

MEDIENOS DEGIMO IR ANGLĖJIMO YPATUMAI

Andrejus Jefimovas

Doktorantas, Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: andrejus.jefimovas@gmail.com

Santrauka. Mediena yra plačiai statybai naudojama medžiaga, o kai kuriais atvejais ji yra pagrindinis statybinių konstrukcijų elementas. Mediena turi gana daug privalumų palyginti su kitomis medžiagomis – ji yra lengva, stipri, atspari smūgiams ir vibracijai, nesunkiai apdirbama ir t.t. Tačiau vienas iš didžiausių medienos trūkumų yra tas, kad ji yra degi. Kilus gaisrui mediniuose ar pastatuose iš medinių konstrukcijų labiausiai pastebimas degimo požymis yra medinių konstrukcijų apanglėjimas. Ši savybė yra svarbi nustatant gaisro kilimo priežastį, todėl būtina medinių konstrukcijų anglėjimą susieti su tam tikrais svarbiais gaisro poveikiais, kaip jo trukmė ar temperatūra. Straipsnyje aptariamos medienos fizikinės, cheminės savybės, turinčios įtakos degimui ir anglėjimui, taip pat medienos terminio skilimo ir anglėjimo ypatumai.

Reikšminiai žodžiai: statybinė mediena, medienos savybės, degumas, pirolizė, anglėjimas.

Įvadas

Mediena yra medžiaga, naudojama daugelyje sričių: technikoje ir technologijoje. Iš jos gaminamos statybinės konstrukcijos ir gaminiai, baldai, jų detalės, medžio drožlių plokštės, fanera, šponas, popierius, kartonas ir kt. Tai gera chemijos pramonės žaliava gauti puikiam absorbentui – medžio anglims, jos pirolizės produktams – angliavandeniliams, kurie yra dujinis kuras, o tolimesnio perdirbimo atvejais – organinių tirpiklių ir netgi monomerų sintezei. Mediena yra pluoštinė medžiaga su aiškiai išvystyta kryptinga kapiliarų ir porų struktūra medžio augimo aukštyje kryptimi (savybių anizotropija), kurią medžio šaknys maitina dirvožemyje esančiu vandeniu ir trąšomis (ypač neorganinėmis druskomis) ir dėka chlorofilo užtikrina fotosintezę, oro azoto įsisavinimą. Toks yra abstraktus apibendrintas medienos sintezės paveikslas.

Vienas iš didžiausių medienos trūkumų yra tas, kad ji yra degi.

Degimas kaip reiškinys gali įgauti įvairias formas, tačiau visos jos susiveda į cheminę reakciją tarp degios medžiagos ir oro. Tinkamai naudojant šią reakciją gaunama didžiulė nauda (energijos, šilumos šaltiniai), bet nekontroliuojama ji gali sukelti ir didelius materialinius nuostolius ir žmonių mirtis (Drysdale 1998). Gaisras yra kompleksinis reiškinys: jo eiga ir poveikis priklauso nuo daugelio tarpusavyje susijusių veiksnių. Medžiagų ir gaminių reakcija į gaisrą priklauso nuo gaisro ypatumų, panaudojimo metodų ir aplinkos.

Kilus gaisrui mediniuose ar pastatuose iš medinių konstrukcijų labiausiai pastebimas degimo požymis yra medinių gaminių apanglėjimas. Šis požymis yra svarbus

nustatant gaisro kilimo priežastį, todėl būtina medinių gaminių ir konstrukcijų apanglėjimą susieti su tam tikrais svarbiais gaisro poveikiais, kaip jo trukmė ar temperatūra (Lipinskas 2006). Gaisro vystymosi dinamiką lemia įvairūs faktoriai, kurie apsunkina medienos degimo trukmės ir temperatūros nustatymą.

Šio darbo tikslas – atlikti literatūros analizę apžvelgiant medienos savybes, jos terminio skilimo, degimo bei anglėjimo ypatumus, antipireninių medžiagų įtaką medienos pirolizei bei anglėjimo procesui.

