

**AR PRETUGUNS AIZSARGLĪDZEKĻIEM (ANTIPIRĒNIEM)
APSTRĀDĀTAS KOKSNES TERMISKĀS DEGRADĀCIJAS
ANALĪZE**
**THERMAL DEGRADATION ANALYSIS OF WOOD TREATED WITH FIRE-
RETARDANTS**

IGORS URBANOVIČS

Latvijas Valsts Koksnes Ķīmijas Institūts
Latvija, Rīga, Dzērbenes iela 27, LV 1006
Tālr.: + 371 7545142, fakss: + 371 7550635, e-pasts: gdobele@edi.lv

PĒTERIS MEKŠS

Latvijas Valsts Universitāte, Ķīmijas Fakultāte
Latvija, Rīga, Kr. Valdemāra ielā 48, LV 1013
Tālr.: + 371 7377436, fakss: + 371 7378731, e-pasts: p.mekss@lu.lv

GAĻINA DOBELE

Latvijas Valsts Koksnes Ķīmijas Institūts
Latvija, Rīga, Dzērbenes iela 27, LV 1006
Tālr.: + 371 7545142, fakss: + 371 7550635, e-pasts: gdobele@edi.lv

Abstract. Fire hazard control in wooden constructions is very important. For this purpose, fire retardants are used, which change the thermodestruction of wood and reduce combustion.

The aim of the present research project was to study and compare the fire-protective properties of fire-retardants and to explain the chemical process of pyrolysis, namely, degradation in treated and untreated wood.

The influence of fire-retardants on the wood thermal stability and the amount of volatile products was estimated on the basis of thermal analysis results. The volatile products (above 50%) of the pyrolysis process were identified, and the mechanism of the influence of fire-retardants on wood thermodestruction was studied. The presence of toxic compounds, formed by pyrolysis, was evaluated.

The results of the study have shown that analytical pyrolysis is a modern, precise method for identifying the toxic compounds of volatile products in processes of both wood pyrolysis and combustion.

The application of analytical pyrolysis enables a prompt determination of the fire protection degree of building wood constructions.

Keywords: fire-retardants, wood, analytical pyrolysis, fast pyrolysis, products of pyrolysis.

Ievads

Koksne, kā celtniecības materiāls, ir viegli apstrādājama, salizturīga, tai ir zema siltumvadītspēja un augsta rezistence pret daudziem ķīmiskiem reaģentiem. Taču koksnei ir arī trūkumi – nevienmērīgums (anizotropisms), higroskopiskums (maina koksnes izmērus), spēja deformēties, plaisāt, pūt, degt. Koksnes paaugstināto degšanas spēju nosaka organiskais sastāvs. Lai pasargātu koksni no uguns iedarbības un mazinātu zaudējumus ugunsgrēku dēļ, plaši tiek pielietoti uguns aizsargājošie sastāvi, kuru pamatā ir antipirēni [1].

Uguns aizsargājošs efekts balstās uz dažādiem fizikāli – ķīmiskiem procesiem, kuri:

samazina koksnes uzsilšanas ātrumu;

termodestrukcijas mehānisma izmaiņām, kas ved uz koksa palieku palielināšanos un deggāzu izdalīšanās daudzuma samazināšanos;

antipirēni inhibē kondensētās un gāzes fāžu degšanu.

Uguns aizsargājošiem sastāviem ir jābūt ar šādiem kritērijiem:

ar augstām uguns aizsargājošām īpašībām;

- tie nedrīkst pasliktināt koksnes mehāniskās īpašības;
- tiem nav jāietekmē uznesamās lakas un krāsas;
- tie nedrīkst ietekmēt koksnes konstrukciju līmējamās vietas;

• tie nedrīkst būt indīgi un toksiski koksnei termiski sadaloties un degot. Pateicoties pretuguns aizsarglīdzekļu pielietošanai, ir ievērojami samazinājušies ugunsgrēkos izraisītie materiālie zaudējumi un bojā gājušo cilvēku skaits.

