

Vatrozaštitna kemijska sredstva

ZA POVEĆANJE VATROOTPORNOSTI TVRDIH PLOČA VLAKNATICA IZRAĐENIH SUHIM POSTUPKOM I MDF PLOČA

FIRE RETARDANT CHEMICALS FOR INCREASE OF FIRE RESISTANCE OF HIGH DENSITY FIBREBOARDS MANUFACTURED BY DRY PROCESS AND MDF BOARDS

Prof. dr **Vladimir Bruči**, dipl. ing.

Marina Tatalović, dipl. ing.

Sumarski fakultet, Zagreb

UDK 630*862.3:630*843.3

Prispjelo: 15. siječnja 1985.

Prihvaćeno: 25. travnja 1985.

Pregledni rad

Sažetak

U radu su prikazani rezultati inozemnih istraživanja izrade i svojstava vatrootpornih tvrdih ploča vlaknatica i MDF ploča. U ovom se pregledu razmatraju izrada i svojstva laboratorijski proizvedenih tvrdih ploča vlaknatica i MDF-ploča, te proizvodnja i svojstva industrijski izrađenih tvrdih ploča vlaknatica. Rezultati se odnose na vrste i količine vatrozaštitnog sredstva (VZS), podnošljivost VZS i ljepila, mjesto dodavanja u proizvodnji, te fizička i mehanička svojstva dobivenih ploča. Vatrootpornost tj. reakcija na vatru tretiranih vlaknatica, određena je u tri po dužini različite tunelske peći, iskazana je pokazateljima širenja plamena, indeksa zadržljivavanja, a kod MDF ploča duljinom puzljanja, gubitkom mase i trajanjem plamena.

Ključne riječi: vatrozaštitno sredstvo — indeks širenja plamena (St. B.).

Summary

This work demonstrates the results of researches of manufacture and properties of fire retardant high density fibreboards and MDF boards carried out abroad. This review reflects on execution and properties of high density fibreboards and MDF boards made in the lab and production and properties of factory made high density fibreboards. Results relate to the types and amount of fire resistant agents, tolerability of these agents and adhesives, the place of adding them in the production and physical and mechanical properties of the obtained boards. Fire resistance, i. e. behavior to fire of the treated fibreboards determined in the tunnel furnaces having two different lengths has been shown by flame spread indexes, smoking index and for MDF boards by charring length, loss of density and flame duration.

Key words: fire retardant agent — flame spread index (A. M.)

UVOD

U okviru radova koji proučavaju reakcije na vatru ploča na bazi drva, bit će prikazana četiri pregledna rada na temelju izabrane najvažnije znanstvene literature, te jedan rad o preliminarnim originalnim istraživačkim pokusima, izvršenim u Forest Products Laboratory, Madison.

Prvi iz te serije pod naslovom: »Određivanje intenziteta oslobađanja topline iz drvnih proizvoda i konstrukcija u uvjetima požara« objavljen je u Drvnoj industriji br. 11—12/1984. Rad koji se ovdje prezentira prikazuje probleme izrade vatrootpornih tvrdih ploča vlaknatica i MDF ploča. Nastavno će slijediti članci: »Vatrozaštitna kemijska sredstva za povećanje vatrootpornosti ploča iverica«, »Ocjenjivanje gorivosti drvnih materijala pomoću kisikova indeksa«, te »Izrada vatrootpornih ploča iverica«.

Ovom serijom članaka žele se prikazati vrste vatrozaštitnih kemijskih sredstava, količine i načini dodavanja tih sredstava, njihov utjecaj na mehanička svojstva, te metode za ocjenjivanje reakcije na vatru.

Unutar ploča na bazi drva važno mjesto zauzimaju ploče vlaknatic. Proizvode se od 1930. godine, a od 1960. godine izrađuje se poseban tip vlaknatica, tzv. MDF ploče (Medium Density Fibreboard — srednje guste vlaknatic). Osnovni motiv koji stoji iza proizvodnje spomenutih ploča jest visok postotak iskorišćenja manje vrijednih drvnih sortimenata i ostataka iz prerade drva. Postotak iskorišćenja jest oko 80%. Najvažniji zahtjevi koji se postavljaju na proizvodnju ploča jesu: da ploča ima svojstva drva, tj. da taj materijal stvara ugodan ambijent za život i rad čovjeka, da ploča zadrži fizička i mehanička svojstva masivnog drva, da su postojanih dimenzija, što znači da su homo-

geniji materijal od masivnog drva i da ne predstavljaju veću opasnost u slučaju požara.

S obzirom na opasnost od pojave i širenja požara vršena su mnogobrojna i dugotrajna ispitivanja, koja su se najprije odnosila na drvo. Sve većom upotrebom ploča na bazi drva taj problem se javlja kao nezaobilazan istraživački zadatak, važan za svojstva i upotrebu ploča. Istraživanja i postupci kojima je cilj smanjenje opasnosti od požara uglavnom se odnose na: vrstu i količinu vatrozaštitnih kemijskih sredstava (VZS), načine dodavanja spomenutih sredstava (da li za vrijeme proizvodnje u ploču ili nakon izrade ploče na površinu ploče), načine ispitivanja reakcije na vatru i utjecaj dodavanja vatrozaštitnih kemijskih sredstava* na vatrootpornost, te fizička i mehanička svojstva ploča.

U ovom preglednom radu prikazani su rezultati ispitivanja Juneja, S. C., Syska, A. D., Myers, G. C. i Holmes, C. A., za ukupno dvadeset dva vatrozaštitna sredstva na: reakcije na vatru, fizička i mehanička svojstva tvrdih ploča vlaknatica dobivenih suhim postupkom i srednje gustih vlaknatica (MDF). Istraživanja su vršena na laboratorijski i tvornički izrađenim vlaknaticama, te laboratorijski izrađenim MDF pločama.

1. LABORATORIJSKE TVRDE PLOČE VLAKNATICE IZRAĐENE PO SUHOM POSTUPKU

Zadatak spomenutih istraživanja [4, 5, 6, 7] bio je da se odredi da li vlakanca za izradu suhim postupkom, obrađena određenim VZS, mogu dati ploče koje imaju zadovoljavajuća i mehanička svojstva i reakciju na vatru. U tu svrhu bila je ispitana podnošljivost između odabranih VZS i ljepila. Ploča vlaknatica bila je izrađena od jedne vrste drva, s jednim tipom fenolnog ljepila, s istim ciklusom prešanja, debljine 3,2 mm i gustoće 0,961 g/cm³. U nastavku će se opisati najvažnije karakteristike ovih istraživanja.

1.1. METODA IZRADE

Drvna vlakanca dobivena su od proizvođača vlakanca po suhom postupku. Bila su izrađena iz bora (*Pinus ponderosa*) u disk rafinatoru pod pritiskom, a uzeta su iz proizvodne linije poslije sušenja, prije nego je dodano ljepilo ili druge kemikalije. Kao ljepilo odabrane su dvije vodene otopine fenolnih smola: nisko kondenzirana smola (pH 7,2) i slabo alkalna srednje kondenzirana smola (pH 9,7).

Vatrozaštitna sredstva (VZS) odabrana su na temelju prethodnih iskustava u pronalaženju VZS za zaštitu masivnog drva. Upotrijebljena su tri tipa

VOZ: — soli topive u vodi; — tekući amonij polifosfati i — sušivi tipovi organskih fosfata.