Medienos savybės

Medienos fizikinės savybės. Mediena yra viena iš svarbiausių ir plačiai naudojamų natūralių medžiagų. Mažo aukštingumo pastatų konstrukcijos dažnai būna medinės, taip pat mediena ir jos produktai naudojami apdalai (Stevens *et al.* 2006). Naudojant medieną galima gerokai sumažinti kitų statybinių medžiagų, kurių gamyba kenkia aplinkai, gamybos mastus. Mediena, unikali augalinės kilmės anizotropinė poringa medžiaga, kurioje porų tūris užima 50–75 % medienos tūrio. Naudojant medieną, galima taupyti kitus gamtinius išteklius ir taip prisidėti prie ekologinės pusiausvyros. Ji turi gana daug privalumų palyginti su kitomis medžiagomis: yra tvirta, gali atlaikyti dideles apkrovas. Kartu ji yra lengva, mažai laidus šilumai, nesunkiai apdirbama ir t.t. Trūkumai: sugeria daug vandens, pūva, deformuojasi veikiant drėgmei ir kt. (Šniuolis 2004).

Medžiai skirstomi į dvi grupes – spygliuočius ir lapuočius. Spygliuočiai nuo lapuočių pirmiausia skiriasi tuo, kad vieni turi spyglius, o kiti – lapus, be to, skiriasi vaisiaus forma. Spygliuočiai turi ilgą ir tiesų kamieną, jų

mediena atsparesnė ligoms, ne taip pūva. Iš lapuočių medienos statomi laikini pagalbiniai pastatai, daromos

Medienos cheminės savybės. Visiškai sausos medienos pagrindinė masė (apie 99 %) susideda iš organinių medžiagų. Be organinių medžiagų, medienoje yra šiek tiek neorganinių medžiagų (druskų), kurios sudeginus medieną virsta pelenais. Jų kiekis, priklausomai nuo medžio rūšies, svyruoja tarp 0,2 ir 1,2 % (1 lentelė). Pelenų kiekis taip pat priklauso ir nuo medžio augimo sąlygų, jo amžiaus, be to, ir nuo medžio dalies, iš kurios paimtas bandinys. Šakose ir viršūnėje pelenų daugiau negu kamienė, iš jauno medžio pelenų bus daugiau, negu iš seno. Kur kas daugiau neorganinių medžiagų yra žievėje ir lapuose. Pavyzdžiui, iš ąžuolo kamieno bus 0,35 % pelenų, iš lapų – 3,5 %, o iš žievės – 7,2 % pelenų. Visiškai sausoje medienoje nepriklausomai nuo medžio rūšies yra 49–50 % anglies, 43–44 % deguonies, apie 6 % vandenilio ir 0,1–0,3 % azoto. Iš anglies, vandenilio ir deguonies susidaro sudėtingos organinės medžiagos – celiuliozė, ligninas, hemiceliuliozė ir vadinamosios ekstraktinės medžiagos (dervos, kamedis, riebalai, tanidai, pektinai ir kt.) (Jakimavičius 2003).

Medienos terminio skilimo ir degimo ypatumai

Priklausomai nuo medienos botaninės kilmės, augimo sąlygų, rūšies, amžiaus jos komponentų santykis apytiksliai yra toks: 50 % celiuliozės, 25 % hemiceliuliozės, 25 % lignino. Medžiagos, kurios įeina į medienos sudėtį, yra skirtingos struktūros ir nevienodo terminio atsparumo (Drysdale 1998).

Skirtingų autorių gautais termogravimetrinių tyrimų duomenimis terminis medienos komponentų skilimas vyksta nevienodose temperatūrose, tačiau naudojamos ir nevienodos degimo terpės, skirtingos medienos rūšys. Pagal Robertsą (1970) skilimas (vakuumo sąlygomis) vyksta tokiose temperatūrose: hemiceliuliozės – 200–260 °C; celiuliozės – 240–350 °C; lignino – 280–500 °C.

Hemiceliuliozė ir celiuliozė linkusios terminiam skilimui, o ligninas atsparus terminiam skilimui, jo pirolizės metu susidaro anglies sluoksnis. Terminis medienos ski-

tvoros, klojiniai, statybinės detalės ir kt.