Antipirēnu pielietošana dod lielu ieguldījumu koka konstrukciju pasargāšanā no uguns iedarbības, taču maz izpētīta ir to ietekme uz apkārtējo vidi. Svarīgi ir izpētīt kādas toksiskās vielas izdalās koksnes termiskās degradācijas procesā, kā arī salīdzināt apstrādātas un neapstrādātas koksnes termiskās degradācijas produktus. Rezultātā būtu iespējams sintezēt apkārtējai videi nekaitīgus pretuguns aizsargsastāvus.

Zināms, ka visu organisko materiālu degšanas pamatā ir pirolīze – materiāla termodestrukcija bez skābekļa klātbūtnes ar šķidro, gāzveida un cieto vielu veidošanos. Detalizēta pirolīzes procesa un gaistošo savienojumu izpēte var dot daudz informācijas par materiāla pārvērtībām ugunsgrēka laikā.

Koksnes uguns aizsardzībai izmanto dažādus organiskos un neorganiskos savienojumus. Daudzu mūsdienās lietojamo antipirēnu sastāvā ietilpst fosforskābe un viņas sāļi. Tika veikti pētījumi, kuru rezultātā tika konstatēts, ka orto-fosforskābe veicina palielināta ūdens daudzuma izdalīšanos pirolīzes procesā [10]. Ir dati, ka koksnes gadījumā [10], kad tā ir impregnēta ar fosforskābes sāļiem, 2 – 3 reizes palielinās ūdens un karbonizēta atlikuma iznākums, pie kam degradācijas pamatprocesa maksimums tiek nobīdīts uz zemo temperatūru apgabalu.

Kā antipirēnus izmanto arī dažu sārņu metālu (K, Na) savienojumus un amonija sāļus. Šie savienojumi savādāk ietekmē koksnes termisko degradāciju. Termiskās degradācijas mehānisma pamatā ir ogļūdeņražu komponentu glikozīdu saišu saraušanas inhibēšana un lignīnu koksnes komponentu starpmolekulāro dehidratācijas reakciju katalīze. Karbonizētajā produktā šo reakciju rezultātā uzkrājas stabilas dubultsaites, samazinās pirolīzes šķidro gaistošo produktu daudzums un palielinās ogles iznākums.

Lai izpētītu koksnes gaistošo pirolīzes produktu sastāvu, darbā tika izmantota Latvijai unikāla metode - analītiskā pirolīze [2]. Šī metode pamatojas uz ātro pirolīzi (uzkarsēšanas ātrums – 600°C sekundē) un vienlaicīgu gaistošo produktu hromatogrāfisko analīzi. Ātrais pirolīzes process notiek inertās gāzes - nesēja plūsmā un reakcijas produkti tiek momentāli pārnesti ar nesējgāzi kolonā, kas ļauj būtiski samazināt otreizējo pirolīzes produktu pārvērtības. Realizējot šo ātro koksnes parauga uzkarsēšanu pirolītiskajā šūnā, var noteikt šķidro gaistošo produktu iznākumu 70 - 80%. Šo procesu praktiski var pielīdzināt koksnes sašķidrināšanai. Ātrā parauga uzkarsēšana un augstā detektora jutība ļauj eksperimentam izmantot ļoti mazus parauga daudzumus, kas, savukārt, pazemina difūzijas barjeras un ļauj pēc produktu sastāva raksturot pat niecīgas izmaiņas paraugos.

Dotā darba mērķis ir ar dažāda darbības mehānisma pretuguns sastāviem apstrādātas koksnes termiskās degradācijas procesa un pirolīzes gaistošo savienojumu sastāva izpēte, lai salīdzinātu to darbības efektivitāti un identificētu iespējamus toksiskus pirolīzes produktus.

Materiāli un metodes

Materiālu sagatavošana.

Priedes koksnes paraugu sagatavošana:

priedes koksnes paraugu sagatavoja saskaņā ar LVS 238 – 99 “Koksnes aizsarglīdzekļu testēšanas metodes” [4] prasībām. Izgatavoja taisnstūra brusas veidā ar izmēriem 150×60×30 mm. Koksnes parauga mitruma saturam jābūt ($8 \pm 1,5$) %. Sagatavoto priedes koka paraugu sasmalcināja un samaļā. Izmantoja frakciju 0,1 mm.

