

# Određivanje količine ljepila u pločastim drvnim proizvodima

Mr **Salah Eldien Omer**, dipl. ing.  
INSTITUT ZA DRVO — ZAGREB

UDK 634.0.862

Prispjelo: 23. lipnja 1982.  
Prihvaćeno: 2. veljače 1983.

Pregledni rad

## S a ž e t a k

U članku se obrađuje problematika određivanja količine ljepila u pločastim drvnim proizvodima. Opisane su kemijske i fizikalne metode za određivanje količine ljepila odnosno urea-formaldehidne i fenol-formaldehidne smole, uz primjenu infracrvene i rentgenske spektrometrije.

Ključne riječi: kemijske i fizikalne metode — infracrvena spektrometrija i rentgenska spektrometrija.

## DETERMINATION OF QUANTITY OF GLUE IN WOOD-BASED PANEL PRODUCTS

### Summary

This article treats a problem of determining the quantity of glue in wood-based panel products. Chemical and physical methods for determining the quantity of glue i. e. urea-formaldehyde and phenol-formaldehyde resins by application of infrared and X-ray spectrometry have been described.

Key words: chemical and physical methods — infrared spectrometry and X-ray spectrometry.

## U V O D

Ljepilo je vrlo važna sirovina, kako u proizvodnji ploča iverica tako i u drugim pločastim proizvodima, jer količina i kvaliteta ljepila utječu na kvalitetu i rentabilnost gotovog proizvoda. Količina i način prenošenja utjecaja ljepila na osnovnu sirovinu, tj. čestice drva, veoma su važne činjenice, i u tom pravcu usmjeren je veći broj istraživačkih radova o kojima je bilo govora u D. I. vol. 32, br. 9—10/81. Prema tim podacima, 5—10% ljepila u ivericama po svojoj je vrijednosti jednako vrijednosti 90—95% drvnog iverja u gotovom proizvodu. Troškovi se znatno smanjuju, a proizvodnja postaje ekonomičnija ako se vrijednost ljepila kreće od 20—30% ukupne cijene gotovog proizvoda. [6]

Ekonomске analize pokazale su da, ako se smanji količina, odnosno gubici ljepila u proizvodnji samo za 0,5%, postižu se značajne uštede. Općenito se nastoji da se kod proizvodnje iverica posveti što veća pažnja potrošnji ljepila, što se može efikasno provesti stalnom kontrolom količine ljepila u toku proizvodnje. Ovo određivanje može se povezati s kontrolom kvalitete proizvoda, kontrolom ispravnosti rada uređaja za odmjeravanje i miješanje ljepila i kontrolom ujednačenosti rada postrojenja.

Potrošnja karbamidnih i fenolnih ljepila nije ograničena samo na proizvodnju iverica, nego se proteže na sve tipove pločastih proizvoda, i zbog toga problematika kontrole potrošnje ljepila postaje još interesantnija.

## 1.0. ODREĐIVANJE KOLIČINE LJEPILA U PLOČASTIM DRVNIM PROIZVODIMA KEMIJSKIM METODAMA

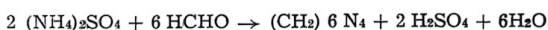
### 1.1. Metoda za određivanje urea-formaldehidne smole

Prilikom određivanja sadržaja urea-formaldehidne smole u pločama važna je činjenica da ta amino-smola ima u svom kemijskom sastavu karakterističan elemenat — dušik. Sadržaj dušika u smoli može se odrediti, i na temelju toga se može izračunati ukupna količina smole u ploči. Standardna tehnika određivanja dušika po *Kjeldalu* ili *Dumasu* može poslužiti indirektno za određivanje karbamidne smole. Međutim, poboljšane metode koje su sada razvijene omogućuju brže određivanje u odnosu na standardni način određivanja dušika, koji je upravo naveden. *Stegmann* i *Ginzel* [6] predložili su poboljšani način određivanja sadržaja karbamidne smole, koji je origi-

nalno predložen od *Klauditz-a* i *Meier-a* [4]. Ta metoda uključuje primjenu perhidrola i sumporne kiseline, da se odstrani količina drva sadržanog u uzorku ploče, a nakon toga se Kjeldahlovom metodom na uobičajeni način određuje dušik [5].