Mediena yra įvairios struktūros ir savybių mišinys. limas gali vykti esant laisvam ir daliniam atmosferinio deguonies tiekimui. Taip pat gali vykti kai atmosferoje trūksta deguonies. Medienos degimas yra specifinis procesas atsižvelgiant į tai, kad ant medžiagos paviršiaus susidaro apanglėjęs sluoksnis. Degimo metu šis sluoksnis sudaro sandarų „šarvą“, kuris apsunkina šilumos patekimą į gilesnius, neišsiskaidžiusius medžiagos sluoksnius ir blokuoja laisvą lakių produktų patekimą į aplinką terminio skaidymosi metu. Toks elgesys aukštesiose temperatūrose tam tikram laikui apriboja gaisro plitimą. Tačiau svarbu tai, kad po suanglėjusiu medienos sluoksniu vis dar vyksta medžiagos terminis skaidymasis, kuris gali būti labai pavojingas, kadangi medienos cheminėje sudėtyje yra 43–44 % deguonies (Drysdale 1998). Terminio skaidymosi produktai gali sąlygoti smilkimo pradžią. Laikui bėgant smilkimo metu susidariusios dujos, gali sudaryti pakankamai didelį slėgį, kad anglies sluoksnis sutrūktų, sąlygodamas degimo liepsna atsiradimą (Jaskolowski 2001).

Įprastai yra naudojami du medienos (biomasės) pirolizės modeliavimo metodai (Turner *et al.* 2010).

Pirmasis metodas paremtas prognozavimu, atsižvelgiant į medienos elgesį, priklausančią nuo juos pagrindinių sudedamųjų dalių pagal lygtį (Koufopoulos *et al.* 1989):
Mediena = % celiuliozė + % hemiceliuliozė + % ligninas, kur (%) išreikštas medienos sudedamųjų dalių kiekis.

Antrasis metodas vadinamas „Lumped Parameter Approach“, paremtas produktų, susidarančių medienos (biomasės) skilimo metu klasifikacija, turint mintyje, jog egzistuoja vienas homogeninis elementas, susidedantis iš tirštų produktų (dervų), nekondensuotų (dujų) ir kietų kūnų (anglies). Modelis remiasi trimis lygiagrečiomis pirminėmis reakcijomis, kurių metu mediena skyla į anglį, dervą ir dujas, tačiau pasireiškia ir antrinės, kurių metu derva skyla į anglį ir dujas (1 pav.) (Turner *et al.* 2010). Reikia akcentuoti, jog abu šie metodai, mūsų manymu, tik papildo vienas kitą, o neprieštarauja bendrai visumai.

1 lentelė. Įvairių rūšių medienos pelenų cheminė sudėtis (nuo visiškai sausos medienos masės) (Полубояринов 1976)

Table 1. Various types of wood ash chemical composition (of total dry weight of wood) (Полубояринов 1976)

Medienos rūšis	Pelenų kiekis, %	Pelenų sudėtis, %						
		CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂	Na ₂ O	O ₂
Ąžuolas	0,51	0,37	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
Beržas	0,26	0,15	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
Bukas	0,55	0,31	0,09	0,06	0,03	0,03	0,02	0,01
Pušis	0,29	0,14	0,04	0,03	0,02	0,04	0,01	0,01
Maumedis	0,25	0,07	0,04	0,07	0,03	0,01	0,02	0,01

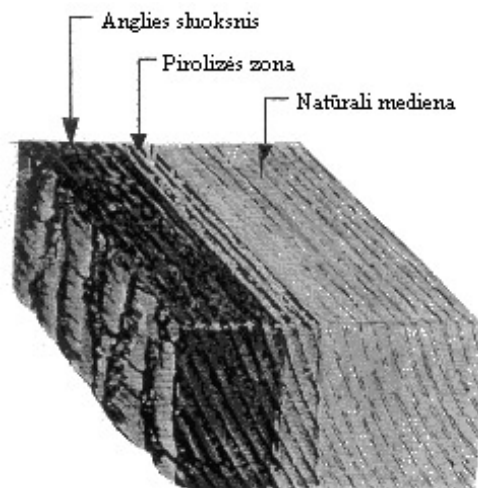


1 pav. „Lumped Parameter Approach” modelis

Fig. 1. Reactive model for the Lumped Parameter Approach

Anglėjimo ypatumai

Gaisro sąlygomis mediena patiria pirolizę (terminę destrukciją) (2 pav.). Pirolizės dujos paprastai dega liepsna iškart, kai tik pakyla į apanglėjusios medienos paviršių. Tolesnis degimas ir mechaninis anglies irimas galutinai suardo ar atskelia išorinį anglies sluoksnį. Apanglėjimo greitis iš esmės tiesiškai priklauso nuo laiko. Medienos anglies sluoksnio susidarymo temperatūra vidutiniškai siekia 300 °C (Lipinskas 2006).