Koksnes pretuguns aizsarglīdzekļu sagatavošana:

- a) koksnes pretuguns aizsarglīdzekļi “FAP” sagatavoja atbilstoši ražotāja SIA “FIRMA LATAKVA” tehniskajiem noteikumiem LV TN 000329664 – 03 – 02 [5];
- b) koksnes pretuguns aizsarglīdzekļi АНН - 1 sagatavoja atbilstoši ražotāja ZAS “HEOXИM” tehniskajiem noteikumiem TN 2332 – 001 – 35471523 – 97 [6].

Analītiskā pirolīze.

Pirolīzes process tika realizēts pirolīzes iekārtā "Pyrojector" SGE system. Pirolīzes process tika veikts pie 500°C 15 sekundes. Pēc pirolīzes procesa kopā ar nesējgāzi hēliju pirolīzes produkti nonāca hromatogrāfa kolonnā. Gaistošo produktu noteikšanu veica izmantojot gāzu – šķidrums hromatogrāfu "Agilent 6850 Series GC System". Hromatogrāfa kolonna bija kapilāra tipa ar fāzi DB – 1701, tās garums bija 60 m ar diametru 0,25 mm. Nesējgāzes ātrums bija 32 ml/min. Hromatogrāfijas process tika veikts režīmā, sākot no 60°C (4 minūtes noturēja doto temperatūru nemainīgu), tad temperatūru paaugstināja ar ātrumu 3°C/min līdz tika sasniegti 270°C, tad 10 minūtes noturēja doto temperatūru. Liesmas – jonizācijas detektora (FID) temperatūra - 280°C, ūdeņraža plūsma – 30 ml/min, gaisa plūsma – 250 ml/min.

"Ātrā" pirolīze gaisa plūsmas klātbūtnē.

Koksnes paraugus sagatavoja analogiski analītiskās pirolīzes procesam

(aprakstīts 2.1 nodaļā). Vienīgā atšķirība - tika veikta visa sagatavotā materiāla tabletēšana.

"Ātro" priedes koksnes pirolīzi veica vertikālā reaktorā ar gaisa plūsmu (ātrums – 5 l/min). Pirolīzes process bija realizēts reaktorā. Pirolīzes temperatūra – 340°C. Apstrādātas un neapstrādātas koksnes paraugus ievietoja uzkarstētā reaktorā. Izdalījušos kondensāta veidā gaistošos savienojumus savāca kolbā, kas pastāvīgi tika dzesēta ledus vannā. Kondensātu izšķīdināja acetonā un analizēja gāzu – šķidrums hromatogrāfā.

Termogravimetriskā analīze.

Termisko analīzi veica izmantojot derivatogrāfu – "DERIVATOGRAPH Q – 1500D" SYSTEM Paulik - Paulik – Erdey. Termiskās degradācijas process notika slāpekļa plūsmā, temperatūru intervālā no +20 °C - +1000°C. Temperatūras augšanas ātrums - 10°C/min, parauga iesvars – 0,1 g. Kā etalons izmantots līdz 1200°C pārkarsēts Al₂O₃.

Rezultāti un to izvērtējums

Ar pretuguns aizsarglīdzekļiem neapstrādātas un apstrādātas koksnes termiskā analīze.

Termiskās analīzes dati parāda, ka neapstrādātai priedes koksnei aktīvās termodestrukcijas process notiek 235 - 385°C temperatūru intervālā (3.1.tabula). Maksimālo ātrumu process sasniedz 340°C temperatūrā. Aktīvās termodestrukcijas procesā veidojošos gaistošo produktu daudzums sastāda 57% no kopējās parauga masas un to daudzums palielinās līdz 70,4% pie 500°C.

Salīdzinot ar neapstrādātu koksni, koksnei, kas apstrādāta ar antipirēniem termodestrukcijas maksimālais ātrums tiek sasniegts divās stadijās pie zemākām temperatūrām un ar mazākiem masas zudumiem. Karbonizētais atlikums, kas veidojas aktīvās termodestrukcijas procesā ir vairāk termiski stabils koksnei, kas apstrādāta ar antipirēniem. Temperatūrai sasniedzot 500°C, apstrādātai ar antipirēniem koksnei kopējais gaistošo produktu daudzums samazinās un palielinās nedegošā karbonizētā atlikuma iznākums.

