

Izlučivanje formaldehida iz iverica kao ekološki problem

Prof. dr mr JOŽE LENIČ, dipl. ing.
Mr VESNA TISLER, dipl. ing.
Biotehnički fakultet, VTOZD za lesarstvo,
Ljubljana

UDK 634.0.862.2

Primitljeno: 15. veljače 1982.
Prihvaćeno: 10. travnja 1982.

Pregledni rad

Sažetak

U ovom se radu govori o problematici izlučivanja slobodnog formaldehida iz iverica u fazi njihove primjene u stanogradnji i drugdje. Objašnjava se utjecaj sastava karbamid-formaldehidnog ljepila na zamreženje smole i na karakteristike iverica, te navode činioci koji utječu na izlučivanje formaldehida iz iverica.

Ključne riječi: oslobođeni formaldehid iverice — koncentracija formaldehida

FORMALDEHYDE EMISSION FROM PARTICLEBOARDS AS A PROBLEM OF AIR CONTAMINATION

Summary

The author discusses the problem of formaldehyde emission from particleboards used in dwellings and for other purposes. The influence of carbamide-formaldehyde resin compound on net-like formation of resin and particleboard properties has been explained and factors influencing liberation of formaldehyde from particleboard given.

Key words: formaldehyde released from particleboard — concentration of formaldehyde (A. M.)

1. UVOD

U posljednje vrijeme ekologija postaje sve važnija, a sprečavanje onečišćenja zraka, vode i tla neophodno je za održavanje zdrave i čiste okoline. Problematikom izlučivanja formaldehida iz iverica koje su proizvedene s karbamid-formaldehidnim ljepilom bave se mnoge institucije u nas i u svijetu. Ustanovljeno je da formaldehid znatno onečišćuje atmosferu i da prouzrokuje različite bolesti kao što su: povećanje osjetljivosti kože i dišnih puteva, pad prisilnog ekspiratornog volumena, astmatična oboljenja i drugo.

Već koncentracija 1 — 10 ppm* CH₂O u zraku prouzrokuje oštećenja gornjeg dišnog trakta [1]. Na Internacionalnom simpoziju o pločama ivericama FESYP '78 dokumentirani su razni štetni utjecaji formaldehida na ljudski organizam, te se tražila mogućnost sniženja ove komponente u ivericama i atmosferi. Postavljeni su zahtjevi za određivanje maksimalnih količina formaldehida na radnom mjestu, u izrađenom proizvodu i u zraku. U SR Njemačkoj izdan je u studenom 1979. godine prijedlog DIN — standarda, DIN EN 120, koji propisuje »perforator« metodu za određivanje slobodnog formaldehida u ivericama [3].

Godine 1980. izdana je u SR Njemačkoj klasifikacija ploča iverica s obzirom na sadržaj formaldehida, prema kojoj su iverice podijeljene u tri kategorije:

- E1 — do 10 mg CH₂O/100 g atro ploče
- E2 — od 10 do 30 mg/100 g atro ploče
- E3 — od 30 do 60 mg/100 g atro ploče

Navedena klasifikacija ujedno govori o površinskoj obradi ploča u smislu sniženja količine formaldehida u atmosferi [4].

2. PRISUTNOST FORMALDEHIDA U PROSTORIJAMA ZA BORAVAK

Formaldehid je plin koji se izlučuje iz različitih materijala, što pokazuje tablica 2.1.

Izveden je zanimljiv eksperiment kojim je ustanovljeno povećanje sadržaja formaldehida u prostoru u kojem se zadržavaju pušači [5]. Ovi podaci su prikazani u tablici 2.2.

Iako se formaldehid (CH₂O) izlučuje iz raznih materijala, najvažniji izvor oslobođenog formaldehida jesu ploče iverice. Izlaženje formaldehida iz iverica nije linearno. U prvim satima klimatizacije iverica dolazi do maksimalnog izlaženja CH₂O, dok u kasnijim satima izlaženje formaldehida postepeno opada. Na slici 2.3 prikazan je odnos sadržaja slobodnog formaldehida i vremena klimatizacije s obzirom na dodatak otvrdivača. Nakon 24 sata kondenziranja, postotak slobodnog formaldehida je najveći, zatim pada, te se nakon 72 sata stabilizira [6]. Reakcija polikondenzacije teče i dalje

* ppm = partes per millionem, 1 ppm = 1 × 10⁻⁶ (odnos dvije istorodne jedinice; isto što i % i ‰ samo manja vrijednost).