2 pav. Medienos destrukcijos schema (Lipinskas 2006)

Fig. 2. Wood destruction scheme (Lipinskas 2006)

Medienos virsmo į anglį ir degiąsias dujas metu pirolizės produktai iš esmės priklauso nuo medienos tankio. Apanglėjimo greičio priklausomybė nuo neapsaugotos medienos tankio yra akcentuojama ir Eurokode 5 (LST EN 1995-1-2:2005), kur medienos anglėjimo spartos reikšmės pateiktos 2 lentelėje. Tačiau nematome sutapimo tarp β_0 ir β_n verčių. β_0 taikomas siauresniems medienos gaminiais.

Medienos anglėjimas yra glaudžiai susijęs su medienos sudėtinėmis dalimis – hemiceliuliozės, celiuliozės ir lignino skirtingomis degimo charakteristikomis (3 pav.), kurios turi įtakos anglies susidarymui. Lignino degimo

metu susidaro didžioji anglies dalis (Drysdale 1998). Reikia pabrėžti tai, kad tyrimai atlikti vakuumu.

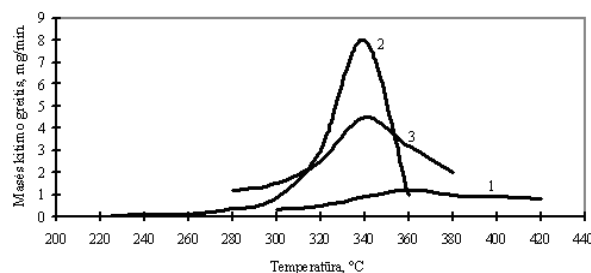
2 lentelė. Medienos skaičiuotinė anglėjimo sparta β_0 ir β_n (LST EN 1995-1-2:2005)

Table 2. The design of wood charring rate β_0 and β_n (LST EN 1995-1-2:2005)

Medienos rūšis	β_0 , mm/min.	β_n , mm/min.
a) Spygliuočių mediena ir bukas Klijuotoji sluoksninė mediena, kurios charakteristinis tankis yra $\geq 290 \text{ g/m}^3$. Ištisinė mediena, kurios charakteristinis tankis yra $\geq 290 \text{ kg/m}^3$.	0,65 0,65	0,7 0,8
b) Lapuočių mediena Ištisinė arba klijuotoji sluoksninė lapuočių mediena, kurios charakteristinis tankis yra 290 kg/m^3 . Ištisinė arba klijuotoji sluoksninė lapuočių mediena, kurios charakteristinis tankis yra $\geq 450 \text{ kg/m}^3$.	0,65 0,50	0,7 0,55

β_0 – skaičiuotinė vienmačio anglėjimo standartinio gaisro poveikio sąlygomis sparta;

β_n – skaičiuotinė sąlyginio anglėjimo sparta, kurios dydis apėmia kampų, apvalumų ir įtrūkių poveikį, standartinio gaisro poveikio sąlygomis sparta.

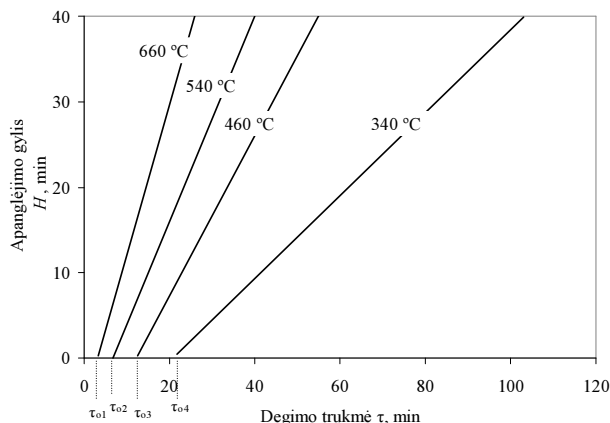


3 pav. Pušies medienos ir jos sudėtinės dalys (celiuliozės miltelių ir lignino), įkaitintų vakuumo sąlygomis, esant kaitinimo greičiui 3 °C/min., masės kitimo greitis nuo temperatūros atliekant termografinę analizę: 1 – ligninas; 2 – celiuliozė; 3 – pušies mediena (Roberts 1970)

