

Slobodni formaldehid u proizvodnji drvnih pločastih materijala

Mr **Salah Eldien Omer**, dipl. ing.
Institut za drvo, Zagreb

UDK 630*862.2:
630*824.8

Primljeno: 17. kolovoza 1983.
Prihvaćeno: 4. studenog 1983.

Stručni rad

Sažetak

U ovom su radu prikazane neke metode za određivanje slobodnog formaldehida iz pločastih drvnih materijala. Razmatraju se istraživanja američkih stručnjaka o štetnosti i utjecaju izlučenog formaldehida na ljudski organizam. Opisano je jedno tehničko rješenje za smanjenje količine formaldehida i njegove emisije iz pločastih materijala.

Ključne riječi: slobodni formaldehid — metode određivanja slobodnog formaldehida — tehničko rješenje za smanjenje emisije formaldehida.

FREE FORMALDEHYD IN PRODUCTION OF WOOD BASED PANEL PRODUCTS

Summary

This paper describes some methods for determining the formaldehyde emission from wood based panel products. Testing methods of American researchers of the formaldehyde emission on health effects have been discussed.

A technical method for reduction of formaldehyde quantity and its emission from wood based panels has been described.

Key words: free formaldehyde — method for determining the liberated formaldehyde — technical method for reduced emission of formaldehyde.

UVOD

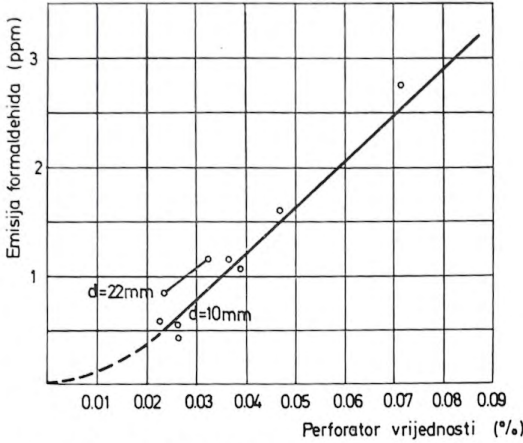
Tablica I

Karbamidno-formaldehidna ljepila rabe se u raznim granama proizvodnje zbog njihove kvalitete i pristupačne cijene. Proizvodnja i upotreba karbamidno-formaldehidnih ljepila porasla je u zadnjih deset godina. Poteškoće s kojima se suočavaju proizvođači i potrošači ovog ljepila odnose se na problem i posljedice djelovanja slobodnog formaldehida.

Poznato je da se, zbog oslobađanja formaldehida u zrak, radnici u proizvodnji žale na razne poteškoće disanja i suzenja očiju. Američka istraživanja [3] pokazala su da u izradi proizvoda kod kojih se oslobađa formaldehid zaposleni podliježu utjecaju slobodnog formaldehida, kao što prikazuje tablica I.

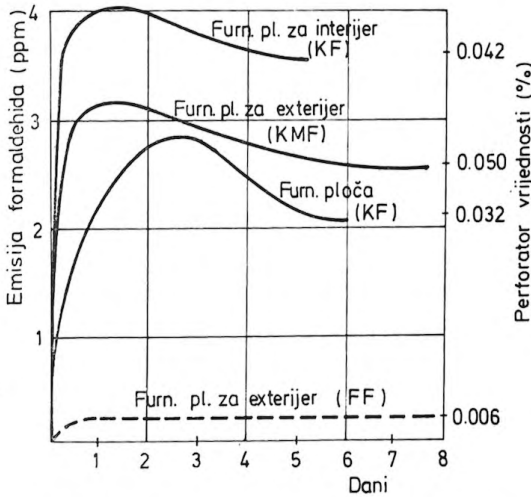
U drvnjnoj industriji karbamidno-formaldehidna ljepila upotrebljavaju se najviše kod proizvodnje pločastih materijala na bazi drva. Tu je koncentracija slobodnog formaldehida vrlo visoka. Međutim, emisija formaldehida iz drvnih pločastih materijala prisutna je i dalje u gotovim proizvodima (sl. 1, 2, 3 i 4).

