju šperploča (rezano drvo)
 - Karbamid-formaldehidna ljepila
 - Melamin-formaldehidna ljepila
 - Fenol-formaldehidna ljepila
 - Modificirana PVAC ljepila
- Ljepila za proizvodnju panel-ploča
 - Karbamid-formaldehidna ljepila
 - Melamin-formaldehidna ljepila
 - Fenol-formaldehidna ljepila
 - Modificirana PVAC ljepila
- Ljepila za proizvodnju lameliranih lijepljenih drvnih elemenata
 - Rezorcinol-formaldehidna ljepila
 - Rezorcinol-fenol-formaldehidna ljepila
 - Specijalno modificirana ljepila
- Ljepila za građevinsku stolariju
 - a) za unutarnju upotrebu:
 - Karbamid-formaldehidna ljepila
 - PVAC ljepila
 - b) za vanjsku upotrebu:
 - Fenol-formaldehidna ljepila
 - Rezorcin-formaldehidna ljepila
 - Modificirana PVAC ljepila

- Ljepila za proizvodnju namještaja:
 - Kazeinska ljepila
 - PVAC ljepila
 - Karbamid-formaldehidna ljepila
 - Melamin-formaldehidna ljepila
 - Taljiva ljepila
 - Neoprenska ljepila.

PROCES LIJEPLJENJA

Pod lijepljenjem drva razumijeva se čvrsto površinsko spajanje dviju drvenih ploha ljepilom. Između tih ploha nalazi se tanki (optimalni) sloj ljepila.

S obzirom da je drvena ploha, odnosno površina drva porozna, sloj ljepila ulazi u pore drva i kad sloj ljepila otvrdne, stvara se mreža iglastih krakova u porama obiju površina drva.

Kod povezivanja, odnosno lijepljenja drva djeluju međusobno privlačne sile zvane *kohezija* i *adhezija*, tako da stvaraju kemijsko-mehaničke veze koje osiguravaju čvrstoću lijepljenog spoja.

Kohezija je sila koja drži na okupu molekule tekućeg ili čvrstog tijela. Sva ljepila za drvo sastoje se od velikih molekula u obliku dugih lanaca ili u obliku trodimenzionalnih velikih molekula, zbog opterećenja sloja ljepila prenose se sile te imaju odgovarajuću čvrstoću kohezije.

Također kod lijepljenja drva djeluju površinske sile. Kad tekućine (ljepila) i čvrsto tijelo (drvo) stvaraju na površini nezasićenu energiju koja vodi do međusobnog uzajamnog djelovanja kad dva tijela dođu u dodir, ta se pojava naziva specifična adhezija. Zbog toga drvo i ljepilo moraju biti u vrlo bliskom dodiru pomoću vanjskog pritiska dok je ljepilo još u tekućem stanju.

Važno je da sloj ljepila vlaži drvo prilikom procesa lijepljenja i proдре u strukturu drva te uspostavi dodir između dvije supstancije. Ako ljepilo ne vlaži drvo, dolazi do odbojnog djelovanja sile između molekula i stvaranja disperzijske sile.

S obzirom da su većina ljepila za drvo koloidne otopine koje u procesu lijepljenja prelaze iz tekućeg stanja u želatinozno i potom otvrdnjavaju, pa nastaje čvrsti spoj ljepila. Taj spoj može biti reverzibilan (ako se sloj ljepila otapa u vodi) ili obrnuto ireverzibilan.

Prodiranje ljepila u pore drva ovisi o viskoznosti ljepila, veličini i trajanju pritiska. Viskoznost ljepila brzo se smanjuje kad se temperatura povećava, pa treba voditi brigu o optimalnoj viskoznosti za sve vrste primjene prilikom lijepljenja.

Najvažnije informacije za proces lijepljenja moraju biti jasno definirane u uputama proizvođača ljepila.

drvnoj industriji pojavljuje se kod proizvoda pločastih materijala na osnovi drva. Ta ljepila konkretno se upotrebljavaju masovno, odnosno u velikim količinama kod proizvodnje ploča iverice, šperploča, vlaknatice i drugih modernih tipova pločastih materijala kao što se masovno proizvode u Europi i Americi (OBS, Flackboard i MDF).

Osnovni sastojci tih ljepila su karbamid, fenol, rezorcin i melamin plus formaldehid. Poznato je da vodene otopine formaldehida, tzv. formalin, sadrži 37-50% otopine plina formaldehida, 0-15% metanola i tragova mravlje i octene kiseline. Tekućina se lako polimerizira čak i u hladnom. Maksimalna dopuštena koncentracija para formaldehida u zraku radne okoline je mg/m^3 , ppm 0,8.