Tablica 2.1. MATERIJALI I PREDMETI IZ KOJIH SE IZLUČUJE FORMALDEHID (5)

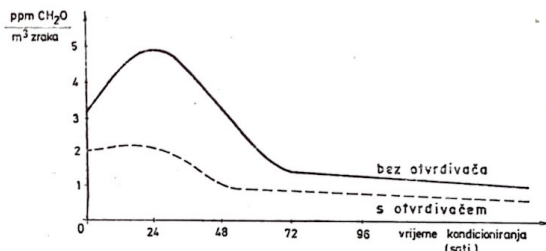
Table 2.1. MATERIALS AND THINGS FORMALDEHYDE IS EMITTED FROM (5)

Gravevni materijali:	
— ploče iverice	— izolacijski materijal
— lijepljeno drvo	— parketni podovi
— ploče	— kuhinjski namještaj
— stropni elementi	— vrata
Unutarnji materijali:	
— tekstil	— tapete
— podni pokrovi	— namještaj
Ostalo:	
— lakovi	— predmeti od kože
— kozmetika	— dim duhana
— higijenski preparati	— ispušni plinovi automobila
— sredstva za pranje	— vodootporni papir (sadrži aminoplastne smole)
— insekticidna sredstva	— pivo
— tekući konzervansi	

Tablica 2.2. POVEĆANJE KOLIČINE FORMALDEHIDA U PROSTORIJI ZBOG PUŠENJA

Table 2.2. INCREASE OF FORMALDEHYDE QUANTITY IN THE ROOM BECAUSE OF SMOKING

MJESTO ISPITIVANJA: Kema Nord, Nacka
 DATUM: 12. 04. 1976.
 SOBA: 16,9 m²; 45,8 m³
 BROJ PUŠACA: 5
 BROJ POPUŠENIH CIGARETA: 20
 VRIJEME: 30 minuta
 POČETNA KOLIČINA: 0,01 ppm CH₂O
 KOLIČINA NAKON 30 MINUTA: 0,27 ppm CH₂O



Slika 2.3. Odnos sadržaj slobodnog formaldehida i vremena klimatizacije s obzirom na dodatak otvrdivača.

Fig. 2.3. Relation between free formaldehyde contents and the time of air flowing in regard to hardener additive.

u gotovoj iverici i dovodi do izlučivanja formaldehida, koji se naziva naknadno oslobođeni CH₂O.

Johnson, W. E. navodi da se odvajanje formaldehida u prisutnosti drva smanjuje i smatra da drvo djeluje kao trenutni spremnik zadržanog CH₂O, koji bi trebao izlaziti iz ljepila koje je u fazi otvrdjavanja. Kada ljepilo sasvim otvrdne, zadržani CH₂O izlazi iz drva [7], i tako dolazi do naknadnog izlučivanja formaldehida. To se razdoblje naziva i procesom starenja. Ostatak formaldehida koji se zadržao u praznim prostorima ploče difundira prema van i ispunjava prazne prostore. U kojoj se mjeri to obavlja, ovisno je o stupnju otvrdjavanja ljepila u procesu prešanja [8].

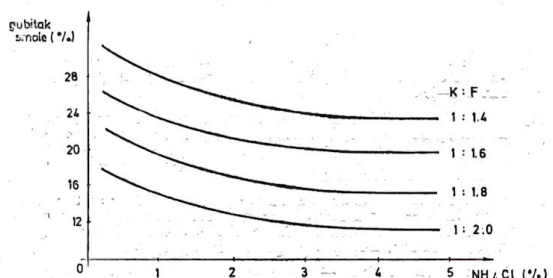
U Švedskoj za prostore gdje borave ljudi postoji ograničenje prisutnosti CH₂O u zraku u iznosu 0,3 ppm do 0,7 ppm. Ako je koncentracija veća od 0,7 ppm, potrebno je reagirati radi smanjenja te količine. S obzirom na to da je problem izlučivanja formaldehida iz iverica sve aktualniji, moguće je da uskoro dođe do zahtjeva odgo-

varajuće standardizacije. Može se dogoditi da dođe do ograničenja koje će bitno smanjiti plasman iverica u zemlji i inozemstvu. Stoga je i u SFRJ potreban što djelotvorniji i brži razvoj rješavanja ove problematike.