Upotrijebljeni su jednostavni kemijski spojevi i recepture koje su uključivale nekoliko od tih spojeva (tab. I i Ia).

1.1.2. Podnošljivost VZS i fenolnog ljepila.

Podnošljivost VZS i fenolnog ljepila bila je određena na mješavini otopine VZS i fenolnog ljepila, izrađene u istom omjeru kao i kod izrade eksperimentalnih ploča. Otopina VZS uvijek je dodavana u otopinu fenolne smole uz miješanje. Odmah je mjerena pH vrijednost. S nekoliko kapi mješavine VZS-ljepilo, na vrućoj ploči temp. 135° C primijećene su 4 faze otvrdnjavanja:

1) završetak faze izlaska vode (kada se više nije primjećivalo da para izlazi iz zagrijanog materijala);

2) termoplastično stanje je počelo kada je bilo moguće povlačenjem igle u materijalu stvoriti tragove (niti);

3) termoplastično stanje završeno je kada se materijal prestao povlačiti za iglom kojom je bio izvlačen;

4) potpuno vezanje nastupilo je kada materijal više nije bio gumast i kada se kidao umjesto odvajao od zagrijane površine.

1.1.3. Izrada ploča

Vlakanca su miješana u rotirajućem bubnju za vrijeme prskanja otopine VZS i nisko kondenzirane fenolne smole. Količina otopine VZS iznosila je 10% od mase suhih vlakanaca. Tretirana vlakanca sušena su na 4% sadržaja vode kod temp. 60° C prije dodavanja 8% fenolnog ljepila. Obradna vlakanca lagano su rastresena u vakuumu i stavljena u plastičnu vreću do formiranja čilima.

Vruća preša grijana je uljem na temp. 190° C i ugustila je čilim na 3,2 mm debelu vlaknaticu. Ciklus prešanja bio je 6 min za sve ploče. Sadržaj vode čilima za vrijeme prešanja bio je oko 10%. Da se osigura potpuno vezanje ljepila, prešane ploče su tretirane toplinom u struji vrućeg zraka temp. 160° C u trajanju jednog sata. Po svakom načinu tretiranja izrađene su 4 ploče dimenzija 57 × 61 cm.

1.2. PRIPREMA UZORAKA I ISPITIVANJE

Iz četiri ploče izrađeni su uzorci za jedno ispitivanje na tunelskoj peći duljine 2,44 m (8 stopa), dva ispitivanja na peći duljine 0,61 m (2 stope), sedam uzoraka na čvrstoću na savijanje i sedam za ispitivanje čvrstoće raslojavanja.

Ispitivanje reakcije na vatru vršeno je:

— u 2,44 m dugoj tunelskoj peći. Metoda ispitivanja na toj peći opisana je u ASTM E 286-69. Podaci su dobiveni za indeks širenja plamena,

* Za konzultacije na području kemijske terminologije autori zahvaljuju prof. dr M. Biffliu.

Tablica I PODNOSLJIVOST, pH I BRZINA OTVRDNJIVANJA MJESAVINE VATROZASTITNIH SRED. STAVA I LJEPILO [4, 5, 6, 7]
Table I TOLERABILITY, pH AND SPEED OF HARDENING FIRE RETARDANT AGENTS AND ADHESIVE MIXTURE [4, 5, 6, 7]

Vatrozaštitno sredstvo	Podnošljivost vatrozaštitnog sredstva i ljepila						
	Otopina		Brzina otvrdnjavanja ^{1,2}				Tip reakcije ³
	Suha tvar	pH	pH	Prestaje izlaziti voda (s)	Početak termopl. stanja (s)	Kraj termopl. otvrdnjavanja (s)	
(%)							
Fenol-formaldehidno ljepilo			7,2	59	284	376	> 600
<u>Vodene otopine soli</u>							
Natrij-oktaborat-tetrahidrat	27	6,60	6,25	-	52	101	167
Natrij-oktaborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina (4:1)	22	6,30	5,85	82	92	164	270
Amonij-dihidrogenfosfat	30	3,68	4,3	49	-	97	171
Amonij-sulfat	30	4,37	4,4	57	-	-	260
Amonij-dihidrogen fosfat i amonij-sulfat (1:1)	30	3,70	4,35	62	133	-	315
Amonij-hidrogenfosfat	30	7,82	7,35	45	-	-	245
Amonij-hidrogenfosfat i amonij-sulfat (1:1)	30	7,57	6,9	44	-	165	289
Boraks	10	9,10	9,05	-	79	-	164
Boraks i amonij-dihidrogenfosfat (2:1)	23	7,62	6,9	-	87	189	238
Boraks i ortoboratna kiselina	14	7,78	7,2	42	-	71	175
AWPA Tip B	30	3,86	-	-	-	-	-
AWPA Tip C	30	7,00	4,9	-	68	103	210
AWPA Tip D	25	4,12	2,5	-	27	104	135
<u>Tekuci amonij-polifosfati</u> ⁴							
11-37-0	30	6,33	6,4	69	211	-	625
11-37-0 i amonij-sulfat (1:1)	30	6,10	6,05	-	-	-	333
12-44-0	30	5,20	5,8	-	270	-	391
<u>Otvrdnjavajući tipovi- organski fosfati</u> ⁴							
THPC	30	6,50	6,4	92	180	292	450
THPOH	30	5,38	5,5	-	95	-	290
Dicijandiamid i fosfatna kiselina	20	1,30	1,75	-	85	480	800
Dicijandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid (predkondenzat)	25	1,62	2,1	38	59	262	600
Melamin, dicijandiamid i fosfatna kiselina	30	1,32	2,4	63	70	158	239
Guanilurea-fosfat ⁵	10	3,90	4,1	68	-	-	480

¹ Koristi se ploča 135°C

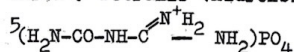
² prazna mjesta u tabeli znači da nije bilo moguće točno odrediti vrijeme

³ ljepiva masa, vrlo gusta, na granici krutine, no ne potpuno otvrdnuta

⁴ vidi tekst zbog daljnjih informacija

THPC = Tetrakis (hidroksimetil) fosfonij-klorid

THPOH = Tetrakis (hidroksimetil) fosfonij-hidroksid



razvijanje topline i razvijanje dima kao relativni indeksi u odnosu na vrijednosti za crveni hrast 100 i azbestnu ploču 0.

— u 0,61 m dugoj tunelskoj peći. Peć je baždarena s 25,4 mm debelim uzorkom od crvenog hrasta, kojeg je vrijednost širenja plamena označena sa 100 i azbestne ljepečke čija je vrijednost označena s 0.

1.3. REZULTATI ISPITIVANJA VRSTE I KOLIČINE VZS, TE ČVRSTOČE PLOČA

Podnošljivost VZS i fenolnog ljepila, te brzine vezanja dane su u tablici I [4, 5, 6]. Zbog uspo-

redbe navodimo da fenolno ljepilo za izradu ploča ima slijedeća svojstva: pH 7,2; 59 s do završetka faze izlaženja vode; 284 s do početka termoplastične faze; 376 s do završetka termoplastične faze; i preko 600 s do kompletne kondenzacije.