1.tabula

Neapstrādātas un ar antipirēniem „FAP” un „BAHH-1” apstrādātas priedes koksnes termiskās analīzes dati

Paraugs	Aktīvās destruktijas sākums		Aktīvās destruktijas beigas		Aktīvās destruktijas max temperatūra	Masas zudumi pie 500°C (%)	Pelni	
	t°C	%	t°C	%	t°C	%	t°C	%
Neapstrādāta koksne	235	2,1	385	59,1	340	70,4	900	0
FAP apstrādāta koksne	205	2,4	360	53,7	250, 310	69,7	875	3,1
BAHH apstrādāta koksne	225	2,6	375	52,1	265, 310	64,1	909	1,9

Ar pretuguns aizsarglīdzekļiem neapstrādātas un apstrādātas koksnes analītiskā pirolīze.

Izpētot analītiskās pirolīzes metodē identificēto gaistošo produktu sastāvu, kurā ietilpst kā viegli gaistošie gāzveida savienojumi, tā ogļūdeņražu un lignīna depolimerizācijas monomērie produkti, ir iespējams izsekot koksnes kompleksa ķīmisko saišu saraušanas mehānismiem.

Anaītiskas pirolīzes rezultāti rāda, ka koksnes pirolīzes procesā izdalījušos gaistošo savienojumu sastāvā ietilpst visu triju galveno koksnes komponentu monomērie savienojumi – celulozes (hidroksiacetaldēhīds, 1,6-anhidroglukosaharides-piranoze un - furanoze, oksimetilfurfurols, u.c.), lignīna (gvajakols un viņa atvasinājumi, karbonilsavienojumi) un hemiceluložu (furfurols, etiķskābe, formaldehīds) (3.2. tabula).

Ar antipirēniem apstrādātas koksnes pirolīzes procesā mainās gaistošo produktu sastāvs un daudzums. Antipirēna “FAP” ietekme analītiskās pirolīzes procesā izpaužas celulozes destrukcijas produktu daudzumu samazināšanā.

2.tabula

Neapstrādātas un apstrādātas ar antipirēniem koksnes analītiskās pirolīzes (inertā atmosfēra)/ „ātrās” pirolīzes (gaisa klātbūtne) aptākļos veidojošies gaistošie produkti

N.p. k.	Savienojuma nosaukums	Savienojuma izdalīšanās laiks (min)	Relat., vielu daudzumi neapstrādātai koksnei (%) *	Relat., vielu daudzumi FAP apstrādātai koksnei (%) *	Relat., vielu daudzumi BAHH-1 apstrādātai koksnei (%) *
1.	Oglekļa dioksīds	4,9	2,9 / 0	4,6 / 0	3,6 / 0
2.	Formaldehīds	5,2	1,5 / 0	2,8 / 0	0,6 / 0
3.	Metilspirts	5,6	0 / 0	0 / 0	0,3 / 0
4.	Hidroksi-acetaldēhīds	7,8	23,4 / 0,1	8,4 / 0	4,0 / 0
5.	Etiķskābe	8,5	3,8 / 7,9	7,5 / 10,7	3,3 / 6,8
6.	Furfurols	16,9	2,6 / 1,7	2,9 / 3,2	4,2 / 2,5
7.	Gvajakols	30,7	3,1 / 2,1	8,7 / 7,7	2,7 / 2,2
8.	Levogliko-zenone	35,5	0 / 0,2	0 / 0	3,3 / 9,2
9.	Metilgvajakols	36,0	4,0 / 3,0	1,9 / 1,7	5,5 / 3,1
10.	1,4:3,6-dianhidro gliko-piranoze	41,8	0 / 0,3	0 / 0	1,1 / 2,4
11.	Etilgvajakols	42,8	0 / 2,1	0 / 3,8	3,4 / 1,5
12.	Oksimetil-furfurols	44,7	3,1 / 3,0	0 / 0	6,2 / 3,7
13.	1,6-anhidro-3-oksigliko-piranoze	46,7	0 / 0	0 / 0	1,9 / 0
14.	Trans-izoevgenols	49,0	3,7 / 0	3,8 / 0	3,2 / 0
15.	Vanilīns	50,0	0,3 / 0	0,2 / 0	0,2 / 0
16.	Levoglikozāns	59,8	5,3 / 14,3	0 / 1,6	31,2 / 32,6
17.	1,6- anhidro-glikofuranoze	65,0	3,7 / 0	3,0 / 0	1,7 / 0
	Kopā:		57,4 / 34,7	43,8 / 28,7	76,4 / 64,0