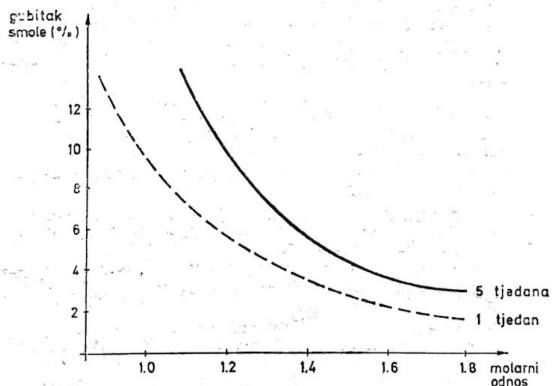
3. UTJECAJ SASTAVA KARBAMID-FORMALDEHIDNOG LJEPILO NA ZAMREŽENJE SMOLE I NA KARAKTERISTIKE KONAČNOG PROIZVODA

Karbamid-formaldehidno ljepilo (KFL) dobiva se polikondenzacijom karbamida i formaldehida uz usporedno nastajanje vode. Jedna je od najvažnijih karakteristika tog ljepila molarni odnos ishodišnih supstancija. Ako su dodane velike količine formaldehida, dolazi do tvorbe trodimenzionalne strukture, što pozitivno djeluje na mehaničko-fizikalna svojstva iverice, ali je sadržaj slobodnog formaldehida u konačnom proizvodu previsok.

Nedovoljno zamrežena smola ima nedostatke koji predstavljaju izvorne činioce za ubrzano propadanje. Smanjivanje količine formaldehida u smoli



Slika 3.1. Gubitak smole kod namakanja iverica na 213 K (3 tjedna) u ovisnosti doziranja amonijeva klorida (5% tvrde smole, vremena prešanja 4 minute, T = 438 K, debljine 18 mm) [8]
Fig. 3.1. Loss of resin at dipping particleboard at 213 K (3 weeks) depending on dosing of ammonium chloride (5% hard resin, pressure time 4 min, T = 438 K, thickness 18 mm) [8]

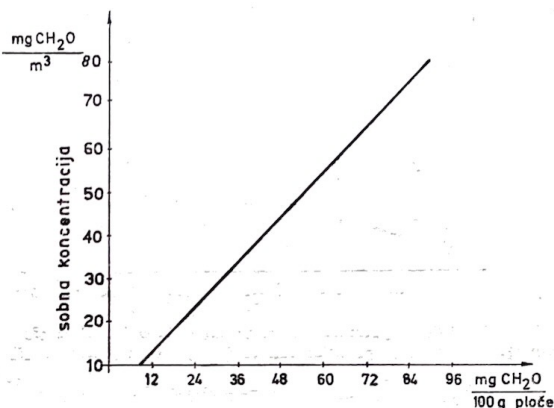


Slika 3.2. Elucija smole iz iverica kod namakanja u vodi pri 293 K, 7% tvrde smole, debljina iverica 18 mm [8]
Fig. 3.2. Elution of resin from particleboard at dipping in water at 293 K, 7% hard resin, thickness of particleboard 18 mm [8]

utječe na smanjenje intenziteta zamreživanja. Posljedica takvog smanjenja zamreživanja ljepila je vodotopivost smole iz ploča. Slika 3.1. prikazuje ovisnost gubitka smole o količini otvrdivača, a slika 3.2 odnos gubitka smole i molarnog odnosa karbamida i formaldehida.

4. ČINIOCI KOJI UTJEČU NA IZLAŽENJE FORMALDEHIDA IZ IVERICA

Ovisnost između sadržaja CH₂O u ploči, određena »perforator« metodom, i koncentracija formaldehida u interijerima pokazuje dijagram na slici 4.1.



Slika 4.1. Odnos između količina formaldehida u ploči i u zraku T = 296 K, relativna vlaga zraka 45%, izmjena zraka: 1 puta na sat.