Mehanička svojstva i rezultati ispitivanja reakcije na vatru u tunelskim pećima duljine »2 stopa« i »8 stopa« dane su u tablici II. Korelacija između čvrstoće ploče i njene gustoće određena je metodom najmanjih kvadrata i ucrtana je krivulja. Primjenjujući krivulju i njeno matematičko izjednačenje, vrijednosti čvrstoće navedene su za gustoću ploče 961 kg/m³, kako bi se olakšala uspo-

Tablica I a RECEPTURE UPOTRIJEBLJENIH VODENIH OTOPINA SOLI TIP A, B, C i D. AMERICAN WOOD-PRESERVERS ASSOCIATION (AWPA) : [4, 5, 6, 7]

Table I a RECIPE OF USED WATER SALT SOLUTION TYPE B, C AND D. AMERICAN WOOD - PRESERVERS ASSOCIATION (AWPA) : [4, 5, 6, 7]

AWPA tip B	Sastav 30% otopine(%)	AWPA tip C	Sastav 30% otopine (%)
Cink-klorid	19,56	Amonij-hidrogen fosfat	3,00
Natrij-dikromat	4,44	Amonij-sulfat	18,00
Ortoboratna kiselina	3,00	Natrij-tetraborat,	
Amonij-sulfat	3,00	bezvodni (boraks)	5,68
Voda	70,00	Ortoboratna kiselina	6,00
		Voda	67,32

AWPA tip D	Sastav 25% otopine (%)
Cink-klorid	8,80
Amonij-sulfat	8,80
Ortoboratna kiselina	6,29
Natrij-dikromat	1,11
Voda	75,00

Tekući amonij-polifosfati, 11-37-0 i 12-44-0 prikazani u tabeli 1 su koncentrirane otopine amonij-polifosfata pripremljene da se koriste kao umjetno gnojivo. Te otopine su opisane imenovanjem: % dušika, fosfata (P_2O_5) i pepela u otopini.

Tetrakis(hidroksimetil) fosfonij-klorid(THPC)	Sastav 30% otopine(%)	Tetrakis (hidroksimetil) Fosfonij-hidroksid(THPOH)(14)	Sastav 30% otopine
THPC (80% u vodi)	21,52	THPC (80% u vodi)	23,36
Natrij-hidroksid(50% u vodi)	3,74	Natrij-hidroksid (12% u vodi)	4,94
Karbamid	3,43	Metilirani metilol melamin	7,17
Metilirani metilol melamin	7,48	Karbamid	3,60
Voda	63,83	Voda	60,93

Natrij-hidroksid je bio dodan 80%-tnoj otopini THPC da se postigne pH 6,0; toj otopini je bio dodan melamin i karbamid i zatim je dodana voda da se postigne koncentracija 30%.

Dicijandiamid i fosfatna kiselina	Sastav 20% otopine (%)
Dicijandiamid	9,3
Fosfatna kiselina (85%)	12,6
Voda	78,1

Kemikalije su dodane vodi na 65°C za vrijeme korištenja.

Dicijandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid (prekondenzat)	Sastav 25% otopine (%)
Dicijandiamid	11,35
Fosfatna kiselina (85%)	15,58
Formaldehid (37%)	1,11
Voda	71,96

Kemikalije su dodane vodi na temperaturi 70°C. Nakon dodavanja svih kemikalija otopina je držana na temperaturi 60 - 70°C.

Melamin, dicijandiamid i fosfatna kiselina (MDP)	Sastav 30% otopine (%)
Formaldehid (37%)	25,85
Melamin	3,35
Dicijandiamid	6,69
Fosfatna kiselina (85%)	12,19
Voda	51,91

37%-tna otopina formaldehida mješana je sa potrebnom količinom vode da se postigne otopina koncentracije 30%. Otopini je podešena pH vrijednost 8 dodavanjem male količine 3N natrij-hidroksida. Otopina formaldehida je grijana na 80°C i zatim je dodana prethodno načinjena mješavina melamina i dicijandiamida. Ta otopina je ohlađena na sobnu temperaturu prije nego je dodana fosfatna kiselina.

redba rezultata između pojedinih načina tretiranja.

U testu s tri uzorka, u 2,44 m dugačkoj tunelskoj peći, obična (netretirana) vlaknatica, debela 3,2 mm, imala je indeks širenja plamena 119 do 122, indeks oslobađanja topline 124 do 151 i indeks zadimljavanja 289 do 375 (tab. II). Indeks širenja plamena obične vlaknatice debele 3,2 mm u tunelskoj peći od 0,61 m bio je 111 do 122.

1.3.1. U vodi topljive soli

Različite u vodi topljive soli u dodatku od 10% bile su efikasne u pogledu smanjenja indeksa širenja plamena u 2,44 m dugoj tunelskoj peći za oko 9 do 48% i indeksa oslobađanja topline za oko 34 do 72%.

Najefikasnije u vodi topljive soli u pogledu smanjenja indeksa širenja plamena, kod ispitiva-

Tablica II MEHANIČKA SVOJSTVA I REAKCIJA NA VATRU TVRDIH PLOČA VLAKNATICA OBRAĐENIH VATROZAŠTITNIM SREDSTVIMA [6, 7]

Table II MECHANICAL PROPERTIES AND BEHAVIOR TO FIRE OF HIGH DENSITY FIBREBOARDS TREATED WITH FIRE-RETARDANT AGENTS [6, 7]

Vrsta vatrozaštitnog sredstva ¹	Modul elast. kod savijanja ² (MPa)	Čvrstoća savijanja ² (MPa)	Čvrstoća raslojavanja ² (MPa)	Reakcija na vatrau			
				"8 stopa" tunelska peć		"2 stope" tunelska peć ³	
				Indeks širenja plamena	oslobod. topline	gustoća dima	širenja plamena
Kontrolna ploča	4785	42,2	3,0	119	128	302	111
	4840	42,1	2,3	122	124	289	112
	5185	44,7	2,1	119	151	375	122
	4937	43,0	2,5	120	134	322	115
Kontrolna ploča (6,35 mm) ³	4661	41,4	2,0	96	140	474	113
Dodatak 10% vatrozaštitnog sredstva							
Soli topljive u vodi							
Natrij-oktoborat-tetrahidrat	5157	38,9	2,7	103	63	143	42
Natrij-oktoborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina (4:1)	5322	40,7	2,5	97	66	82	42
Amonij-dihidrogenfosfat ⁴	4689	31,7	2,1	92	50	708	75
Amonij-dihidrogenfosfat (6,3mm)	-	-	-	83	46	594	86
Amonij-sulfat	4999	32,8	2,4	90	86	254	62
Amonij-hidrogenfosfat i amonij-fosfat (1:1)	4668	29,4	2,0	90	52	428	69
Amonij-hidrogenfosfat i amonij-sulfat (1:1)	4764	34,2	1,9	62	37	732	69
Boraks	4702	31,6	1,9	95	56	276	70
Boraks i amonij-dihidrogenfosfat (2:1)	5792	41,0	3,0	79	51	159	44
Boraks i ortoboratna kiselina	4371	34,5	2,6	83	72	141	62
AWPA Tip C	5095	41,6	1,8	83	55	221	50
AWPA Tip D	4545	28,9	1,7	109	88	89	71
AWPA Tip D	4302	21,0	1,6	93	76	176	74
Tekuci amonij-polifosfati							
11-37-0	4275	30,1	1,7	59	43	958	64
11-37-0 i amonij-sulfat(1:1)	4716	29,1	1,8	93	60	568	61
12-44-0	4040	25,7	1,2	48	23	954	61
Otvrdnjavajući tipovi - organski fosfati							
THPC	4495	33,3	2,0	121	140	395	108
THPOH	5226	29,3	2,2	127	134	397	109
Dicijandiamid i fosfatna kiselina	5668	37,4	1,9	79	45	641	64
Dicijandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid (prekondenzat)	5495	38,8	1,8	83	53	485	67
Melamin, dicijandiamid i fosfatna kiselina	5454	41,7	2,4	109	108	164	85
Melamin, dicijandiamid i fosfatna kiselina ⁵	4323	25,5	1,6	79	69	694	81
Guanilurea-fosfat	5012	36,1	1,9	93	59	571	73
Dodatak 20% vatrozaštitnog sredstva							
Natrij-oktoborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina (4:1)	5488	45,6	2,4	69	22	281	44
12-44-0	4371	28,2	1,9	7	1	986	-
Dicijandiamid-fosfatna kiselina i formaldehid (prekondenzat)	4999	35,2	1,8	21	4	909	46