Fig. 3. Pine wood and its components (lignin and cellulose powder) weight rate of change of the temperature when heated under the vacuum conditions at a heating rate of 3 °C/min during the thermal analysis: 1 - lignin, 2 - cellulose, 3 - pine wood (Roberts 1970)

Medienos anglėjimas taip pat priklauso nuo šiluminės apkrovos, tenkančios konstrukcijos paviršiui, ir šiluminės apkrovos vertės kaitos, priklausomai nuo terminio poveikio trukmės (Таубкин 1999) (4 pav.). Mūsų nuomone, remiantis 4 pav. pateiktais duomenimis, galima aiškinti, kad vienodas apanglėjimo gylis gali būti gautas veikiant medieną skirtingose temperatūrose nevienodą laiką. Tačiau vienodas apanglėjimo gylis gali būti gautas veikiant medieną ir skirtingomis pirolizės sąlygomis. Todėl nėra tikslinga tik pagal apanglėjimo gylį spręsti apie degimo trukmę, pagal kurią nustatoma gaisro kilimo

vieta. Iš to seka, kad dar yra nepakankamai ištirtas medienos anglėjimo mechanizmas, priklausomai nuo gaisro sąlygų.

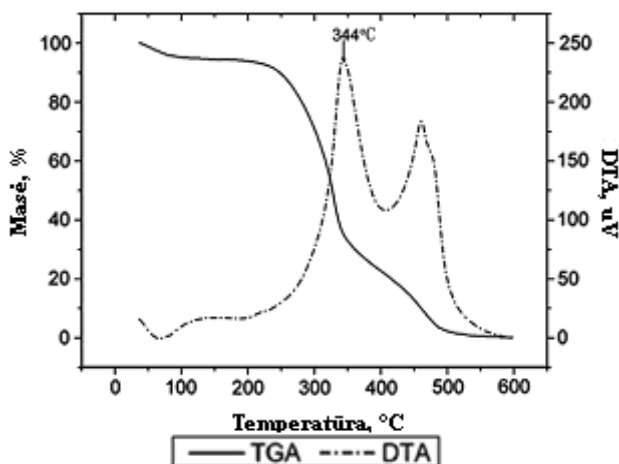


4 pav. Medienos apanglėjimo gylis H priklausomybė nuo degimo trukmės τ , esant vidutinėms temperatūroms (Таубкин 1999)

Fig. 4. The dependence between wood charring depth H and the combustion time τ at medium temperatures (Таубкин 1999)

Medienos diferencinė terminė (DTA) ir termogravimetrinė analizė (TGA)

5 paveiksle pateiktos neapdorotos antipireniniais tirpalais medienos diferencinės terminės (DTA) ir termogravimetrinės analizės (TGA) kreivės, kai vyravo oksidacinis degimas (Jinxue *et al.* 2010). Autoriai, skirtingai nei Robertsas (1970), terminę analizę atliko aplinkos sąlygomis, didesniu kaitinimo greičiu (10 °C/min., Robertsas naudojo 3 °C/min. greitį), bet nenurodė kokios rūšies medieną tam naudojo.



5 pav. Neapdorotos medienos TGA ir DTA kreivės (Jinxue *et al.* 2010)

Fig. 5. TGA and DTA curves of pure wood (Jinxue *et al.* 2010)

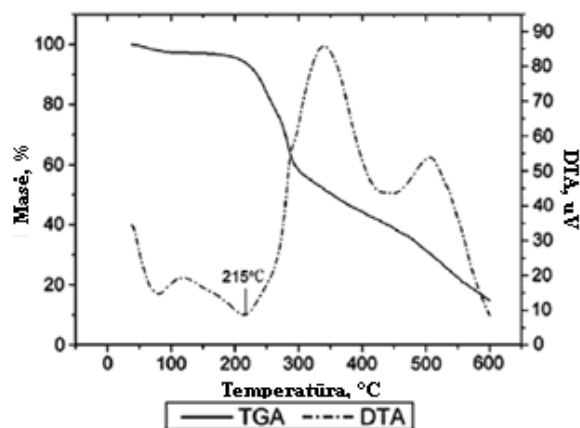
Terminis skaidymasis vyksta trimis etapais.