Prema postupku predloženom od **Stegmanna** i **Ginzela**, postupa se tako da se 2 grama fino samljevene iverice, s karbamidnom smolom kao vezivom, stavi u Erlenmajerovu tikvicu širokog grla od 300 ml, koja već sadrži 2 volumna dijela perhidrola i 1 volumni dio sumporne kiseline. Nakon dodatka mljevenog materijala iverice, smjesa se grije na malom plamenu (u digestoru), pri čemu dolazi do burne reakcije. Zagrijavanje se nastavlja uz postepeno pojačavanje plamena dokle god se sumporna kiselina potpuno ne ispari. Ukoliko bi se pri tome tekućina tamno obojila, značilo bi da oksidacija djelića drva nije do kraja izvršena. U tom slučaju, tikvica se najprije dobro ohladi, ponovo doda 1 ml perhidrola i ponovo zagrijava. Ako otopina unatoč toga nije izgubila tamnu boju, postupak dodavanja perhidrola i ponovno grijanje se nastavlja dokle god boja otopine ne iščezne. Ako bi u otopini bilo prisutnog željeza, otopina će biti trajno žućkasta od prisutnog ferosulfata  $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ . Pošto je dobivena bistra tekućina, ona se ohladi i doda 0,5—1,0 g krute oksalne kiseline. Nakon toga se ponovno zagrijava na malom plamenu da se oksalna kiselina otopi.

Zagrijavanje se nastavlja dotle dok se ne prestanu razvijati pare sumporne kiseline, a onda se proba ponovno ohladi. Poslije hlađenja dodaje se u tikvicu 100 ml destilirane vode, što treba izvesti pažljivim ispiranjem stjenki tikvice, kako bi sumporna kiselina, koja se eventualno drži na njima, nestala. Razrijeđena otopina se zatim neutralizira sa 10% -tnom otopinom natrijeve lužine uz dodatak metil-crvenila kao indikatora, a boca se pri tome hladi u posudi s ledom. Hlađenje sprečava mogući gubitak malih količina amonijaka. Takovi gubici su mogući ako dolazi do lokalnog zagrijavanja, a time postaje određivanje dušika nešto netočnije. Kad je otopina neutralizirana (neutralna točka se precizno uspostavi titracijom sa  $n/10$  NaOH), dodaje se 10 ml 40% -nog formaldehida. Kod toga dolazi do reakcije s prisutnim amonijevim sulfatom  $\text{NH}_4_2\text{SO}_4$ , i oslobađa se sumporna kiselina prema jednadžbi (5):



Sada se titrira ponovno oslobođena sumporna kiselina s  $n/5$  NaOH, uz fenolftalein kao indikator.

Posljednji ml NaOH dodaju se postepeno i polaganom u kapima, tako da se može uočiti iznenadna promjena boje. To je potrebno zbog toga što se pri kraju titracije reakcija odvija veoma sporo.

Budući da je mravlja kiselina uvijek prisutna u formaldehidu, mora se prethodno izvesti slijepa proba s 10 ml formaldehida, koji se titrira sa  $n/5$  NaOH uz fenolftalein kao indikator. Količina lužine u ml utrošena pri slijepoj probi odbije se od utroška pri određivanju dušika.

Dušik se sada određuje prema jednadžbi:

$$q = 0,0028 \cdot 10^4 \frac{S}{pp'}$$

gdje je:

$q$  = postotak  $\text{N}_2$  u suhom materijalu,  $S$  = količina  $n/5$  NaOH u ml,  $p$  = količina mljevenog materijala u gramima, a  $p'$  = njegov suhi sadržaj u postocima. Konstanta 0,0028 koja je upotrebljena u gornjoj jednadžbi odnosi se na činjenicu da svaki ml  $n/5$  NaOH, koji je potrošen pri titraciji, odgovara 0,0028 grama  $\text{N}_2$ . (5)

Da bi se iz sadržaja dušika moglo zaključiti o sadržaju karbamidne smole u ploči, potrebno je poznavati nekoliko parametara koji se odnose na smolu i otvrđivač:

- sadržaj dušika u tekućoj urea-formaldehidnoj smoli,  $q_1$  u %,
- sadržaj dušika u tekućem otvrđivaču,  $h_1$  u %,
- čvrstu supstancu tekuće smole,  $m_1$  u %,
- čvrstu supstancu tekućeg otvrđivača,  $n_1$  u %.
- odnos otvrđivača i ljepila kakav je bio kod proizvodnje ploče, »a«