¹ uzorci debljine 3,2 mm, ukoliko nije navedeno drugačije² obračunato na gustoću 961 kg/m³³ vrijednosti iz dva ispitivanja⁴ vrijednosti za 8-stopa peć su prosjeci iz dva ispitivanja, a za dvije stope peć iz četiri ispitivanja⁵ dodano 15% vatrozaštitnog sredstva koje ujedno služi i kao vezivo (ne dodaje se ljepilo)

THPC = Tetrakis (hidroksimetil) fosfonij-klorid

THPOH = Tetrakis (hidroksimetil) fosfonij-hidroksid

nja na obje peći, bili su amonij-hidrogenfosfat, boraks, boraks i amonij-dihidrogenfosfat (2:1) i ortoborata kiselina (1:1).

VZS su različito djelovala na gustoću dima. Natrij-oktaborat-tetrahidrat [5], ortoborata kiselina (4:1) i AWPA tip C bili su vrlo uspješni u smanjenju razvijanja dima (za oko 75%).

Druga tretiranja koja su uspješno smanjivala nastajanje dima bila su AWPA tip D, natrij-oktaborat-tetrahidrat, boraks, boraks i amonij-dihidrogenfosfat (2:1). Tretiranje amonij-dihidrogen- i hidrogen fosfatima udvostručuje indeks zadimljavanja i nemoguće ga je odrediti. Amonij-sulfat dodan amonij-dihidrogenfosfatu smanjuje visok indeks zadimljavanja koji se javlja kod tretiranja samo s amonij-dihidrogenfosfatima.

1.3.2. Tekući amonij-polifosfati

Obje otopine amonij-polifosfata 11-37-0 i 12-44-0 (tab. Ia) [6] bile su uspješne (dodane u količini 10%) u smanjenju širenja plamena i oslobađanja topline. Otopina 12-44-0 s višim sadržajem fosfata (44%) u usporedbi sa otopinom 11-37-0 (37%) daje nešto bolje rezultate. Razvijanje dima pokazalo se vrlo visokim — preko 900. Dodatkom amonij-sulfata (u jednakom omjeru suhe tvari) na 11-37-0 smanjio se indeks zadimljavanja na 568.

1.3.3. Otvrdnjavajući tipovi organskih fosfata

Od tih tipova tretiranja samo je dicijandiamid i fosfatna kiselina (sa i bez formaldehida) dala vrijedne i signifikantne rezultate u smanjenju širenja plamena (uz dodatak 10%). Ova tretiranja smanjila su širenje plamena u obje peći (2,44 i 0,61 m) za 34 do 44%. Oslobađanje topline bilo je smanjeno, ali je tretiranje povećalo razvijanje dima.

1.3.4. Količina VZS

Rezultati ispitivanja ponašanja u vatri s različitim VZS pokazali su da je klasa B (25-75) (ASTM E-84) najviše što se vjerojatno može postići s 10% VZS (u odnosu na masu vlaknaca standardno suhog drva). Budući da gotove ploče sadrže smole (ljepila), kemikalije (VZS) stvarno predstavljaju 3,2% ukupne mase ploče.

Gustoća uzoraka bila je 750 do 973 kg/m³ (računano na masu apsolutno suhog drva), tako da je sadržaj VZS različitih uzoraka iznosio 63,15 do 81,8 kg/m³ ploče. Ta je količina odgovarala po priliči pojačanom utrošku koji se primjenjuje za tretiranje proizvoda od masivnog drva (npr. piljenica) da bi se postigla klasa A ili B.

Tablica II pokazuje rezultate tretiranja s dodatkom 20% VZS [6, 7]. 20% natrij-oktaborat-tetrahidrata i ortoborata kiseline (4:1) smanjuju širenje plamena od 97 (s količinom od 10%) na 69. Dim je intenzivniji nego s količinom od 10%, ali je manji nego kod netretiranih ploča. Rezultati u peći dugoj 0,61 m nisu različiti kod dodavanja

količina 10 i 20% natrij-oktaborat-tetrahidrata i ortoborata kiseline. 20% VZS otopine 12-44-0 i dicijandamida i fosfatne kiseline dalo je rezultate za širenje plamena u 2,44 m dugoj peći 7 i 21, a uzorci su klasificirani kao klasa A (ASTM E 84).

1.3.5. Čvrstoća ploča

Uz dodatak 10% VZS čvrstoća na savijanje ploča je smanjena. Uspoređujući s kontrolnim pločama, dodatak 10% VZS smanjio je čvrstoću na savijanje za 20% ili manje. Samo tri postupka tretiranja smanjila su čvrstoću na savijanje za 40 do 50%.

Neka tretiranja rezultiraju povećanjem modula elastičnosti kod savijanja i čvrstoće raslojavanja. U jednom slučaju (boraks) povećanje je iznosilo 17%, odnosno 21% u odnosu na kontrolne ploče. Postupci tretiranja koji pokazuju poboljšanje bili su isti oni koji su imali najmanje smanjenje čvrstoće na savijanje. Prema istraživanju Juneja [4], pokazalo se da melamin, dicijandiamid i fosfatna kiselina (MDP) može djelovati na dva načina kao vezivo i kao VZS. Jedna serija ploča izrađena je s 15% MDP bez fenolnog ljepila. One su imale iznenađujuće dobra mehanička svojstva, pokazujući da ta VZS mogu služiti djelomično kao vezivo, te mogu smanjiti potrebnu količinu fenolnog ljepila.

2. IZRADA PLOČA VELIKIH DIMENZIJA U TVORNICI VLAKNATICA

Na temelju rezultata laboratorijskih ispitivanja prišlo se izradi tvorničkih vatrootpornih tvrdih vlaknatica. Za izradu ploča velikih dimenzija odabrana su dva VZS [7]:

- 1) natrij-oktaborat-tetrahidrat i ortoborata kiselina (4:1) (DOT-BA),
- 2) dicijandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid (DPF).

2.1. METODA IZRADE

Vlakanca su prskana u rotirajućem bubnju otopinom VZS u količini 20% u odnosu na apsolutno suha drvna vlakanca. Vlažna vlakanca sušena su u sušionici vrućim zrakom temperature 104°C do sadržaja vode 4%. Osušena su vlakanca uskladištena u kutijama. Dva do pet dana prije izrade ploča, na vlakanca tretirana VZS prskanjem je nanijeto ljepilo u količini 4% smole suhe tvari u odnosu na aps. suha drvna vlakanca. Smola je bila slabo alkalna i nisko polimerizirana vodena otopina fenolnog ljepila (pH 7,2).

