

Égés-késleltető szerrel kezelt faanyag vizsgálata

ENCZEL DÁVID • BME • enczeld@gmail.com

LUBLÓY ÉVA • BME • lubeva@web.de

BÓDI ISTVÁN • BME • bodi@vbt.bme.hu

Érkezett: 2012. 11. 21. • Received: 21. 11. 2012. <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2012.13>

Fire protection of wood with intumescent coatings and impregnation

Wood is a combustible substance, therefore the fire protection is important to solve. It is possible with claddings, intumescent coatings and impregnation. The MSZ EN 1995-1-2 ([1]) does not allow to calculate with them, although today many types of intumescent coatings and impregnation are available that can provide 15 or even 30 minutes of fire protection, as well the usual fire resistance rating of wood of "D" or "C" can be upgraded to "B" [5].

Within the analysis of 5 types of fire protection paint we used 3 types of wood and their behavior was examined in laboratory experiments. By finding the best wood type we tried to choose the most commonly used species, and their densities should be different. We choose spruce (360 kg/m³), European black pine (540 kg/m³) and oak (650 kg/m³).

During the measurements we used unprotected specimens as reference. We tested 4 types of intumescent coatings and one type of impregnation. During the experiments, only intact specimens were used, knowing that the knots, the resin and the inclusions can affect the experiments.

Keywords: wood, fire, intumescent coatings, impregnation

Kulcsszavak: fa, tűz, tűzvédőszer

Bevezetés

A tűzvédelem egyre nagyobb szerepet kap napjainkban, az egyre szigorúbb tűzvédelmi előírások teljesítése egyre nehezebb feladat a mérnökök számára. Különösen nehéz a tűzvédelmi előírásokat fa anyagú szerkezetek esetén betartanunk. Az MSZ EN 1995-1-2 [1] fa esetén nem engedi a tűzvédő festékek és égés-késleltető szerek figyelembe vételét a tűzállóság számításánál, pedig ma már számos tűzvédő festék típus van forgalomban, melyekkel megnövelhető a tűzállóság. A cikk keretein belül arra keressük a választ, hogy milyen hatékonyak a tűzvédő festékek, pácok a fa tűz elleni védelme során?

Fa viselkedése magas hőmérsékleten

„Tűzhatás alatt a faanyag magasabb hőmérsékleten jelentős kémiai és fizikai átalakuláson megy át. A faanyag égése kevert kémiai folyamat, ami hőbomlással és a parázssal égéssel egyaránt megmutatkozik. A hőbomlás (pirolízis) során éghető gázok fejlődnek, melyek a fa felületéhez közel lobbanhatnak lángra – ez a látható láng – míg a parázslás felületi izzást jelent.

A faanyag nedvességtartalma 100 °C-ig eltávozik. Testsűrűségtől függően a 100–200°C közti tartományban lassú felületi elszéneseződés figyelhető meg. Az elszéneseedett réteg (kéreg) alatt megkezdődik a termikus bomlás, amikor gyúlékony gázok távoznak a fából. A fában (200–250°C) elérése után, a felszabaduló éghető gázok külső gyújtóhatásra a fa felületéhez közel egy pillanatra lángra lobbannak. Az eltávozott gázok folytonos égése a 250–300°C tartományában következik be. A fa öngyulladására 330 °C-ra tehető, ekkor a hőbomlással távozott gázok külön gyújtóhatás nélkül, meggyulladnak és folyamatosan égnak. 600–700°C környékén a fafelület már csak parázssal ég, ennek égés-terméke, a faszén látható izzás közben a tűzben” [3].

ENCZEL Dávid

(1987) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar, 2011), 2011-től MSc képzés, diplomamunkáját 2012 őszén kezdte el írni Faanyagok tűzvédelme témakörben. 2011-ben kezdte meg tanulmányait a BME Építésmérnöki karán Tűzvédelmi szakmérnök szakon.

Dr. LUBLÓY Éva

(1976) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar 2002), adjunktus a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén (2002). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