GRANA INDUSTRIJE	TRAJNOST IZLOŽENOSTI FORMALDEHIDU min/sat
proizvodnja formaldehida	25
proizvodnja ljepila i plastičnih materijala	10
kemijska industrija	25
proizvodnja boja i sličnih proizvoda	10
proizvodnja adheziva	10
proizvodnja tekstila	25
proizvodnja odjeće	10
proizvodnja furnirskih ploča	45
proizvodnja iverica	40
proizvodnja namještaja iz drva	50
proizvodnja papira i kartonaže	25
proizvodnja plastičnih proizvoda	35
proizvodnja taljivih proizvoda	25
proizvodnja pogrebnih potrepština	35



Sl. 1. Količina formaldehida u zatvorenim prostorima nakon 24 sata, prikazana kao funkcija perforator vrijednosti u ivericama; d — debljina

Fig. 1 — Quantity of formaldehyde in closed space after 24 h shown as function of perforator value in particleboards; d — thickness

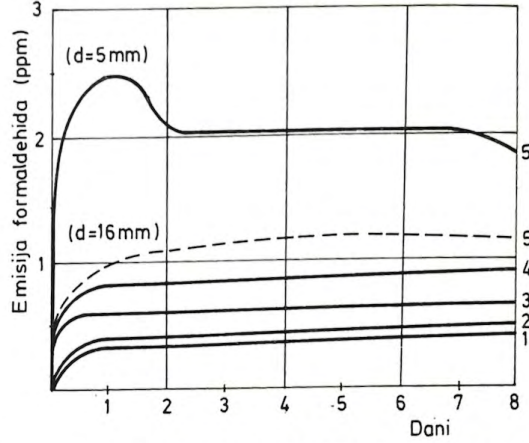


Sl. 2. Emisija formaldehida iz raznih furnirskih ploča. KF, KMF i FF vrste ljeplja

Fig. 2 — Emission of formaldehyde from different plywood (KF, KMF and FF resins)

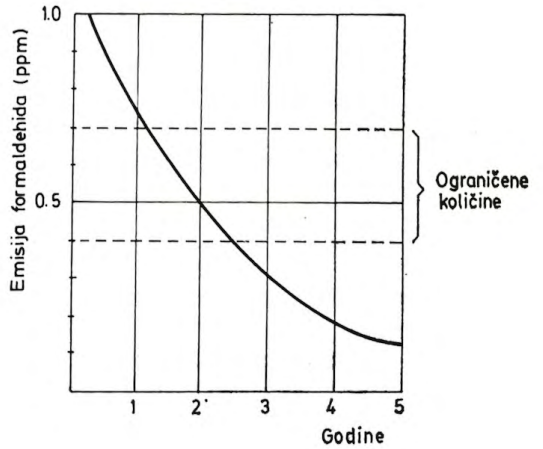
1.0. Opasnost od slobodnog formaldehida

Medicinska istraživanja formaldehida na metabolizam započeta su već prije više godina. Izlaganjem ljudi i životinja raznim količinama formaldehida pokazalo se da formaldehid uzrokuje iritaciju dišnih i drugih organa (tablica II). Količina slobodnog formaldehida koja utječe na rad organa osjeta (čula) i njegova koncentracija također je bila predmet ispitivanja skupine američkih istraživača od 1972. godine [2]. Ta su istraživanja pokazala da koncentracija slobodnog formaldehida u zraku ispod 0,1 ppm* HCHO ne utječe na ljudske organe,



Sl. 3. Emisija formaldehida kod uobičajenih materijala za interijere: 1. — laminati; 2. — lakirane tvrde ploče s KF, 3. — Kuhinjski elementi; 4. — parketi; 5. spojevi tvrdih ploča; d — debljina ploča

Fig. 3 — Emission of formaldehyde from conventional materials for interior usage: 1, laminated boards; 2, lacquered hard panels with KF; 3, Kitchen units; 4, parquet flooring; 5, hard panels joints; d — thickness



Sl. 4. Izmjerene količine formaldehida u stambenim prostorijama

Fig. 4 — Measured quantity of formaldehyde in dwellings.

odnosno, iznad te koncentracije formaldehid je škodljiv za ljudski organizam. Dalja istraživanja usmjerena su na određivanje egzaktno koncentracije slobodnog formaldehida koja utječe na ljudske organe i u kojem vremenskom trajanju.