Kontrolne ploče izrađene su s jednakim dodatkom fenolne smole (4%), ali bez dodatka VZS. Izrađivane su ploče 122 x 244 cm i uključene u tehnološki proces tvornice prije stanice za formiranje čilima. Čilim je formiran, prethodno prešan

na hladno, zatim prešan na vruće 3,33 min kod temp. 193⁰ C u višetažnoj preši. Poslije prešanja su obrađivane toplinom na temperaturi 121⁰ C u trajanju od 2 sata, zatim navlaživane 5 sati.

2.2. PRIPREMA UZORAKA I ISPITIVANJE

Reakcija na vatru ocijenjena je slijedećim metodama:

— u 7,62 m (25 stopa) dugoj tunelskoj peći prema ASTM E 84,

— u 2,44 m dugoj tunelskoj peći prema ASTM E 286.

Uzorci su prethodno 42 dana bili kondicionirani prema ASTM 2898.

Ispitivanja mehaničkih svojstava vršena su prema ASTM D 1037 — 72 a. Linearno bubrenje i debljinsko bubrenje s promjenom sadržaja vode određeno je izlaganjem uzorka 1,3 × 15,2 cm, 30 dana relativnoj vlazi zraka od 90% ili napajanju vodom i zatim kondicioniranju, te mjerenju dimenzija kod 50% relativne vlage zraka.

2.3. REZULTATI ISPITIVANJA KOMERCIJALNIH PLOČA

Rezultate istraživanja Myersa, G. C. i Holmesa, C. A. komentirat ćemo u nastavku.

2.3.1. Reakcija na vatru

Rezultati ispitivanja reakcije na vatru ploča obrađenih s VZS na temelju ispitivanja u obje peći dani su u tablici III. Oba načina tretiranja (DOT-BA i DPF) dala su prosječne vrijednosti za širenje plamena koje zadovoljavaju kriterij klase B-75 ili manje. U oba ispitivanja tretiranje s DPF davalo je niže vrijednosti za širenje plamena nego sa DOT-BA, ali manje se dima razvijalo kod ploča tretiranih s DOT-BA.

Indeks zadimljavanja tim sredstvom bio je samo 17 u peći 7,62 m duljine, a 27 u peći duljine 2,44 m u usporedbi s 399, odnosno 208 za netretiranu ploču.

2.3.2. Čvrstoća i postojanost dimenzija

Mehanička svojstva uzoraka izrađenih iz ploča tretiranih s VZS, dimenzija 122 × 244 cm, dana su u tablici IV. U usporedbi s kontrolnim pločama koje nisu bile tretirane s VZS, ploče tretirane s DOT-BA imale su modul elastičnosti kod savijanja veći za 35%, bez promjene čvrstoće na savijanje i čvrstoće na vlak. Međutim, čvrstoća na raslojavanje smanjila se za više od 30%. Kod ploča tretiranih s DPF smanjila se vrijednost svih svojstava koja su kontrolirana za 27 do 68%. Ta smanjenja nisu primjećena kod laboratorijskih

Tablica III REAKCIJA NA VATRU TVRDIH VLAKNATICA (122 cm × 244 cm) OBRADENIH S VZS [6, 7]

Table III BEHAVIOR TO FIRE OF HIGH DENSITY FIBREBOARDS (122 × 244 cms) TREATED WITH FIRE-RETARDANT CHEMICALS [6, 7]

Vatrozaštitno sredstvo	Tunelska peć ¹					
	ASTM E 84 25 stopa ²			ASTM E 286 8 stopa		
	Indeks širenja plamena	Indeks oslobodanja topline	Indeks stvaranja dima	Indeks širenja plamena	Indeks oslobodanja topline	Indeks stvaranja dima
Netretirana (kontrolna)	180	121	399	106 (8,6)	165 (1,7)	208 (28,1)
Natrij-oktoborat i ortoborata kiseline (4:1)	58 (3,7)	32 (4,4)	17 (108,1)	68 (12,5)	30 (2,3)	27 (47,1)
Dicijandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid	47 (7,6)	29 (0)	208 (6,5)	43 (6,6)	8 (74,9)	614 (0,8)

¹ vrijednosti su prosjeci od dva ispitivanja osim za kontrolnu ploču u 25 stopa peći. Vrijednosti u zagradi su koeficijenti varijacije (%).

² ispitivanja su vršena u Hardwood Plywood Manufacturers Association, Arlington, Va.

Tablica IV MEHANIČKA SVOJSTVA TRETIRANIH (122 cm × 244 cm) TVRDIH PLOČA VLAKNATICA¹ [6, 7]

Table IV MECHANICAL PROPERTIES OF TREATED HIGH DENSITY FIBREBOARDS¹ [6, 7]

Mehanička svojstva	Način tretiranja		
	Kontrolna	Natrij-oktoborat-tetrahidrat i ortoborata kiseline (4:1) ³	Dicijandiamid fosfatna kiselina i formaldehid ⁴
Nakon kondicioniranja 30 dana kod 23 ⁰ C i 50% rel. vlage ⁵			
Čvrstoća savijanja			
1. Određena:			
gustoća (kg/m ³)	1048 (3,2)	1054 (4,2)	960 (4,2)
čvrstoća savijanja (MPa)	50,5 (16,0)	56,6 (13,3)	23,3 (22,2)
modul elastičnosti	4923 (8,9)	6764 (10,1)	3578 (14,8)
2. Preračunata na gustoću 961 kg/m ³			
čvrstoća savijanja	46,3 (16,0)	51,6 (13,3)	23,4 (22,2)
modul elastičnosti	4516 (8,9)	6171 (10,1)	3585 (14,8)
Čvrstoća raslojavanja			
Maksimalna čvrstoća (MPa)	2,8 (13,6)	1,9 (25,0)	0,9 (14,0)
Čvrstoća na vlak			
Maksimalna čvrstoća (MPa)	35,9 (7,3)	35,4 (11,2)	15,6 (14,4)
Poslije kondicioniranja prema ASTM D 2898, METHOD B ⁶			
Čvrstoća savijanja			
gustoća (kg/m ³)	896 (2,3)	737 (8,4)	697 (5,9)
čvrstoća savijanja (MPa)	23,0 (13,4)	12,4 (31,2)	7,7 (21,4)
modul elastičnosti (MPa)	1930 (8,4)	1055 (25,7)	772 (15,6)
Čvrstoća raslojavanja			
Maksimalna čvrstoća (MPa)	0,9 (36,3)	0,2 (81,1)	0,1 (48,3)
Čvrstoća na vlak			
Maksimalna čvrstoća (MPa)	20,0 (11,6)	9,3 (34,2)	5,9 (22,5)

¹ vrijednost u zagradi je koeficijent korelacije (%)

² svaki podatak je prosjek od 12 uzoraka

³ svaki podatak je prosjek od 24 uzoraka

⁴ svaki podatak je prosjek od 18 uzoraka

⁵ relativna vlaga zraka

⁶ čvrstoća izračunata na temelju debljine u vrijeme ispitivanja

ploča. To može biti zbog vremena koje je proteklo između tretiranja s VZS i prešanja ploča, ili možda zbog različitih vrsta drva. Upijanje vode i bubrenje dano je u tablici V.