Podatke za  $m_1$  i  $n_1$  dostavlja proizvođač smole ili se mogu lako odrediti u laboratoriju, a »a« je poznat iz toga proizvodnje iverica. Sadržaj dušika u urea-formaldehidnoj smoli i otvrđivaču  $q_1$  i  $h_1$  mogu se odrediti kako slijedi:

Za određivanje  $\text{N}_2$  u smoli stavi se 0,25 grama uzorka tekuće smole u Erlenmajerovu tikvicu od 300 ml i k tome doda 20 ml smjese od 2 vol. dijela perhidrola i 1 vol. dijela konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Nakon toga se određivanje dušika provodi kako je već opisano. Za određivanje  $\text{N}_2$  u otvrđivaču se također 0,25 g uzorka tekućeg otvrđivača stavi u Erlenmajerovu tikvicu od 300 ml. Zatim se uzorak otvrđivača isparuje na vodenoj kupelji dok se sav amonijak ne odstrani i onda sve hladi. Ohlađenju tekućini dodaje se opet 20 ml. smjese perhidrol-šumporne kiseline kao gore, i dušik se određuje na opisani način.

Kad su parametri smole i otvrđivača poznati, pretvorbena faktor između dušika i stvarnog sadržaja smole može se aritmetički odrediti. Sadržaj dušika u smoli »n«, nakon što je bio dodan otvrđivač, jest

$$n = q_1 + ah_1 \quad (1)$$

a dušik u krutoj smoli dobivamo

$$n' = 100 \frac{n}{m_1} \quad (2)$$

gdje  $n'$  predstavlja količinu dušika koji je prisutan u 100 dijelova krute smole. Tada će odnos između krute smole i sadržaja dušika  $f$  biti:

$$f = \frac{100}{n'} \quad (3)$$

a s ovim se dobivena količina dušika mora pomnožiti da bi se dobila količina karbamidne smole, upotrijebljene kod proizvodnje ploča.

Kao primjer, uzima se da kruti sadržaj smole koja je upotrebljena iznosi 65%, a otvrđivača 44%. Nadalje se pretpostavi da tekuća smola ima 18%, a tekući otvrđivač 11% dušika. Ako je bilo dodano 10 dijelova otvrđivača na 100 dijelova smole kod izrade neke ploče, sadržaj dušika u

tekućoj smjesi (smola — otvrdivač) će se odrediti kako to pokazuje jednadžba (1). U našem primjeru bit će:

$$18 + 1,1 = 19,1 N_2$$

Da bi se dobio sadržaj dušika u suhoj smoli, jednadžba (2) će dati  $19,1/65 \times 100 = 29,38 N_2$  u 100 dijelova krute smole. Tada će  $f$  u našem primjeru biti  $f = 100/29,38 = 3,40$ .

Kod izračunavanja sadržaja dušika u ivericama uputno je da se obrati pažnja na dušik koji se nalazi u drvu iz kojeg su načinjene iverice. Sadržaj dušika u drvu se mora odbiti od dušika koji je određen za smolu prije nego se množi sa  $f$  da bi se dobio sadržaj smole u ploči. To se mora uvesti kao normalan posao da se ustanovi da li se u drvu koje se upotrebljava u proizvodnji mijenja sadržaj dušika. Sadržaj dušika u vrstama drva koje služi za iverice može varirati od 0 — 2% ili više. Tako se npr. odredi da je sadržaj dušika u uzorcima ploča 2,10%, a u drvu 0,15%, tada je stvarni sadržaj dušika u smoli 1,95%. Uzme li se da je pretvorbeni faktor  $f$  bio 3,40, tada će stvarni sadržaj smole biti:

$$1,95 \times 3,40 = 6,63\%$$

## 1.2. Metode za određivanje fenol-formaldehidnih smola

Određivanje ove smole je mnogo teže u usporedbi s urea-formaldehidnom. Ova smola je jako rezistentna na kemikalije i ne sadrži neki određeni element, kao što je dušik, u svom sastavu, na temelju kojeg bi se moglo zaključiti o sadržaju suhe smole u ploči. Zato se za odvajanje fenol-formaldehidne smole iz drvnih ploča moraju upotrijebiti visoko reaktivne kemikalije. *Siconolfi* je pronašao da je  $\beta$  — naftol podesno otapalo za fenolne smole u laminiranim papirima, a *Ettling* i *Adams* su našli da klorosulfonska kiselina kod sobne temperature može odvojiti drvo iz reakcijske smjese otvrdnute smole i drvnih čestica, a da pri tome ne djeluje na smolu. [2]