U tablici II prikazani su neki rezultati takvih ispitivanja. Pretpostavka da dugogodišnje izlaganje djelovanju formaldehida može uzrokovati karcinom još nije medicinski potvrđena.

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

SLOBODNI FORMALDEHID I STETNOST NJEGOVA UTJECAJA NA LJUDSKI ORGANIZAM

Tablica II

Koncentracija ppm HCHO	Duljina izlaganja	Reakcija i mjesta utjecaja
1—11	8 sati/dan	oči, nos i iritacija grla
13,8	30 minuta	iritacija nosa i grla
0,13—0,45		žaljenje na iritiranje očiju i gornjih dišnih puteva
16—30	8 sati/dan	iritacija očiju i grla, reakcija kože
0,9—1,6	8 sati/dan	očni svrab, subo i gorko grlo, pospanost i žeđ nakon jutarnjeg buđenja
0,3—2,7	8 sati/dan	neugodan miris, konstantno izlučivanje sluzi iz nosa, pospanost, žeđ, suze
0,09—5,26 (s paraformaldehidom)	1 sat	iritiranje očiju i gornjih dišnih puteva, malaksalost
0,9—3,3	1 sat	lagana očna iritacija, prisutnost mirisa
0,9—2,7	1 sat	suzenje očiju, iritacija nosnih kanala (već na početku radnog dana i nakon ručka)
2,1—8,9	svaki dan	povećanje već prisutne iritacije dišnih organa
0,5—3,3		
3	—	iritacija spojnice očiju i kože

Institut CIIT (Institute of Toxicology) u USA objavio je 1980. godine slijedeće zaključke [5]:

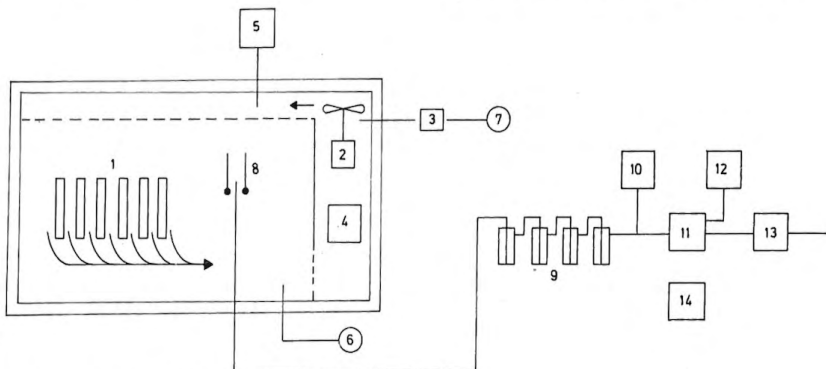
- 40% zamoraca koji su bili izloženi utjecaju formaldehida koncentracije 15 ppm u trajanju od 24 mjeseca dobili su karcinom dišnih organa
- Zamorci izloženi utjecaju koncentracije od 6 ppm HCHO pokazali su postojanje karcinoma u malom postotku.
- Miševi kod koncentracije 15 ppm HCHO pokazali su male postotke karcinoma. Dišni su organi najviše stradali.
- Kod koncentracije 6 ppm odnosno 2 ppm LCHO nisu zabilježene kancerogene pojave kod miševa odnosno zamoraca.

2.0 Metoda za određivanje formaldehida u materijalima

Danas su poznate razne metode za određivanje količine oslobođenog formaldehida iz raznih materijala. Ovdje ćemo navesti neke od njih:

1. Perforator metoda za određivanje formaldehida

Perforator metoda za određivanje formaldehida zasnovana je na principu ekstrakiranja formaldehida iz uzoraka pomoću toluola. Formaldehid prelazi u vodenu otopinu, a njegov se sadržaj u otopini određuje jodometrijski. Za ovu metodu upotrebljava se specijalna oprema [5].