3. IZRADA LABORATORIJSKIH PLOČA S DODATKOM 20% VZS

Na temelju do tada utvrđenih spoznaja, Myers i Holmes [6, 7] proširili su istraživanja na pločama s većom količinom VZS. Rezultati tih istraživanja razmatraju se u slijedećim poglavljima.

3.1. Ponašanje u vatru

Reakcija na vatru ispitana u peći duljine »8 stopa« prikazana je u tablici VI. Tri postupka tretiranja imala su indeks širenja plamena 21, 17 i 7. Najbolja vrijednost od 7 dobivena je s tekućim amonij-polifosfatom (12-44-0). Međutim, to je bilo praćeno neobično visokim indeksom zadržavanja od 1057. Niski indeksi širenja plamena 17 i 21 dobiveni su s amonij-dihidrogen-fosfatom i amonij-sulfatom, odnosno dicitandiamidom, fosfatnom kiselinom i formaldehidom. Razvijanje dima i u ovim slučajevima bilo je veliko, 825 odnosno 919. Uzorci tretirani boraksom i ortoboratnom kiselinom imali su najniži indeks zadržavanja (93) od svih načina tretiranja. Slijedeći najniži indeks zadržavanja bio je s natrij-tetrahidratom i or-

Tablica V PROMJENA DIMENZIJA I UPIJANJE VODE TVRDIH PLOČA VLAKNATICA (122 cm × 244 cm) OBRADENIH VZS¹ [6, 7]

Table V CHANGE IN DIMENSION AND WATER ABSORPTION OF HIGH DENSITY FIBREBOARDS (122 × 244 cms) TREATED WITH FIRE-RETARDANT CHEMICALS¹ [6, 7]

Promjena dimenzija i upijanje vode	Kontrolna ploča	Vatrozaštitno sredstvo	
		Natrij-oktaborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina (4:1)	Dicitandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid
Od 50 do 90% rel. vlage zraka (promjena u %)			
Dužina	0,16 (2,2)	0,15 (6,3)	0,25 (3,4)
Debljina	6,65 (7,4)	7,44 (7,8)	9,50 (5,7)
Masa	6,15 (2,2)	10,73 (1,1)	11,88 (4,9)
Od 50% rel. vlage zraka do napajanja vodom (promjena u %)			
Dužina	0,26 (3,6)	0,26 (15,9)	0,34 (3,9)
Debljina	20,30 (1,8)	21,25 (8,9)	21,14 (3,6)
Masa	42,36 (3,6)	38,33 (19,4)	49,11 (5,5)

¹ vrijednosti u zagradi su koeficijenti korelacije (%)

toboratnom kiselinom 261, ali s relativno visokim indeksom širenja plamena, 69.

Vrijednosti širenja plamena u »2 stope« dugoj peći nisu u korelaciji s onima na »8 stopa« peći. »2 stope« duga peć nije dovoljno selektivna da bi mogla ustanoviti razlike između nivoa zaštite s VZS.

Tablica VI ČVRSTOĆA, POSTOJANOST DIMENZIJA I REAKCIJA NA VATRU TVRDIH PLOČA VLAKNATICA IZRAĐENIH U LABORATORIJU S 20% VZS¹ [6, 7]

Table VI STRENGTH, DIMENSION STABILITY AND BEHAVIOUR TO FIRE OF HIGH DENSITY FIBREBOARDS MADE IN A LAB WITH 20% FIRE-RETARDANT CHEMICALS¹ [6, 7]

Vrsta VZS	Čvrstoća savijanja MPa ^{2,3}	Modul elastičnosti MPa ^{2,3}	Čvrstoća raslojavanja (maks) MPa ^{2,3}	Postojanost dimenzija ⁴				Reakcija na vatru			Indeks širenja plamena
				Dužina od 50% do		Debljina od 50% do		8 stopa peč ⁵			
				90%	napajanja	90%	napajanja	Širenje plamena	Oslobađanje topline	Gustoća dima	
				%	%	%	%				
Kontrolna ploča vlaknatica	36,8 (7,4)	4509 (5,1)	1,4 (25,5)	0,29 (0)	0,42 (1,7)	7,02 (0,5)	13,29 (0,5)	100	17	124	122 (2,9)
Natrij-oktaborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina (4:1)	45,6 (4,1)	5488 (6,8)	2,0 (16,7)	0,28 (2,6)	0,31 (4,6)	27,27 (4,8)	30,82 (6,3)	69	22	261	44 (8,1)
Amonij-dihidrogenfosfat i amonij sulfat (1:1)	27,0 (12,8)	4220 (12,1)	0,5 (15,8)	0,37 (0)	0,39 (1,8)	8,45 (0)	10,79 (1,0)	17	1	825	35 (20,2)
Boraks i ortoboratna kiselina (1:1)	36,8 (18,9)	5599 (22,4)	1,9 (21,3)	0,37 (0)	0,45 (7,9)	27,14 (5,2)	29,46 (2,6)	59	24	93	40 (0)
12-44-0 (tekući amonij-polifosfati)	28,2 (6,3)	4371 (6,4)	0,7 (18,4)	0,42 (1,7)	0,38 (1,9)	13,40 (2,5)	15,97 (4,3)	7	1	1057	-
MDP (melamin, dicitandiamid i fosfatna kiselina)	37,3 (9,2)	4599 (10,5)	1,2 (22,0)	0,35 (0)	0,44 (3,2)	8,74 (4,8)	10,83 (0,9)	52	18	468	88 (4,0)
Dicitandiamid i fosfatna kiselina	39,0 (5,3)	5206 (7,4)	0,7 (40,0)	0,35 (0)	0,35 (0)	11,41 (0)	17,0 (0)	59	17	938	53 (6)
Dicitandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid	35,2 (8,2)	4999 (5,3)	0,7 (10,1)	0,29 (0)	0,30 (2,4)	11,83 (3,8)	13,23 (7,8)	21	4	919	46 (0)

¹ vrijednosti u zagradi su koeficijenti varijacije (%)

² preračunato na gustoću 961 kg/m³

³ vrijednosti su rezultat od sedam ispitivanja

⁴ relativna vlaga zraka

⁵ vrijednosti od jednog ispitivanja

⁶ vrijednosti su prosjek od dva ispitivanja

3.1.2. Mehanička svojstva

Nekoliko tretiranih ploča imalo je čvrstoću veću ili jednaku kao kontrolne ploče (tabl. VI). Najbolja mehanička svojstva imale su ploče tretirane s natrij-oktaborat-tetrahidratom i ortoboratnom kiselinom. Te ploče imale su veliku čvrstoću raslojavanja, pokazujući da VZS nije utjecalo na vezanje fenolnog ljepila. Povećanje čvrstoće na savijanje i modula elastičnosti, ali ne i čvrstoće raslojavanja, s nekim drugim VZS očito je rezultat pojačanja vanjskih slojeva ploča.

Vrijedno je pažnje povećanje, iako neznatno, čvrstoće nekih ploča. Budući da gustoća ploča i debljina ostaju jednake, količina vlaknaca po jedinici obujma bila je manja kod ploča s VZS, jer su ona zamijenila drvo.

3.1.3. Postojanost dimenzija

Ploče tretirane natrij-oktaborat-tetrahidratom i ortoboratnom kiselinom, odnosno dicijandiamidom, fosfatnom kiselinom i formaldehidom imale su približno jednake promjene dimenzija u horizontalnim smjerovima, promjenom sadržaja vode, kao i netretirane ploče (kontrolne). Međutim, s ostalim VZS linearna promjena dimenzija bila je veća nego kod kontrolnih ploča. Sva VZS rezultirala su većim bubrenjem, s DOT-BA bubrenje je bilo gotovo trostruko u odnosu na 6 ostalih tretiranja.