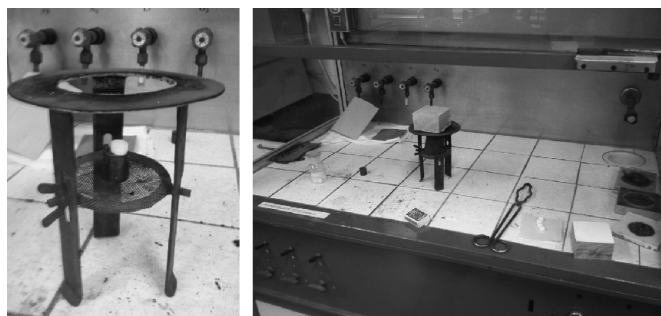
Dr. BÓDI István

Okl. építőmérnök, (Szerkezetépítő Szak) BME (1978), Mérnöki matematikai szakmérnök, BME, (1982), Műszaki doktor (Tartók elmélete) (1983), Felsőfokú műszaki értékbecslő, BME, (1997), Ph.D. doktori fokozat, BME (1997). Fő érdeklődési területei: vasbeton-, és feszített vasbetonszerkezetek modellezése, építmények tartószerkezeteinek megerősítési módszerei, nagyszilárdságú és különleges betonok alkalmazása, rugalmasan ágyazott ívszerkezetek stabilitása, héjszerkezetek és peremtartók kapcsolata, mérnöki faszervezetek kapcsolatainak modellezése.

A fentiek tudatában olyan kezelési módszerek lehetségesek, melyek akadályozzák az égést, pl. az égés feltételei közül egy vagy több kizárásával vagy szigetelő réteg képzésével.

Kísérleti terv

A kísérlet során a fa próbatestek kezelt oldalát égettük meg 1-1 gramm hexametilén-tetramin pasztilla elégetésével. A vizsgálatokat MSZ 9607-1:1983 (Égés-késleltető szerrel kezelt fa- és fahelyettesítő anyagok vizsgálata. Az égés-késleltetés hatékonyságának vizsgálata és minősítése Lindner-módszer alapján) szerint végeztük el (1. ábra).



1. ábra: Kísérleti eszközök és elrendezés égés-késleltetés hatásának vizsgálatához
Fig. 1. Test methodes

	pác	festék 1	festék 2	festék 3	festék 4	védelem nélkül
lucfenyő	4 db	4 db	4 db	4 db	4 db	4 db
borovifenyő	4 db	4 db	4 db	4 db	4 db	4 db
tölgy	4 db	4 db	4 db	4 db	4 db	4 db

1. táblázat Kísérleti mátrix
1. table Test parameters

A kísérlet után kiszámítottuk az égetéskor bekövetkező tömegvesztéséget a kísérlet előtt és után mért tömegek segítségével.

A kísérletekhez 4×12 próbatestet használtunk. A kísérleti mátrix az 1. táblázatban látható.

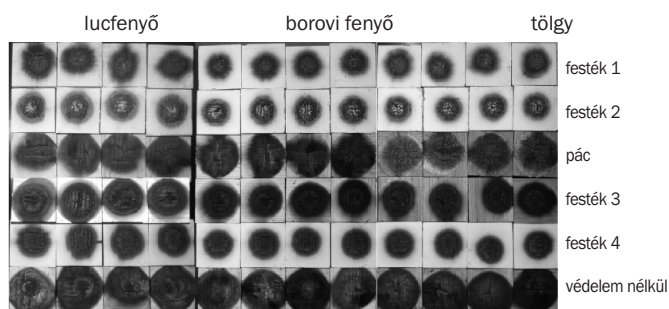
A próbatesteket egy-egy 150×150×45mm oldalméretű mintadarabból készítettük, melynek egy oldalát egy alkalommal festettük, majd 4 felé vágtuk, így a „próbatétel-négyesek” egyforma felületkezelésűek lettek. A próbatestek 74×74×45 mm oldalhosszúságúak voltak.

A mérésektől a következő kérdésekre vártunk választ:

- különböző fatípusok ugyanúgy viselkednek-e;
- különböző festékek ugyanúgy viselkednek-e;
- a festékek hatékonyságának kimutatható-e a kezelt és kezeletlen mintadarabok összehasonlításával;
- a tömegvesztés és a sűrűség/tömörség összefüggése kimutatható-e;
- a festékek hatékonyságának és a sűrűség/tömörség között van-e összefüggés?

Kísérleti eredmények

Az 2. ábra mutatja a próbatesteket az égés után. Az 1–4. oszlopokban a lucfenyő, az 5–8. oszlopokban a borovifenyő és a 9–12. oszlopokban a tölgy próbatesteket láthatjuk.



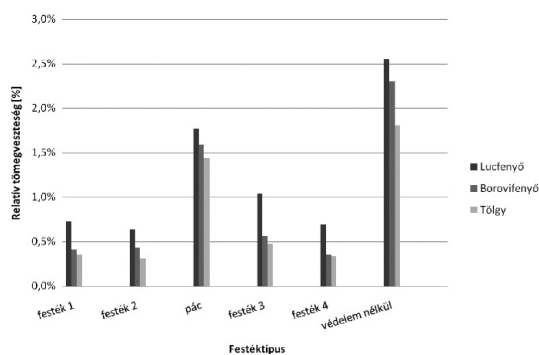
2. ábra Próbatestek égetés után
Fig. 2 The specimens after the fire-test

A kezelőszerek rendre fentről lefelé:

- festék 1,
- festék 2,
- pác,
- festék 3,
- festék 4,
- védelem nélkül.