* koksnes analītiskās pirolīzes (inertā atmosfēra) / “ātrās” pirolīzes (gaisa klātbūtne) aptākļos veidojošies gaistošie produkti.

Hidroksiacetaldehīda daudzums samazinās no 23,4% līdz 8,4%, levoglukožāna un oksimetilfurfurola starp pirolīzes produktiem vispār nav. Gvajakola daudzuma palielināšanās un metilgvajakola daudzuma samazināšanās liecina par alkil – aril saišu saraušanas katalīzi lignīna struktūrā. Ugunsaizsargājošā sastāva "FAP" ietekmē koksnes pirolīzes gaistošo produktu sastāvā 1,5 reizes palielinās oglekļa dioksīda un toksiskā formaldehīda daudzumi. Antipirēna „BAHH – 1” darbības mehānisms ir savādāks, par ko liecina atšķirīgs gaistošo koksnes pirolīzes produktu sastāvs. Galvenās atšķirības izpaužas ogļūdeņražu komponentu sastāvā. Līdzīgi kā ar antipirēna „FAP” koksnes apstrādes gadījumā, gaistošo produktu sastāvā samazinās hidroksiacetaldehīda daudzums.

Apstrādātas ar antipirēnu „BAHH – 1” koksnes pirolīzes gadījumā tiek izdalīti jauni gaistoši savienojumi – levoglukozenons, 1,4:3,6-dianhidrogluko-piranoze, 1,6-anhidro-3-oksigluko-piranoze, kuri neparādās neapstrādātas un apstrādātas ar antipirēnu

"FAP" koksnes gadījumos. Šinī gadījumā gaistošo savienojumu sastāvā 6 reizes palielinās levoglukožāna (galvenais celulozes depolimerizācijas produkts, kura veidošanos katalizē celulozes apstrāde ar skābju reaģentiem) daudzums. Antipirēns

„BAHH – 1” rada mazāk būtisku ietekmi uz fenolu tipa savienojumu rašanos, kas ir lignīna galvenie destruktijas produkti. Sevišķi jāpievērš uzmanību tam, ka apstrādātas ar antipirēnu „BAHH – 1” koksnes termodestruktijas gadījumā gaistošo produktu sastāvā tika identificēts tāds toksisks savienojums ka metilspirts, savukārt formaldehīda veidošanās tiek inhibēta.

Ar pretuguns aizsarglīdzekļiem neapstrādātas un apstrādātas priedes koka "ātrā" pirolīze gaisa plūsmā.

Eksperimenti ar koksni "ātrās" pirolīzes apstākļos gaisa plūsmā tika veikti ar mērķi izpētīt gaistošo produktu sastāvu pēc iespējas tuvāk reāliem ugunsgrēka apstākļiem. Tieši "ātrās" pirolīzes apstākļi patiesi raksturo koksnes termodestruktijas procesus ugunsgrēka laikā, jo ugunsgrēks ietver sevī dažādus attīstības posmus. Ugunsgrēka laikā novēro gan koksnes ilgstošu kvēlošanas periodu, gan straujās termodestruktijas periodu - pirolīzi, kā arī beigu periodu – gaistošo produktu degšanu.