4. ISTRAŽIVANJA VATROOTPORNOSTI MDF PLOČA

Radi cjelovitosti ovog prikaza, predstaviti će se rezultati istraživanja vatrootpornosti MDF-ploča. Rezultati se odnose na istraživanja Barnes, J. M. i Farrell, D. [8], kao prethodna ispitivanja, koja upozoravaju na relativno novo VZS aluminij (III)-oksid-trihidrat, koje ima izrazite prednosti kao jeftino sredstvo za smanjenje širenja plamena i razvijanja dima.

Prezentirani su rezultati ispitivanja reakcije na vatru (prema CS 259-63) srednje gustih vlaknatica izrađenih u laboratoriju od različitih vrsta tvrdog drva s 0,5 i 10% (maseni odnos) aluminij (III)-oksid-trihidrata. Ploče s dodatkom VZS pokazale su se mnogo bolje nego ploče bez dodatka VZS u pogledu širenja plamena, razgradnje ploče i stvaranja dima. Nije primijećena kemijska reakcija između aluminij (III)-oksid-trihidrata i karbamidnog ljepila.

4.1. PODNOŠLJIVOST SMOLA I VZS

Podnošljivost smola i VZS ispitana je određivanjem, na ploči temp. 149°C, vremena potrebnog da:

— mješavina postane termoplastična; — prestane otpuštati vodu;

— prestane termoplastično stanje i — potpuno otvrdne.

Ispitivanja su vršena za:

1. komercijalno proizvedeno prethodno katalizirano karbamid-formaldehidno (KF) ljepilo (55% suhe tvari, pH 7,65),
2. ljepilo izmiješano s aluminij (III)-oksid-trihidratom ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ u obliku kristalnog praha) koncentracije 67% i
3. ljepilo izmiješano s aluminij (III)-oksid-trihidratom kao gore, koncentracije 74% (suhe tvari).

4.2. IZRADA MDF PLOČA

Vlaknatice su bile izrađivane bez dodatka VZS i s dodatkom različite količine VZS. Na vlakanca, smjesu pod pritiskom rafiniranih vlaknaca tvrdih vrsta drva, nanijeto je 8% KF smole (na bazi suhih vlaknaca). Vlakanca su zatim prebačena u posude u kojima je dodano VZS u obliku praha u količini 0,5 i 10% (mase suhih vlaknaca i ljepila). Vlakanca su zatim transportirana do vakumskog uređaja za formiranje čilima. Čilim je bio prešan do debljina odstoynih letava, 19 mm kroz 2 min, pod pritiskom 4,4 MPa i 150°C. Pritisak je zatim postepeno smanjivan na nulu u toku 5 min. Gotove ploče krojene su na format 51 x 56 cm. Prosječna gustoća ploča bila je 0,624; 0,640 i 0,720 g/cm³ kod dodavanja 0,5% odnosno 10% VZS.

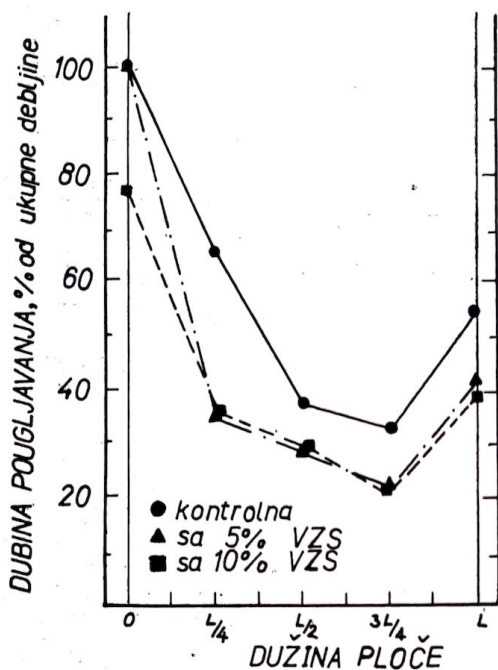
4.3. IZRADA UZORAKA I ISPITIVANJE

Tri ploče od svake skupine bile su kondicionirane kod 50% relativne vlage i 22°C za ispitivanje radi ocjenjivanja dodatka VZS za povećanje vatrootpornosti. Dva uzorka 14 x 20 cm izređena su iz svake od spomenutih ploča i ispitana su testom opisanim u CS 259-63 (Comercial Standard Cs 259-63). Mjerenja na ispitivanim pločama obuhvatila su duljinu pougljavanja na gornjoj površini, gubitak mase i vrijeme trajanja plamena po odstranjenju izvora topline.

Pougljenjeni uzorci bili su ponovno kondicionirani kod 50% relativne vlage i 22°C i zatim rezani u 4 trake, po prilici 5,1 x 14 cm x 19 mm. Na tim uzorcima izmjerena je prosječna dubina pougljenja u smjeru debljine svakog uzorka (slika 1).

4.4. REZULTATI

Rezultati ispitivanja utjecaja VZS na ljepilo dani su u tablici VII. Dodatak aluminij(III)-oksid-trihidrata nije utjecao na pH ljepila i nisu primijećene kemijske promjene. Ljepilo bez dodatka



Sl. 1 Dubina pougljavanja u smjeru dužine ploče [8]

Fig. 1. Charring depth in direction of board length [8]

VZS i ljepilo s dodatkom VZS postalo je termoplastično za isto vrijeme. Dodatak VZS ubrzava izlaženje vode i otvrdnjavanje, a pripisuje se većoj količini suhe tvari u ljepilu kojem je dodano VZS. Ljepilo je u oba slučaja potpuno otvrdnulo i s ploče je odstranjeno trganjem komad po komad.

Rezultati ispitivanja plamenom dani su u tablici VIII. Oni pokazuju da ploče izrađene s VZS imaju bolja svojstva nego ploče bez VZS. Kada je plamen odstranjen, tretirane ploče prestale su gorjeti gotovo trenutačno. Tretirane ploče prestale su stvarati dim dva puta brže nego kontrolni uzorci. Smanjenje duljine pougljavanja i mase tretiranih ploča pokazalo je da su puno više oštećene netretirane ploče. Samo dva od 10 uzoraka tretiranih ploča bilo je pougljeno na gornjoj strani. Slika 1 pokazuje da je dubina pougljavanja u smjeru duljine uzorka mnogo manja za tretirane uzorke.

5.0. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na temelju proučene literature i razmatranja rezultata istraživanja [4, 5, 6, 7, 8], mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. U »8 stopa« dugoj tunelskoj peći ispitivanja su pokazala da su odabrane vodene otopine VZS, u količini 10% u odnosu na masu aps. suhih vlaknaca, bile efikasne u smanjenju širenja plamena ploča vlaknatica dobivenih suhim postupkom za oko 9 do 48%, a u oslobađanju topline za 43 do

72%, ali su različito utjecale na stvaranje dima. One su smanjile čvrstoću na savijanje za oko 5–51%.

2. U »8 stopa« dugoj tunelskoj peći, tekući amonij-polifosfati 11–37–0 i 12–44–0 (tabl. I a) upotrebljeni u količini 10% smanjili su širenje plamena za 51% odnosno 60%. Razvijanje plamena znatno je povećano. Čvrstoća na savijanje smanjena je za 30% odnosno 40%.