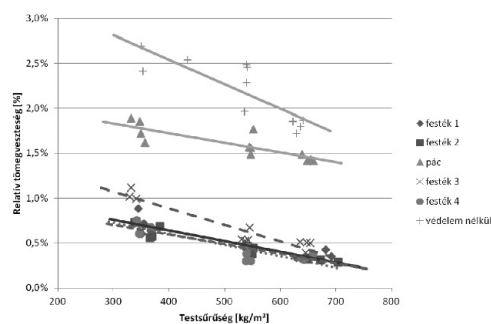
Az égetés előtt és az égetés után mért tömegek alapján kiszámoltuk a tömegvesztéséget, majd ezt összehasonlítva a próbatétel eredeti tömegével a relatív tömegvesztéséget. Az ugyanazon csoportba tartozó próbatestek átlagolt relatív tömegvesztéségeit a 3. ábra mutatja.

A grafikonról leolvasható, hogy a legnagyobb relatív tömegvesztés a védelem nélküli valamint a páccal kezelt próbatestek esetében következett be. A festékkel kezelt mintáknál nagyságrendileg ugyanakkora relatív tömegvesztéséget jelentkezett.



3. ábra Átlagos relatív tömegvesztések az egyes csoportokban
Fig. 3. The average of relative loss of mass

Jól látszik továbbá, hogy a legnagyobb tömegvesztés minden csoportban a lucfenyőnél (360 kg/m^2) következett be, ezt követte a borovifenyő (540 kg/m^2) és legkisebb veszteség a tölgynél (650 kg/m^2) volt, ezért a relatív tömegvesztéseket a sűrűség függvényében ábrázoltuk (4. ábra).



4. ábra Relatív tömegvesztések a sűrűség függvényében
Fig. 4. The relative loss of mass as a function of density

A 4. ábráról látszik, hogy a testsűrűség és a relatív tömegvesztés között közelítően lineáris kapcsolat van, tehát nagyobb sűrűség esetén kisebb, kisebb sűrűség esetén nagyobb a veszteség.

A diagramon jól elkülönül három oszlop. Ezek a három különböző fajfa jellemző testsűrűségének értéke körül csoportosulnak, és jól látszik, hogy a szórás viszonylag kicsi. Itt meg kell jegyezni, hogy a csoport 72 db próbatételje közül kettőt ki kellett zárni más égés jellege miatt. Ennek oka valószínűleg göcs vagy gyantáság lehetett.

A közelítő egyenesek meredekségéből arra következtethetünk, hogy a kis testsűrűségű faanyagoknál a tűzvédő festékek és páccok hatása nagyobb, mint a nagy testsűrűségűeknél. Ennek oka, hogy a védőszer könnyebben és mélyebben beszívárog a fa pórusaiba és megakadályozza a pirolízis gázainak felszínre áramlását, emellett megakadályozza az oxigén felülethez jutását és így az égést is. Az erre alkalmas védőfestékek kitágulnak, habosodnak, így szigetelő réteget képeznek a fa felületén.

Megállapítások

A vizsgálatunk során 5 különböző tűzvédő felületkezelőszert 3 fajta faanyagon alkalmaztunk, és a viselkedésüket laboratóriumi kísérletek során vizsgáltuk. A faanyag kiválasztásánál ügyeltünk arra, hogy az építőiparban gyakran használt fafajokat vizsgáljuk, és ezek sűrűsége lehetőleg eltérő legyen.

A választásunk lucfenyőre (360 kg/m³), borovifenyőre (540 kg/m³) és tölgyre (650 kg/m³) esett.

A mérések során referenciaként kezelés nélküli próbatesteket vizsgáltunk. Az általunk választott felületkezelő szerek között egy pácot és 4 különböző festéket vizsgáltunk. A kísérletek során csak anyaghiba nélküli próbatesteket használtunk, tudva azt, hogy a göcsök, a gyanta és a zárványok a kísérleteket befolyásolhatják. A mérési eredményeink alapján a következő megállapításokat tesszük:

- **a fa relatív tömegvesztése és sűrűsége között lineáris kapcsolat van.** Ez igaz mind a védelem nélküli, mind pedig favédőszerrel kezelt faanyagra. Bár az előbbi relatív tömegvesztése jóval nagyobb, mint az utóbbié, de az arányosság mindegyik esetben kimutatható.