Po tom se postupku mala količina piljevine ili praha iverice lijepljene s fenolnom smolom najprije suši na 100°C do konstantne težine. Zatim se 1—5 g osušenog uzorka stavi u prikladnu posudu i doda klorosulfonska kiselina u količini od 5 gr kiseline na 1 g materijala. Nakon toga se smjesa ostavi na sobnoj temperaturi približno 1 sat tako da se drvena komponenta uzorka razori prisutnom kiselinom. Smjesa se tada filtrira kroz odvagani filter lončić i talog ispiru s izopropanolom. Lončić s talogom se nakon toga suši na 150°C oko 1 sat, nakon hlađenja se veže i tako dobije količina fenolne smole u mljevenom uzorku.

*Ettling* i *Adams* [2] tvrde da se ovom tehnikom postiže točnost od  $\pm 2\%$  stvarne količine smole u pločama. Ta metoda, međutim, nije podesna za fenolne smole otvrdnjavane s  $NH_4OH$  pa se

ne može smatrati idealnim rješenjem za određivanje fenolnih smola u pločama.

Nadalje je u najnovijim studijama o mehanizmu otvrdnjavanja fenolnih smola u prisutnosti celuloznih tvari pronađeno da je stupanj otvrdnjavanja u velikoj mjeri ovisan o sadržaju smole. Što je manji sadržaj smole to je veća njena topivost kod iste temperature i trajanja otapanja (Chow). Fenol-formaldehidno-celulozni spojevi su nadalje obrađivani i sa 72%-nom sumpornom kiselinom. Dobiveni uzorci, promatrani pod polarizacijskim mikroskopom, pokazivali su jaki dvolum zbog sadržaja celuloze. Rezultati upućuju na mogućnost postojanja kovalentnih veza između smole i celuloze. Zato su moguće velike greške kod kvantitativnog određivanja smole metodama koje primjenjuju otapala za odstranjivanje celuloze ili smole iz otvrdnute smole [2].

## 2.0. ODREĐIVANJE LJEPILA U PLOČASTIM DRVNIM PROIZVODIMA FIZIKALNIM METODAMA

### 2.1. Određivanje sadržaja fenolnih smola pomoću infracrvene spektrometrije

Primjena infracrvene spektrometrije za identifikaciju i određivanje fenolnih smola na temelju njihovih produkata pirolize ne dolazi u obzir za proizvode kod kojih je fenolna smola vezana uz drvo ili drvenu kašu, jer lignin koji se nalazi u drvu pirolizira u slobodni fenol, koji se apsorbira u istoj valnoj dužini kao produkti fenolne smole, pa bi za tu svrhu bile podesnije nedestruktivne metode.

Zbog toga su *Chow* i *Mukai* [1] razradili i opisali metodu za direktno određivanje količine fenolne smole u vlaknatim i drvnim proizvodima pomoću infracrvene spektrofotometrije.

### Metoda.

U radu su najprije pripremljeni uzorci, koji će omogućiti izradu baždarene krivulje. U tu svrhu su izmiješani i homogenizirani uzorci iz fenolne smole i drvnog supstrata u raznim omjerima, tako da se je sadržaj smole u uzorcima kretao od 2 do 90% računajući na težinu suhog uzorka.

Uzorci su zatim grijani 3 sata u termostatu s cirkulacijom zraka kod 120°C, nakon toga hlađeni u eksikatoru i konačno 1 sat pod vakumom te brzo vagani. Prethodno je određena čvrsta supstanca i viskozitet smole koja se ispitivala, zatim vrste drvnog supstrata i sadržaj Klason lignina u supstratu. [1]