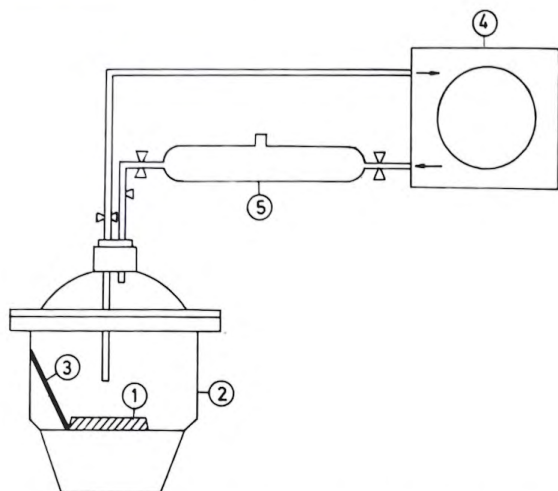


Sl. 5. Komora za mjerenje slobodnog formaldehida [2]:

1. ploče, 2. ventilator — pumpa, 3. mjerac protoka svježeg zraka, 4. izmjerivač topline, 5. izlaz zraka, 6. navlaživač (humidifikator), 7. ulaz svježeg zraka, 8. psihrometar, 9. prečistači — boce, 10. manometar, 11. mjerac protoka, 12. termometar, 13. kompresor, 14. barometar.

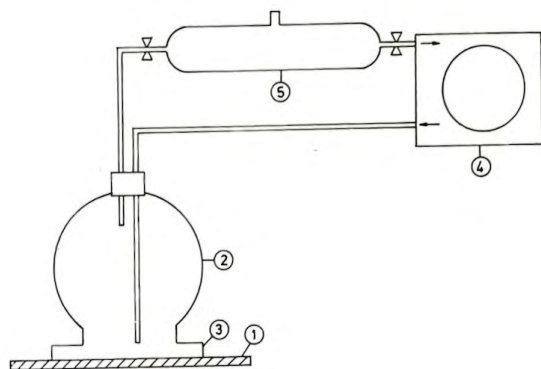
Fig. 5 — Chamber for measuring free formaldehyde [2]:

1. board, 2. ventilation — pump, 3. Fresh airflow meter, 4. heat exchanger, 5. air outlet, 6. humidifier, 7. airflow inlet, 8. psychrometer, 9. filters — bottles, 10. manometer, 11. flowmeter, 12. thermometer, 13. compressor, 14. barometer,



Sl. 6. Aparatura za određivanje formaldehida — eksikator metoda 2: 1. uzorak, 2. eksikator 6—6,5 dm³, 3. termometar, 4. membranska pumpa 5. bireta za plin, oko 1 dm³

Fig. 6 — Instruments for determining formaldehyde — desiccator test 2: 1. test piece, 2. desiccator 6—6,5 dm³, 3. thermometer, 4. membrane pump, 5. burette for gas abt. 1 dm³



Sl. 7. Aparatura za određivanje formaldehida pomoću metode staklenog zvona (»Bell test metod«) [2]: 1. uzorak, 2. stakleno zvono, 3. brtvilo, 4. membranska pumpa, 5. bireta za plin, oko 1 dm³

Fig. 7 — Instruments for determining formaldehyde by »Bell test method« [2]: 1. test piece, 2. bell, 3. pack, 4. membrane pump, 5. burette for gas, abt. 1 dm³.

2. WKI metoda za određivanje formaldehida

WKI metoda je jednostavnija. Radi se pomoću polietilenske boce od 500 ml. Boca s uzorkom za ispitivanje stavlja se u sušionik (40^o C), odakle se vadi nakon 48 sati a zatim se stavlja u ledenu vodu na pola sata radi apsorpcije formaldehida u vodi. Formaldehid se određuje jodometrijski u paraleli [6].

3. Komora za određivanje količine formaldehida u zraku

Ova metoda služi za određivanje količine formaldehida u zraku iz cijele ploče, a ne na uzorcima. Detalji komore i ispitivanja prikazani su na slici 5. [2]

4. Eksikatorska metoda za određivanje formaldehida

Ovo je jedna od novijih metoda za određivanje slobodnog formaldehida koju su razvili američki instituti. Kako se vidi iz slike 6, uzorci se ostavljaju u eksikatoru, koji je spojen s membranskom pumpom i pokretnom biretom za plin od litre. Količina formaldehida određuje se pomoću vrlo osjetljivih florometričkih metoda [2].