"Ātrās" pirolīzes procesā gaisa klātbūtnē netika identificēti jauni termodestruktijas produkti un toksiski savienojumi (3.2. tabula). Līdzīgi kā analītiskās pirolīzes procesā, galvenie neapstrādātas koksnes ogļūdeņražu termodestruktijas produkti "ātrajā" pirolīzē ir levoglukožāns, etiķskābe, oksimetilfurfurols, furfurols. Sakarā ar izmaiņām termodestruktijas reakciju mehānismā, "ātrajā" pirolīzē neapstrādātai priedes koksnei palielinās levoglukožāna daudzums un proporcionāli samazinās hidroksiacetaldehīda iznākums. Tāpat kā analītiskās pirolīzes procesā, apstrādātas ar antipirēnu "FAP" priedes koksnes gadījumā "ātrajā" pirolīzē tika identificēti šādi ogļūdeņražu komponentu termiskās destruktijas produkti – etiķskābe, furfurols. Lignīna galvenie termodestruktijas produkti "ātrajā" pirolīzē ir gvajakols, etilgvajakols, metilgvajakols.

Apstrādātas ar antipirēnu "BAHH - 1" priedes koksnes gadījumā "ātrajā" pirolīzē tika identificēti šādi ogļūdeņražu komponentu termiskās destruktijas produkti: levoglukožāns, levoglukozenone, etiķskābe, furfurols, oksimetilfurfurols.

Summary

The aim of this work was to investigate the composition of the volatile compounds obtained in the thermal degradation process of wood treated with fire-retardants of different mechanism of action so that to compare the efficiency of their action and to identify possible toxic pyrolysis products.

The data of thermal analysis show that the active thermodestruction process for untreated pine wood occurs in the range 235-385°C. The process reaches its maximum rate at the temperature 340°C. The amount of the volatile products formed in the active thermodestruction process is 57% from the total mass of the samples, and its amount increases up to 70.4% at 500°C.

In comparison with the case of untreated wood, the maximum thermodestruction rate for fire-retardant treated wood is reached in two stages at lower temperatures and with lower mass losses. The carbonized residue, which is formed in the active thermodestruction process, is more

thermally stable in fire-retardant treated wood. When the temperature reaches 500°C, the total amount of volatile products decreases, while the yield of the non-flammable carbonized residue increases.

A study of the composition of volatile products, including both easy-to-volatile gaseous compounds, and hydrocarbon and lignin depolymerization monomeric products, by the analytical pyrolysis method makes it possible to investigate the mechanisms of the chemical bonds cleavage in the wood complex.

The results of analytical pyrolysis show that the composition of the volatile compounds released in the wood pyrolysis process includes the monomeric compounds of all three main wood components, namely, cellulose (hydroxyacetaldehyde, 1,6- anhydroglucosaccharides – pyranose and furanose, oxymethylfurfural, etc.), lignin (guaiacol and its derivatives, carbonyl compounds), and hemicellulose (furfural, acetic acid, formaldehyde).

In the pyrolysis process of fire-retardant treated wood, the composition and amount of volatile products changes. The effect of the fire retardant “FAP” in the analytical pyrolysis process manifests itself in a decreased amount of cellulose destruction products. Thus, for example, the diroxyacetaldehyde amount decreases from 23.4% to 8.4%, while levoglucosan and oxymethylfurfural are not observed at all among the pyrolysis products. The increase in the guaiacol amount and decrease in the methylguaiacol amount testify the cleavage of alkyl – aryl bonds in the lignin structure. As a result of the action of the fire-retardant formulation “FAP“, the amounts of pyrolysis carbonic dioxide and toxic formaldehyde in the composition of the volatile products of wood pyrolysis increase 1.5 times. This is typical for “FAP” fire-retardant formulations.

The fire-retardant “BAHH-1” action mechanism is different, which is testified by a different composition of wood pyrolysis products. The major distinctions manifest themselves in the hydrocarbon components composition. Similarly to the case of treatment with the fire-retardant “FAP”, the amount of hydroxyacetaldehyde in the volatile products composition decreases.