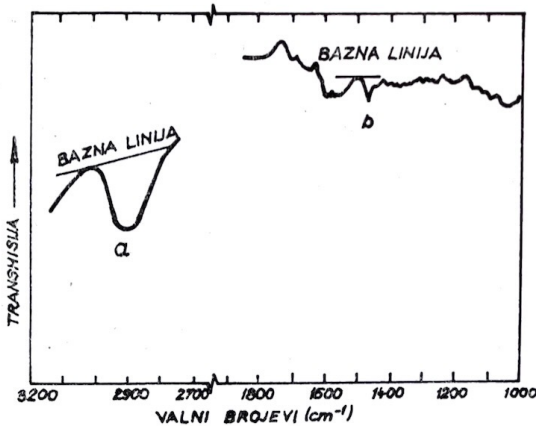
Od tih uzoraka, koji su fino samljeveni, tako da prolaze kroz sito finoće 140 očica, odvagano je zatim  $2 \pm 0,2$  mg, dobro izmiješano i homogenizirano s  $300 \pm 20$  mg KBr (kalijevog bromida). Osim pastila uzoraka, priređene su i referentne pastile, koje su sadržavale samo supstrat u koli-

čini od 0,5, 1,5 i 2 mg. Te referentne pastile su upotrebljene za diferencijalnu metodu, koja će kasnije biti opisana.

Pastila koja sadrži uzorak uložena je u zraku infracrvenog spektrofotometra firme Perkin-Elmer 521 i snimljen spektar od 4000—2000  $\text{cm}^{-1}$ . Zatim je referentna pastila, koja je sadržavala isti supstrat kao pastila uzorka, uložena u referentnu zraku, i snimljen je diferencijalni spektar od 2000—1000  $\text{cm}^{-1}$ . Prethodnim pokusima je ustanovljeno da se najbolji rezultati postižu kad je upotrijebljena referentna pastila iste težine kao pastila uzorka. Brzina snimanja je iznosila 20 minuta za cijelo ispitivano područje [1].

Diferencijalnom metodom spektar uzorka podijeljen je u dva područja. Spektralno područje od 4000 do 2000  $\text{cm}^{-1}$  pokazuje apsorpciju i smole i supstrata, a ono od 2000 do 1000  $\text{cm}^{-1}$  pokazuje diferencijalni spektar za koji se smatra da se odnosi samo na apsorpciju fenolne smole. Apsorpcija u spektralnom području od 1470 do 1600  $\text{cm}^{-1}$ , koja upućuje na prisutnost skeletnih vibracija fenolnog prstena, upotrijebljena je za kvantitativno određivanje smole (metoda bazne linije).

Apsorbancija vrpce kod 2900  $\text{cm}^{-1}$ , koja odgovara apsorpciji C—H istezanja kako supstrata tako i smole uzeta je kao apsorpcija uzorka. Pretpostavlja se da omjer apsorbcija između tih dviju vrpce odgovara količini fenolne smole (sl. 1).



Slika 1 — Infra-crveni spektri: a) uzorka, b) fenolne smole

Fig. 1 — Infrared spectra: a) sample, b) phenol-formaldehyde resin

Ipak ima nekih ograničenja toj metodi. Prvo treba raditi vrlo pažljivo ako je sadržaj smole u uzorku malen. Budući da je apsorpcija smole mala, treba šum instrumenta smanjiti na minimum, posebno ako je sadržaj smole oko 2%. Jedan je način da se smanji greška taj da se težina pastile uzorka i referentne pastile poveća od 2 mg na 6 mg. Rezultirajući spektar će dati široke apsorpcijske vrpce smole iznad maksimuma šuma samog uređaja.

Drugo ograničenje je potreba izrade baždarnih krivulje za svaku smolu budući da apsorpcijski koeficijent ovisi o smoli. To doduše nije tako ozbiljan problem ako se primjenjuje isti tip smole od istog proizvođača [1].

## 2.2. Određivanje raspodjele smole u ivericama primjenom rentgenske spektrometrije

Fizička i mehanička svojstva iverica su usko vezana s količinom i raspodjelom smole na iverje.

Rentgenska spektrometrija je primijenjena u radu [3] za određivanje količine smole na pojedinim ivericama. To je provedeno miješanjem tekuće smole s kalijevim bromidom i mjerenjem sadržaja broma na svakom iveru pomoću rentgenske fluorescentne spektrografije. Sadržaj broma je tada preračunan na masu smole uz primjenu pripremljene standardne krivulje.