3. Od odabranih organskih fosfata za tretiranje u količini od 10% samo dicijandiamid i fosfatna kiselina smanjili su širenje plamena za više od 30%. To tretiranje smanjilo je čvrstoću na savijanje za samo 11%.

4. Kod ispitivanja u »8 stopa« dugoj peći s 20% natrij-oktaborat-tetrahidrata i ortoboratne kiseline (4:1) smanjenje širenja plamena bilo je 42% u odnosu na netretiranu ploču. Ta kemikalija nije povećala razvijanje dima, a povećala je čvrstoću na savijanje za 6%.

5. Na temelju laboratorijskog iskustva s većim brojem VZS, odabrana su dva i to: natrij-oktaborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina te dicijandiamid, fosfatna kiselina i formaldehid za tretiranje i izradu ploča 122 × 244 cm postupkom u redovnoj proizvodnji. Ploče su ispitane s obzirom na reakciju na vatru, čvrstoću, postojanost dimenzija i trajnost. Oba načina tretiranja daju ploče koje odgovaraju uvjetima kriterija klase B u »8 stopa« dugoj tunelskoj peći. Natrij-oktaborat-tetrahidrat i ortoboratna kiselina daju najmanje dima i najčvršće i

Tablica VII PODNOSLJIVOST LJEPILO I VATROZASTITNOG KEMIJSKOG SREDSTVA (VZS) [8]

Table VII TOLERABILITY OF ADHESIVES AND FIRE-RETARDANT CHEMICALS [8]

Dodatak tekućem ljepilu VZS (%)	Suha tvar ukupno (%)	Vrijeme (s)			
		Do početka termoplastičnog stanja	Do prestanka izlaženja vode	Do prestanka termoplastičnog stanja	Do potpunog vezanja
0	55	22 ^a	77	154	235
5	67	25	56	79	116
10	74	23	43	75	132

^a Vrijednosti su prosjek od pet ispitivanja.

Tablica VIII REZULTATI ISPITIVANJA PLAMENOM [8]

Table VIII RESULTS OF FLAME TEST [8]

Količina VZS koja se dodaje na vlaknaca	Dežina ^a pougljavanja	Gorenje plamenom nakon što je odstranjen izvor topline	Stvaranje dima bez izvora topline	Gubitak mase u odnosu na kondicioniranu masu uzorka
				%
0	2,2 ^b	32	30	23
5	0,7	1	19	17
10	0,2	0	16	15

^a Odnosi se na pougljavanje strane koja nije izložena plamenu.

^b Vrijednosti su prosjek od 6 ispitivanja.

najpostojanije ploče. Oba načina tretiranja lako udovoljavaju kriteriju klase B za širenje plamena s vrijednostima ispod 75. Ploče tretirane s DOT-BA (4:1) razvijale su malo dima i imale su veliku čvrstoću i linearnu postojanost. Zbog male otpornosti na ispiranje ne smiju biti izložene visokoj relativnoj vlažnosti zraka.

6. Aluminij(III)-oksid-trihidrat očito ima vrijednost kao VZS za MDF ploče. Izrazita je prednost ovog VZS da ne utječe na brzinu otvrdnjavanja ljepljivosti.

LITERATURA:

[1] ***: Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS, 1972. In Annual Book of ASTM Standards, Pt. 16, ASTM D 1037 — 72 a.

- [2] ***: Standards method of test for surface burning characteristics of building materials. ASTM 1972. In Annual Book of ASTM Standards, Pt. 14, ASTM E 84 — 70.
- [3] ***: Standard method of test for surface flammability of building materials using an 8-foot (2.44 m) tunnel furnace. ASTM 1972. In Annual Book of ASTM Standards, Pt. 14, ASTM E 286 — 69.
- [4] Juneja, S. C.: 1972. Stable and leach resistant fire retardant for wood. Forest Prod. J. 22 (6): 17 — 23.
- [5] Syska, A. D.: 1969. Exploratory investigation of fire-retardant treatments for particleboard. USDA Forest Service, Res. Note FPL — 0201, Forest Prod. Lab., Madison, Wis.
- [6] Myers, G. C., Holmes, C. A.: 1975. Fire-retardant treatments for dry-formed hardboard. Forest Prod. J. 25 (1): 20 — 28.
- [7] Myers, G. C., Holmes, C. A.: 1977. A commercial application of fire retardants to dry-formed hardboards.
- [8] Barnes, H. M., Farrell, D.: 1978. Hydrated Alumina as a Medium-Density Fiberboard Fire Retardant. Forest Prod. J. Vol. 28, No 6.

Recenzirao: mr Stjepan Petrović

INSTITUT ZA DRVO- (INSTITUT DU BOIS)

ZAGREB, ULICA 8. MAJA 82 — TELEFONI: 448-611, 444-518
TELEX: 22367 IDZG YU

za potrebe cjelokupne drvne industrije SFRJ

OBAVLJA:

ISTRAŽIVAČKE RADOVE

s područja građe i svojstava drva, mehaničke i kemijske prerade i zaštite drva, te organizacije i ekonomike

IZRAĐUJE PROGRAME

za izgradnju novih objekata, za rekonstrukciju, modernizaciju i racionalizaciju postojećih pogona.

PREUZIMA KOMPLETAN ENGINEERING

u izgradnji novih te rekonstrukciji i modernizaciji postojećih pogona. Izrađuje idejne, glavne i izvedbene projekte strojarskog dijela toplane, energane, toplinskih razvoda i pneumatskog transporta, te građevinskih objekata za sve industrijske oblasti.

Obavlja nadzor nad izvođenjem građevinskih objekata i projektiranih tehnoloških procesa s pripadajućim energetske i strojarskim komponentama, te razvija nove i usavršava postojeće uređaje i opremu iz područja djelatnosti.

PROJEKTIRA I PROVODI

ekonomsku i tehnološku organizaciju, istraživanje tržišta i razvoj proizvoda.

DAJE POTREBNU INSTRUKTAŽU

s područja svih grana proizvodnje u drvnoj industriji, te specijalističku dopunsku izobrazbu stručnjaka u drvnoj industriji.

PREUZIMA IZVOĐENJE SVIH VRSTA ZAŠTITE DRVA

protiv insekata, truleži i požara za potrebe drvne industrije i šumarstva (zaštita trupaca i građe) i u građevinarstvu (zaštita krovšta, građ. stolarije i ostalih drvnih konstrukcija)

ATESTIRA, ISPITUJE I DAJE UPUTE ZA PRIMJENU

ljepila, sredstava za površinsku obradu i zaštitu drva, te pokućstva i ostalih proizvoda drvne industrije.

BAVI SE IZDAVAČKOM I NAKLADNIČKOM DJELATNOSTI

s područja drvne industrije.

ODRŽAVA DOKUMENTACIJSKI I PREVODILAČKI SERVIS

domaće i inozemne stručne literature.

Za izvršenje prednjih zadataka Institut raspolaže odgovarajućim stručnim kadrom i suvremenom opremom.

U SVOM SASTAVU IMA LABORATORIJE ZA:

- ispitivanje kvalitete namještaja,
- ispitivanje kvalitete drva i ploča,
- ispitivanje ljepila, te sredstava za zaštitu i površinsku obradu drva,
- poluindustrijsku proizvodnju ploča.