Pirmame etape, kai DTA temperatūra siekia 75–200 °C, labiausiai pakinta kai kurios cheminės, fizinės savybės bei prarandama masė. Masės nuostolis yra 14,7 %. Šiame etape dominuoja hemiceliuliozės skilimo ir dehidratacijos reakcijos. Tuo tarpu Robertsas (1970) hemiceliuliozės skilimo temperatūrą nurodo 200–260 °C.

Antras pirolizės etapas pagal DTA vyksta esant 285–350 °C temperatūrai, o Robertso (1970) gautais tyrimų duomenimis 240–350 °C. Šiame etape masė prarandama staiga, o nuostolis yra 45,4 %. Žymus egzoterminis pikas pasiekiamas prie 344 °C (DTA kreivėje), dėl celiuliozės dehidratacijos ir liepsnojimo. Dauguma degiųjų lakiųjų pirolizės produktų formuojasi būtent šiame etape (Gao *et al.* 2004).

Trečiasis etapas vyksta 350–540 °C temperatūroje (pagal Robertsą (1970) 280–500 °C), masės nuostolis šiame etape yra 32,1%. Aukštesnėje nei 350 °C temperatūroje dehidratacijos ir anglėjimo reakcijos vyksta ir toliau, tačiau daug lėčiau. Aukšta temperatūra egzoterminėje DTA kreivėje yra dėl celiuliozės ir lignino degimo.

6 pav. pavaizduoti analogiškos medienos, apdorotos antipireniniais tirpalu „FRP“ (fosforo rūgšties pagrindu), terminės analizės kreivės. Kaip ir neapdorotos medienos atveju pirolizė vyksta trimis etapais. Tačiau yra akivaizdus temperatūrinis poslinkis į dešinę (6 pav.). Tai tuo pačiu reiškia dar didesnius rezultatų nesutapimus priklausomai nuo gaisro ir jo gesinimo sąlygų.



6 pav. Medienos, apdorotos antipireniniais tirpalu „FRP“, TGA ir DTA kreivės (Jinxue *et al.* 2010)

Fig. 6. TGA and DTA curves of wood treated with FRP (Jinxue *et al.* 2010)

3 lentelėje pateikti neapdorotos ir skirtingais antipireniniais tirpalais (5 % koncentracijos) apdorotos pušies medienos pirolizės rezultatai. Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, kad naudojant antipireninius tirpalus

3 lentelė. Neapdorotos ir apdorotos skirtingais antipireniniais tirpalais pušies medienos pirolizės rezultatai (Brenden 1967)

Table 3. Untreated and treated with different flame retardants pine wood pyrolysis results (Brenden 1967)

Naudotas antipireninis tirpalas	Apdorojimo lygis, %	Anglis, %	Derva, %	Vanduo, %	Dujos*, %
Neapdorota mediena	-	19,8	54,9	20,9	4,4
Na ₂ B ₄ O ₇	4,28	48,4	11,8	30,4	9,4
(NH ₂) ₂ HPO ₃	6,69	45,5	16,8	32,0	5,7
H ₃ BO ₃	3,9	46,2	10,7	33,9	9,2
amonio sulfatas	6,3	49,8	2,6	33,4	14,2
H ₃ PO ₄	6,8	54,1	2,5	37,3	6,1

* Nekondensuojamos dujos – CO, CO₂, H₂, CH₄

galima apie du kartus padidinti anglies susidarymą, taip kelis kartus sumažėja degiųjų dervų susidarymas.

Išvados

1. Medienos pirolizės mechanizmui įtakos turi jos pagrindinės sudedamosios dalys (hemiceliuliozė, celiuliozė, ligninas), taip pat tankis, temperatūra, degimo terpė ir kt.

2. Mokslininkų atliktų medienos terminio skilimo tyrimų duomenys nevienodi, naudojamos skirtingos degimo terpės, skirtinga mediena. Medienos savybėms įtakos turi jos augimo aplinka, sąlygos, todėl reikia atlikti tyrimus su Lietuvoje užaugusia mediena, kad įvertinti jos degumą.