Metoda je upotrijebljena sa svrhom da se ispitna razdioba smole na iverju miješanom sa smolom u laboratorijskim i industrijskim miješalicama. Raspodjela smole, određena pomoću metode rentgenske spektrometrije i definirana odnosom medijan / prosječna vrijednost, upućuje na konačnu čvrstoću veza u pločama. Odnos medijan/prosječna vrijednost manja od 1 ukazuje na to da bi se mogla provesti promjena u sistemu miješanja u svrhu poboljšanja razdiobe smole između iverja.

Tehnika rentgenske spektrometrije predstavlja pomoć u analiziranju utjecaja koji ima raspodjela smole između i unutar iverja na čvrstoću unutarnje veze.

## Materijal.

Kao drveni materijal uzeti su iveri jasike, sušeni na 6% vlage. Iverje je prosijano, i iveri određene veličine uzeti su za laboratorijska ispitivanja.

Kao smola ili vezivo uzet je komercijalni tip fenolne smole za ploče iverice.

5% (tež.) KBr je otopljeno u tekućoj smoli kao kvantitativno referentno sredstvo [3].

## Uređaj.

Radeno je na Siemensovom rentgenskom spektrometru. Korištena je rentgenska cijev sa zlatnom anodom. Za detekciju zračenja služio je proporcionalni brojač, a kao kristal analizator je služio LiF. Kao analitička linija odabrana je Br i  $K\alpha$  kod 29,8 (2 $\theta$ ). Napon generatora je iznosio 45 kV, a jakost struje 34 mA. Mjeren je broj impulsa u vremenu od 12 s. Svaki uzorak je analiziran s obje strane.

## Baždarenje.

Za pripremu baždarnih krivulja pripremljena je 5%-na otopina KBr u tekućoj smoli. Ta smjesa je nanosena pomoću tankog staklenog štapića na

jednu stranu ivera, koji su zatim sušeni na 170°C 10 min i određen udio smole. Prethodno je bilo ustanovljeno da ovaj tretman ne utječe na koncentraciju Br. Količina smole je varirala od 0 — 5,4 g/m<sup>2</sup>. Za svaki baždarni uzorak je izmjeren broj impulsa koji je dobiven za BrK $\alpha$  liniju; broj impulsa je korigiran na pozadinsko zračenje koje je prethodno izmjereno kao funkcija debljine drvenog listića.

Dalje je određen odnos debljine ivera prema broju impulsa pozadinskog zračenja. Zbog toga je bilo potrebno svakom uzorku ivera koji se analizirao izmjeriti debljinu, kako bi se mogla izvršiti korekcija broja impulsa s obzirom na debljinu ivera. Zbog teškoće oko mjerenja gustoće svakog pojedinog ivera, gustoća ivera je uzeta kao nedefinirana slučajna greška.

Regresija za odnos između mase čvrste smole (Y) i broja impulsa (X), koji je korigiran s obzirom na pozadinsko zračenje, prikazana je na sl. 1. Eksperimentalno je ustanovljeno da čvrstoća unutarnje veze raste s vremenom raspršivanja. Također je ustanovljeno da postoji veza između distribucije i vremena raspršivanja.

Ispitivanja distribucije smole na iverju pokazala su da se medijan približuje srednjoj vrijednosti s porastom vremena raspršivanja. Drugim riječima, kad se odnos medijan/srednja vrijednost približava jedinici, distribucija smole se približava normalnoj distribuciji, a čvrstoća unutarnje veze postiže maksimalne vrijednosti [3].

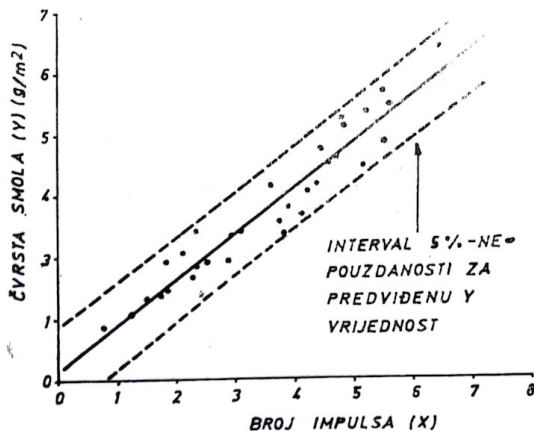
Metoda rentgenske spektrometrije može se primijeniti za ispitivanje raspodjele tekuće smole na iverima miješanim sa smolom u laboratorijskim i industrijskim mješalicama.