In the case of the pyrolysis of wood treated with the fire-retardant “BAHH-1”, new volatile compounds – levoglucosenone, 1,4:3,6-dianhydrogluco-pyranose, 1,6-anhydro-3-oxygluco-pyranose are identified. These compounds are not observed in the case of untreated wood and that treated with the fire-retardant “FAP“. In this case, the amount of levoglucosan (the main product of cellulose depolymerization, whose formation is catalyzed by the treatment of cellulose with acidic reagents) in the composition of volatile compounds increases 6 times. The fire-retardant “BAHH-1” shows a pronounced action on the formation of phenol-type compounds, which are the main lignin destruction products. Special attention should be paid to the fact that, in the case of thermodestruction of the wood treated with the fire-retardant “BAHH-1”, a toxic compound such as methanol is identified, while, in its turn, the formaldehyde formation is inhibited.

Fast pyrolysis of wood treated and untreated with fire-retardants in the air flow.

To investigate the composition of volatile products as possible closer to real fire conditions, experiments with wood upon fast pyrolysis in the air flow were conducted. Fast pyrolysis conditions directly characterize the thermodestruction processes in the case of fire, since a fire comprises different development stages, pyrolysis being the first stage.

The results of the study have shown that analytical pyrolysis is a modern, precise method for identifying the toxic compounds of volatile products in processes of both wood pyrolysis and combustion.

The application of analytical pyrolysis enables a prompt determination of the fire protection degree of building wood constructions.

Secinājumi

1. Pamatojoties uz termogravimetriskās analīzes rezultātiem, var secināt, ka apstrādājot priedes koksni ar antipirēniem "FAP" un "BANN-1", tiek panākts būtisks koksnes materiāla uguns aizsargājošs efekts, kas balstās uz pirolīzes procesā izdalījušos degtspējīgo gaistošo savienojumu daudzuma samazināšanos un aktīvā koksnes termodestrukcijas posma novadīšanu zemākā temperatūru apgabalā.
2. Analītiskās pirolīzes rezultāti parāda, ka apstrādājot koksni ar antipirēniem, tiek izmainīts koksnes pirolīzes mehānisms, kā rezultāta palielinās toksisko savienojumu daudzums gaistošos produktos. Apstrādes ar antipirēnu „FAP” gadījumā 1,5 reizes palielinās formaldehīda daudzums, bet "BANN-1" gadījumā formaldehīda daudzums samazinās salīdzinot ar neapstrādātas koksnes, taču nedaudz palielinās metilspirta daudzums.
3. "Ātrās" pirolīzes procesā salīdzinājumā ar analītiskās pirolīzes datiem netika identificēti jauni toksiski savienojumi.
4. Analītiskā pirolīze var būt kā mūsdienīga, precīza metode gaistošo produktu toksiskosavienojumu noteikšanā kā koksnes pirolīzes, tā degšanas procesos. Izmantojot analītisko pirolīzi var ātri noteikt celtniecības koka konstrukciju uguns aizsardzības pakāpi.

Pateicības

Izsakām pateicību Latvijas Valsts Koksnes Ķīmijas Institūta Lignīna Ķīmijas laboratorijas pētniecei Vilhelmīnei Jurkjānei.

Literatūra

1. Soburs S.V. Celtniecības materiālu un konstrukciju uguns aizsardzība. Maskava, Spectehnika, 1999, 106.
2. Dobeļe G., Rossinskaja G., Telysheva G., Meier D., O. Faix. Cellulose dehydration and depolymerization reactions during pyrolysis in the presence of phosphoric acid. J. of analytical and applied pyrolysis. New York, Elsevier Science B.V., 1999, 307-317.
3. Thomas P. Wampler Practical applications of analytical pyrolysis. J. of analytical and applied pyrolysis. New York, Elsevier Science B.V., 2004, 71, 1-12.
4. Latvijas Standarts. "Koksnes aizsarglīdzekļi. Testēšanas metodes. LVS 238, 1999, VSIA Latvijas Standarts, 8.
5. Dobeļe G., Dizhbite T., Rossinskaja G., Telysheva G., Meier D., Radtke S., Faix O. Pre-treatment of biomass with phosphoric acid prior to fast pyrolysis A promising method for obtaining 1,6-anhydrosaccharides in high yields. J. of analytical and applied pyrolysis. New York, Elsevier Science B.V., 2003, 68-69, 197-211.