5. Metoda pomoću staklenog zvona (»Bell test metod«)

Ova metoda je varijacija eksikatorske metode, gdje je eksikator zamijenjen staklenim zvonom koje se postavlja na uzorak koji treba ispitati. Prednost metode je u tome što se može mjeriti formaldehid iz materijala na obje strane. Određivanje

formaldehida je isto kao i kod eksikatorske metode [2]. Skica aparature za određivanje formaldehida pomoću metode staklenog zvona vidi se na slici 7.

Prve dvije metode za određivanje količine slobodnog formaldehida detaljno su opisane u radovima V. Bručija i dr. [6, 7].

Kod drvnih pločastih materijala uzima se u obzir klasifikacijska podjela prema FESYP-u ili DIN EN 120 za emisije vrijednosti slobodnog formaldehida u ppm HCHO, kao što pokazuje tablica III.

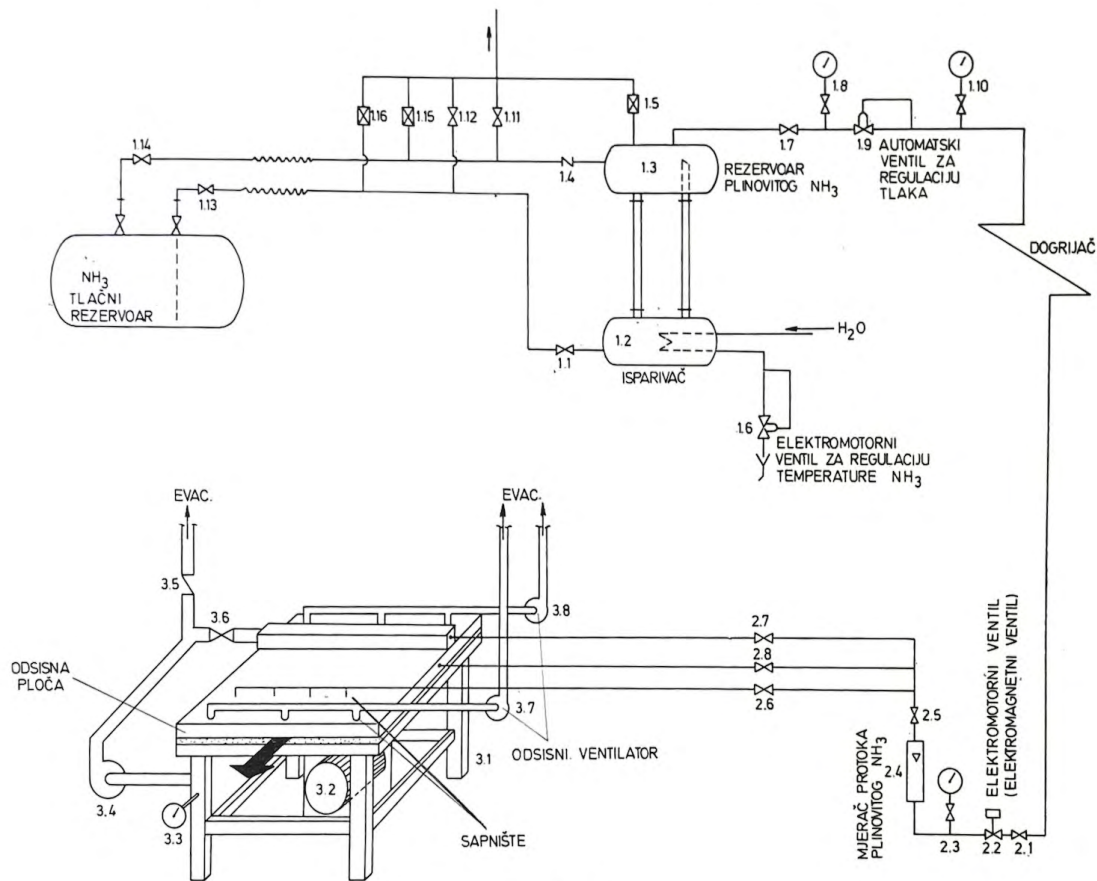
3.0. Jedan od sistema za smanjenje sadržaja formaldehida u pločastima materijalima