Odnos medijan/prosječna vrijednost definira nagib u krivulji raspodjele smole i u korelaciji je s čvrstoćom veze u pločama. Prednost ove metode prema drugima je ta da daje kvantitativne rezultate.

Ta metoda omogućuje nadalje i prepoznavanje nepovoljnije raspodjele smole i u slučajevima kada je čvrstoća veze u ploči zadovoljavajuća. Ta informacija se može koristiti za poboljšanje raspodjele smole i za smanjenje upotrebljene količine smole [3].

## ZAKLJUČAK

Od opisanih metoda za određivanje količine ljepila u pločastim drvnim proizvodima kemijska metoda za određivanje urea-formaldehidnih ljepila, koja se temelji na određivanju karakterističnog elementa dušika u urea-smoli iz kojeg se zaključuje na količinu ljepila u pločama, jednostavna je za primjenu u pogonima drvne industrije, koji imaju uređene kemijske laboratorije i



Slika 2 — Odnos između broja impulsa i mase smole (3)

Fig. 2 — Relation between number of impulses and mass of resin.

može dobro poslužiti za kontrolu jednoličnosti i unapređenje proizvodnje.

Kemijske metode za određivanje količine fenolnih ljepila nisu tako podesne, jer nemaju u sastavu takav karakterističan element po kojemu bi se moglo zaključivati na količinu fenolne smole odnosno ljepila u drvnim pločama. Nadalje je kod tih metoda potreban veliki oprez u radu zbog primjene vrlo reaktivnih kemikalija, a osim toga su i postupci razmjerno dugotrajni.

Zato su vrlo interesantna istraživanja u smislu pronalaza nedestruktivnih metoda za takva određivanja.

U članku je opisana metoda pomoću infracrvene spektrofotometrije, koja međutim ima stanovita ograničenja, jer nije podesna za slučajeve kada je sadržaj smole u uzorku malen, a i zbog potrebe izrade baždarnih krivulja za svaku smolu i stupanj otvrdnjavanja. Prema tome, ova tehnika rada za sada nije podesna za jednostavno i brzo određivanje sadržaja fenolnih smola u drvnim pločama.

Metoda rentgenske spektrometrije može se primijeniti za ispitivanje raspodjele tekuće smole na iverima miješanim sa smolom, te odnosa te raspodjele i čvrstoće unutarnje veze u pločama, a omogućuje i prepoznavanje nepovoljne raspodjele i onda kada je čvrstoća veze u pločama zadovoljavajuća.

Provedba potonjih dviju tehnika vezana je uz odgovarajuće uređaje za ispitivanje, a do sada postignuti rezultati upućuju na to da bi, uz dalja istraživanja i razradu metode, moglo doći do jednostavnog i pouzdanog načina za određivanje fenolnih smola, odnosno ljepila u drvnim pločama.

## LITERATURA

- [1] CHOW, S. Z., MUKAI, H. N.: An Infrared Method for determining Phenol-Formaldehyde resin content in fiber and Wood products. For. Prod. Journal 19 (1969), br. 5, str. 57-60
- [2] ETTLING, B. F., ADAMS M. F.: Quantitative determination of phenolic resins in particle-board. For. Prod. Journal 16 (1966), br. 6, str. 62-70.
- [3] KASPER, J. B., CHOW, S.: Determination of resin distribution in Flakeboard using X Ray spectrometry. For. Prod. Journal 30 (1980), br. 7, str. 37-40.
- [4] KLAUDITZ, W., MEIER, K.: Determination of the percentage of urea and melamine resins in wood particleboards. F. P. R. S. Madison, 1960.
- [5] MOSLENI, A. A.: Particleboard (vol. I. Materials). Southern Union University press, Carbondale and Edwardsville, 1962.
- [6] STEGMANN, G., GINZEL, W.: Determination of the Content of urea formaldehyde adhesives in particleboards. Feffer & Simons Inc. London, 1965.

Recezent Prof. Z. Smolčić-Žerdik

OGLASNI PROSTOR U NAŠEM ČASOPISU PRUŽA VAM PRILIKU DA SVOJE POSLOVNE  
PARTNERE INFORMIRATE O VAŠIM USPJESIMA I DA OSIGURATE PLASMAN VAŠIH PROIZVODA.

UREDNIČKI ODBOR