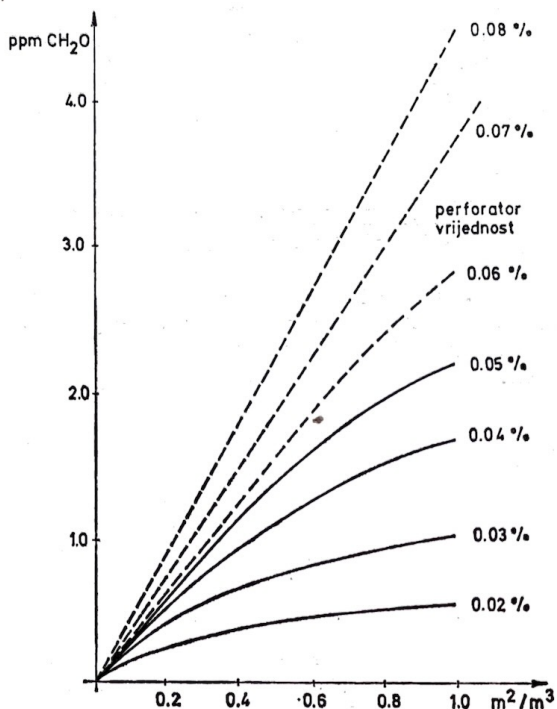
Fig. 4.1. Relation between formaldehyde quantity in particleboard and in the air T = 296 K, relative humidity 45%, change of air: once in an hour

Činioce koji utječu na količinu oslobođenog formaldehida ovisni su o:

1. vrsti i kvaliteti ploče,
2. temperaturi prostora, vlazi zraka, prozračivanju (izmjeni zraka u jedinici vremena), površini ploče iverice po m² prostora (m²/m³).

Povećanje sobne temperature od 293 K na 308 K ima za posljedicu trostruko do četverostruko povećanje izlučivanja formaldehida, što je izmjereno eksperimentalno metodom kod uspostavljanja ravnoteže. Povećanje vlage u stanovima također povećava izlučivanje formaldehida iz iverica [11].

Utjecaj veličine slobodne površine iverice u interijerima na izlučivanje formaldehida pokazuje slika 4.2. Iz slike 4.2. se vidi da, kod postavljanja 1 m² ploče po m³ zraka u interijeru, iverice s perforatorskom vrijednosti 0,03‰, odnosno 0,06‰, postižu gornju granicu koncentracije 1 odnosno 2,9 ppm. Ako se smanji količina postavljenih iverica, perforatorske vrijednosti 0,06‰, na 0,5‰ m²/m³, tada će gornja granica koncentracije biti još uvijek 1,7 ppm, a i to je 70% više od 1 m² postavljene iverice perforatorske vrijednosti 0,03‰.



Slika 4.2. Utjecaj površine iverica postavljenih u interijere [5]
Fig. 4.2. Influence of particleboard surface placed in interiors [5]

Navedeni primjer jasno pokazuje važnost perforatorske vrijednosti iverica ugrađenih u interijere.

Vrijeme zadržavanja određene količine formaldehida u zraku interijera obrnuto je proporcionalno s izmjenom zraka. Ravnotežna vrijednost formaldehida u zraku interijera bez ventilacije uzima se kao 1 ppm. Ako se izmjena zraka vrši 5 puta na dan, sadržaj CH_2O u zraku smanjit će se na polovicu (vrijeme raspolavljanja), u vremenu od oko 3 godine.

Kod izmjene zraka dvadeset puta na dan (četverostruko više) postiže se vrijeme raspolavljanja za četvrtinu vremena, ili ukupno za 9 mjeseci (3/4 godine). Formaldehid se izdvaja vrlo dugo, i taj se problem, u novim zgradama, ne može riješiti pospešenim prozračivanjem [11].

Za smanjenje izlučivanja formaldehida u interijerima poduzimaju se razni postupci obrade ploča. To su oplemenjivanje prevlakama, oblaganje folijama, papirima, tapetama, obrade lakovima [12] i bojama koje apsorbiraju formaldehid [11].

Roffael i Mehlhorn ispitivali su kako i toplinska obrada ploča može sniziti količinu CH_2O u ivericama.