3. Lietuvoje gaisro kilimo vieta mediniuose pastatuose nustatoma pagal medinių konstrukcijų apanglėjimą. Tačiau dar nepakankamai ištirtas medienos anglėjimo mechanizmas, priklausomai nuo gaisro sąlygų, antipireninių tirpalų įtakos, kuris gali turėti įtakos gaisro kilimo vietos nustatymo tikslumui. Be to, reikia iš esmės patikslinti medienos pirolizinio anglėjimo mechanizmą.

Literatūra

- Brenden, J. J. 1967. *Effect of fire retardant and over salts on pyrolysis products of Ponderosa pine at 280 °C and 350 °C*. US Forest Service Research Paper FPL 80, US Department of Agriculture.
- Drysdale, D. 1998. *An introduction to fire dynamics*. Second Edition. John and sons, 447 p.
- Gao, M.; Zhu, K.; Sun, Y. J. 2004. Thermal degradation of wood treated with amino resins and amino resins modified with phosphate in nitrogen, *Journal of Fire Sciences* 22(6): 505–515.
- Jakimavičius, Č. 2003. *Medienotyra*. Kaunas: Technologija, 271 p.
- Jaskolowski, W. 2001. *Szybkość zwęglania i generacji ciepła podczas spalania drewna zabezpieczonego przeciwogniowo*, Poznań. 87 p.
- Jinxue, J.; Jianzhang, L.; Jing, H.; Dongbin, F. 2010. Effect of nitrogen phosphorus flame retardants on thermal degradation of wood, *Construction and Building Materials* 24: 2633–2637.
- Kandola, B. K., Horrocks, A. R., Price, D., Coleman, G.V. 1996. Flame retardant treatments of cellulose and their

influence on the mechanism of cellulose pyrolysis, *Polymer Reviews* 36(4): 721–794.

Koufopoulos, C. A.; Mashio, G.; Lucchesi, A. 1989. Kinetic modelling of the pyrolysis of biomass and biomass component, *The Canadian Journal of Chemical Engineering* 67: 75–84.

Lipinskas, D. 2006. *Gaisro kilimo vietos nustatymas pagal medinių konstrukcijų apanglėjimą*. Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius.

LST EN 1995-1-2:2005 Eurokodas 5. *Medinių konstrukcijų projektavimas. 1–2 dalis. Bendrosios nuostatos. Konstrukcijų elgsenos ugnyje skaičiavimas*. 73 p.

Roberts, A. F. 1970. A review of kinetic data for the pyrolysis of wood and related substances. *Combustion and flame* 14: 261–272.

Stevens, R.; Daan, S.; Bezemer, R.; Kranenbarg, A. 2006. The structure – activity relationship of fire retardant phosphorus compounds in wood, *Polymer Degradation and Stability*, Elsevier: 832–841.

Šniuolis, R. 2004. *Inžinerinės medžiagos*. Šiauliai: Lucilijus, 255 p.

Turner, I.; Rousset, P.; Remond, R.; Perre, P. 2010. An experimental and theoretical investigation of the thermal treatment of wood (*Fagus sylvatica* L.) in the range 200–260 °C, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 53: 715–725.

Полубояринов, О. И. 1976. *Плотность древесины*. Москва: Лесная промышленность, 160 с.

Таубкин, С. И. 1999. *Пожар и взрыв, особенности их экспертизы*. Москва: ВНИИПО, 600 с.

PECULIARITIES OF TIMBER COMBUSTION AND CHARRING

A. Jefimovas

Abstract

Timber is a widely used construction material in the majority of countries. Timber has many advantages if compared with other construction materials – it is light, strong, easy to process and etc., but it is flammable. In cases of fire in buildings which were built mainly using timber the best noticeable evidence of combustion can be seen – charring of wooden structures. This feature is very important when the cause of fire break out needs to be identified therefore it is necessary to find a connection of the charring of timber constructions with other effects of fire, namely its duration or temperature. The physical, chemical features of timber which can influence the combustibility and charring are discussed in this article as well as the peculiarity of thermal fragmentation and charring process.

Keywords: timber, timber characteristics, pyrolysis, combustibility, charring.