Tablica 2. Primjeri aplikacije za skupine B1 – B4

Table 2. Application examples for groups B1 – B4

Skupina	Uvjeti	Primjeri uporabe
B 1	Lijepljenje koje je stabilno pod unutarnjim uvjetima s prosječno niskom vlažnošću nije direktno izloženo vanjskim uvjetima	Unutrašnji namještaj i tesarski radovi u suhim uvjetima (primjer: dijelovi namještaja i površinska obrada)
B 2	Lijepljenje koje je stabilno pod unutrašnjim uvjetima s visokom i promjenjivom vlažnošću i povremenim izlaganjima vode	Aplikacije kao za skupinu B1, ali u kuhinjama, kupaonicama i drugim mjestima s visokom vlagom
B3	Lijepljenje koje može biti izloženo utjecajima vlažnih klimatskih uvjeta	Konstrukcije od vanjskih drvenih proizvoda (vanjska vrata i prozori) i unutarnje upotrebe s većim izlaganjem atmosferskoj vlazi i vodi (kuhinjska radna gornja ploha)
B 4	Koristi se kao za skupinu B3 s otporom na dugotrajno spajanje s efektima vode i atmosferskim uvjetima	Drveni dijelovi za vanjsku upotrebu naročito izloženi nepovoljnim klimatskim uvjetima (obojeni ili lakirani prozori, vanjske obloge) i također za unutarnju uporabu pod ekstremnim uvjetima (bazeni, tuš kabine), proizvodnja paluba za brodove i vanjske strukture za građevinske objekte

KONTAMINACIJA RADNOG PROSTORA

Prema klasifikaciji ljepila, definirane su vrste i tipovi ljepila i njihova mjesta primjene. Najveća kontaminacija prostora upotrebom ljepila u

U prostorijama gdje se proizvode te ploče upotrebom navedenih ljepila kontaminacija radnog prostora je vrlo visoka. Obično proizvođači te vrste ljepila imaju raznih aditiva i hvatače za smanjenje emisije slobodnog formaldehida u zraku, odnosno u prostoru.

Osim kod proizvodnje te ploče, emisija slobodnog formaldehida je prisutna u industrijskim pogonima gdje se upotrebljavaju te ploče kao ulazna sirovina za proizvodnju raznih vrsta pločastih namještaja ili tamo gdje je kombinacija masivnog drva i pločastih materijala. Prema tome, štetnost za zdravlje i djelovanje tih slobodnih supstancija na organizam je takva da pare jako nadražuju oči i gornje dišne putove. Koncentracija od 10 do 20 ppm otežava disanje, a koncentracija od 650 ppm može čak uzrokovati smrt za samo nekoliko minuta. Tekućina nadražuje kožu koja postaje tvrda kao da je ušavljena i koja zbog toga puca, što može uzrokovati dermatitis i ulceracije oko nokata.

Dodir tekućine s očima može uzrokovati teške ozljede. Često udisanje para niskih koncentracija može imati za posljedicu pojavu kroničnih bolesti dišnih organa.

ZAKLJUČAK

Na temelju navedenog možemo zaključiti da većina ljepila koja se upotrebljava u drvnoj industriji kontaminira radni prostor i negativno djeluje na zdravlje korisnika.

Kemijske industrije koje masovno i u velikim količinama proizvode te vrste ljepila moraju voditi strogu brigu o propisima te kvaliteti ljepila za uporabu u drvnoj industriji. Emisija slobodnih supstancija iz tih ljepila također mora biti pod strogom kontrolom zbog njihovih negativnih utjecaja na zdravlje korisnika.

Vrlo je važno navesti da korisnici ljepila moraju osigurati propisne upute za skladištenje, upotrebu i posebno ventilaciju kod radnih mjesta i mjesta gdje skladište gotove proizvode.

LITERATURA

Bande, A.: *Glues and Gluing Technology For the Woodworking Industry*, Ribera Editore, Milano, 1980.

Gray, V. R.: *Adhesives In the Timber Trade Aspects of Adhesion 1*, University of London Press, London, 1986.

Omer, S.: Cognitions on Determination of Contamination Degree by Formaldehyde, *Drvna industrija*, 39, 1988., 3-4.

Shields, J.: *Adhesives Handbook*, Butterworths, London, 1988.

AMBIENT CONTAMINATION CAUSED BY WOOD GLUES

SUMMARY: The paper deals with the adhesives used in the timber industry. Different types of glues are listed as well as the methods and places of their production. A description is given of the gluing process and the gluing mechanisms, both from the chemical and from the mechanical point of view. Glue applications are given as well. The contamination of the surroundings due the emission of free formaldehyde as well as the effect of glues on workers is discussed.

Key words: *adhesives in the timber industry, types of glues and their use, contamination of the surroundings caused by glues*

*Professional paper
Received: 2007-05-02
Accepted: 2007-05-11*