Ako se iverice oplemene bojom, tapetama, furnirom itd., sigurno se snižava sadržaj formalde-

hida u zraku, ali se period izlučivanja formaldehida produžuje na dulje vrijeme [11]. Najbolji efekt daje melaminska folija, lijepljena po kratkotaktom postupku. Kod toga je važno da je ploča obostrano zaštićena, što u praksi često nije slučaj [5].

5. ZAKLJUČAK

Oslobađanje formaldehida iz iverica mora se promatrati kompleksno, jer je uvjetovano s više različitih činilaca. Od njih je najvažniji sastav odgovarajućeg karbamid-formaldehidnog ljepljiva, koje može znatno utjecati na sniženje te tvari u zraku. Značajan je također i tehnološki postupak izrade ploča. Njime je moguće, u optimalnim uvjetima vođenja proizvodnje, postići niže perforatorske vrijednosti.

S obzirom da, s gledišta ekologije, količina formaldehida u pločama može znatno utjecati na komercijalni uspjeh kod prodaje gotovih proizvoda, neophodno je da se i u našoj zemlji što uspješnije nastavi s radom na rješavanju tog ekološko-tehnološkog i sve većeg komercijalnog problema.

LITERATURA

- [1] ***: »Spanplatten heute und morgen«, International Particle-board Symposium FESYP 1978, DRW-Verlag, Stuttgart (1979), str. 391—394.
- [2] SKARE, J.: »Analitične metode za določenje formaldehida«, Metodoport T107/73, Arbetarskyddsstyrelsen, 1973, Stockholm.
- [3] DIN EN 120: Bestimmung von Formaldehyd in Spanplatten, Perforatormethode, 1979.
- [4] ***: Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung umzumbarer Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft, Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB), Beuth Verlag, Berlin, april 1980.
- [5] ***: Formaldehyd — avgivning From byggnades-material, Simposium 15. nov. 1977, Stockholm.
- [6] ROFFAEL, E., MEHLHORN, L.: »Erfahrungen mit einer einfacher Methode zum Bestimmung des Formaldehydabgabe von Spanplatten«, Holz-Zentralblatt, 154, (1976), str. 2202.
- [7] MEYER, B., JOHNS, E. W., REE WOO, J.: »Formaldehyde Release from Sulfur — Modified Urea-Formaldehyde Resins«, Forest Products Journal, 30, (1980), 3, str. 24—31.
- [8] WITTMANN, O.: »Formaldehyd in Harnstoff — Leimharze für die Spanplattenherstellung«, Feferat der 3. Schenck — Spanplattentagung am 7/8 Nov. 1974. in Braunschweig.
- [9] HOETJER, J. J.: »Formaldehyd in der Luft-Wieviel Kommt aus der Spanplatte?«, Holz-Zentralblatt 104 (1978), 12, str. 1836.
- [10] MEHLHORN, L., ROFFAEL, E., MIERTZSCH, H.: »Erfahrungen mit den von FIHH — Karlsruhe vorgeschlagen Prüfmethoden zur Bestimmung des Formaldehyds«, Holz-Zentralblatt 104 (1978) 20, str. 345—346.
- [11] LUNDQUIST, K.: »Formaldehyd avspaltas ej fraufiberskivov«, Byggmästren 9 (1979)
- [12] PIRKMAIER, S.: »Trenutna situacija v zvezi s problematiko izločanja formaldehida iz ivernih plošč in ustreznega omejevanja«, Les 32 (1980) 1/2 str. 5—7
- [13] MATERTHANER, W. A., NEUSS, V.: Formaldehydarne Spanplatten durch Gasbehandlungs«, Holz-Zentralblatt, 106 (1980) 129, str. 1917
- [14] BRUČI, V., SERTIĆ, V.: Određivanje emisione klase ploča iverica. Bilten ZIDI, Sum. fak. Zagreb, 8 (1980), 5, str. 47—56.
- [15] BRUČI, V., OPAČIĆ, I. i SERTIĆ, V.: Određivanje formaldehida koji se oslobađa iz ploča iverica, perforator i WKI metodom. Bilten ZIDI, Sum. fak. Zagreb, 7 (1980), 2, str. 28—45.

Preveo sa slovenskog: mr Stjepan Tkalec
Recenzent: prof. dr Ivo Opačić