AT-sistem ponudila je tvrtka »AKA INDUSTRIJAPRODUKTER AB« iz Solna, Švedska, na prodaju na Zapadnoevropsko tržište. Njime se osigurava smanjenje količine formaldehida u materijalima, a posebno ivericama i MDF-pločama proizvedenim s formaldehidnim ljepilima. AF-sistem osigurava za iverice i MDF-ploče smanjenu količinu formaldehida ispod 10 mg/100 g (FESYP perforator vrijednost). Time garantira i E 1 emisiju klasu po DIN-u.

AF-sistem radi na principu protiskivanja amonijeva hidroksida (NH₄OH) kroz ploče uzorka na

Tablica III

Emisione klase	Emisiona vrijednost u ppm HCHO	Perforator vrijednost u mg HCHO/100 g
E 1	≤ 0,1	≤ 10
E 2	> 0,1 do 1,0	≥ 10 do 30
E 3	> 1,0 do 2,3	≥ 30 do 60



Sl. 8. Shema AF-sistema.

Fig. 8 — Scheme of AF.system

taj način da se stvori razlika u pritisku (vacuum) nad pločom. Taj proces vrši se tako da se postavi AF-sistem u liniju proizvodnje. Kada ploča izlazi iz AF-uređaja, zrak u njoj je maksimalno zamijenjen amonijakom.

Unutar AF-uređaja s okvirima koji se brtve, amonijak se potiskuje na dno ploče. Unutar okvira uređaj vrši usisavanje, i onda se ubacuje amonijev hidroksid na gornju površinu pod atmosferskim pritiskom. Ako nije potreban tretman na ploči, jednostavno se uključi vakuumska pumpa, dozira NH_3 i ispusti u brtveni okvir, tako da se smanjuje pritisak u pneumatsko-podiznom dijelu. Jedina potrebna regulacija, u slučaju promjene debljine ploče, jest promjena brzine protoka amonijaka. Na slici 8. prikazana je shema cjelokupnog AF-sistema.

Prednosti AF-sistema su slijedeće:

- postižu se vrlo male vrijednosti formaldehida,
- ne dodaje se tekućina pločama,
- nije potrebno dulje vrijeme skladištenja,

- vrlo je jednostavno podešavanje prema raznim debljinama ploča
- omogućava korištenje starih tipova ljepljiva, bez opasnosti od slobodnog formaldehida.

S obzirom na sadašnju situaciju i mogućnosti uvoza opreme, spomenuti sistem moguće je izraditi u domaćoj izvedbi.

POPIS LITERATURE

- [1] ** *: PARTICLEBOARD — TODAY AND TOMOROW. International Particleboard Symposium, FESYP'78 (18—20, September 1978, Congress Centrum Hamburg) str. 372—409.
- [2] ** *: TWELFTH PARTICLEBOARD PROCEEDINGS W.S.U. 1978, No. 12. Pullman, Washington, April 1978.
- [3] ** *: PROCEEDINGS W.S.U. PARTICLEBOARD, No. 13. Pullman, Washington, April 1979.
- [4] ** *: PROCEEDINGS W.S.U. PARTICLEBOARD No. 14. Pullman, Washington, 1980.
- [5] ** *: PROCEEDINGS W.S.U. PARTICLEBOARD No. 15. Pullman, Washington, April 1981.
- [6] BRUČI, V., SERTIĆ, I., BARBARIĆ, M.: Određivanje količine formaldehida koji se oslobađa iz iverica. Bilten ZIDI, Sumarski fakultet Zagreb, 7 (1979), br. 6, s. 28 — 57.
- [7] BRUČI, V., OPACIĆ, I., SERTIĆ, V.: Određivanje formaldehida koji se oslobađa iz ploča iverica, perforator i WK-i metodom Bilten ZIDI, Sumarski fakultet Zagreb, 8 (1980) br. 5, s. 38 — 46.