Ennek több oka is van. A legfontosabb ok, hogy a kis testsűrűségű fa porózusabb szerkezetű, mint a nagyobb sűrűségű, így több pórus található benne, amiken keresztül könnyebben felszínre kerülnek a pirolízis során keletkező gázok. Ezen kívül a kis sűrűség mellé kisebb fajlagos hőkapacitás tartozik, tehát gyorsabban felmelegszik és gyorsabban éri el azt a hőmérsékletet, amin létrejöhet a pirolízis folyamata. A nagyobb sűrűséghez jobb hőszigetelő képesség és kisebb porozitás tartozik, így az égés nehezebben kezdődik meg.

- **A védőszer hatékonysága nagyobb a kis testsűrűségű faanyagoknál.** Ennek oka, hogy a védőszer könnyebben és mélyebben beszívárog a fa pórusaiba, és megakadályozza a pirolízis gázainak

felszínre áramlását, emellett megakadályozza az oxigén felülethez jutását és így az égést is. Az erre alkalmas védőfestékek kitágulnak, habosodnak, így szigetelő réteget képeznek a fa felületén.

- A páccal kezelt faanyag kevésbé védett a tűzzel szemben, mint a habosodó festékkel kezelt.

Ez azt jelenti, hogy tűzvédő páccok segítségével a beégési sebesség puhafák esetében 30%-kal, keményfák esetében 20%-kal, tűzvédő festékek segítségével pedig puhafák esetében 50%-kal, keményfák esetében 40%-kal csökkenthető.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Szitányiné Siklósi Magdolna konzulens segítségét és tanácsait, valamint az ÉMI Nonprofit Kft. segítségét, hogy a kísérleti eszközöket biztosította.

Felhasznált irodalom

- [1] MSZ EN 1995-1-2: Faszerkezetek tervezése, Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra
- [2] 28-2011 (IX. 6.) BM rendelet (OTSZ) (2011) OTSZ 5. rész: Építmények tűzvédelmi követelményei, Építmények tűzvédelme (ingyenesen letölthető www.magyarorszag.hu/honlaprol/)
- [3] Balázs L. Gy. – Horváth L. – Kulcsár B. – Lublós É. – Maros J. – Mészöly T. – Sas V. – Takács L. – Vigh L.: *Szerkezetek tervezése tűzterherre az MSZ EN szerint (beton, vasbeton, acél, fa)*, Magyar Mérnökkamara Tartószerkezeti Tagozat (Oktatási segédlet), 2010.

Ref.: <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2012.13>

Enczel Dávid – Lublós Éva – Bódi István: *Égéskeleltető szerrel kezelt faanyag vizsgálata*. Építőanyag, 64. évf. 3–4. szám (2012), 68–70. p.

ic-cmtp2 – THE 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPETITIVE MATERIALS AND TECHNOLOGY PROCESSES

Miskolc-Lillafüred, Hungary, October 8–12, 2012.

The aims of the 2nd International Conference on Competitive Materials and Technology Processes (ic-cmtp2) were the followings:

- Promote new methods and results of scientific research in the fields of material, biological, environmental and technology sciences;
- Change information between the fundamental theoretical and applied sciences as well as technical and technological implementations;
- Promote the communication between the scientists of different nations, countries and continents.

Among the major fields of interest were materials with extreme physical, chemical, biological, medical, thermal, mechanical properties and dynamic strength; including their crystalline and nano structures, phase transformations as well as methods of their technological processes, tests and measurements. Multidisciplinary applications of materials science and technological problems encountered in sectors like metals, ceramics, glasses, thin films, aerospace, automotive and marine industries, electronics, energy, construction materials, medicine, bio, and environmental sciences. There were received more than 250 contributions to the organization committee of the conference ic-cmtp2 from 36 countries of Asia, Europe, Africa, North and South America. Finally from them 185 contributions were presented on conference in Miskolc-Lillafüred (Hungary) in October 8-12, 2012. Together with joint authors in the 15 sessions of ic-cmtp2 have participated more than 500 scientists and there were presented 9 plenary, 108 oral and 68 short oral lectures.

In the 5 days “full program” have participated 142 scientists and more than 50% of them have arrived from countries of Asia including Japan, Asian part of Russia, China, Korea, Taiwan, India, Kazakhstan, Armenia, Tadjikistan and Azerbaijan. Thanking also to editor Dipl. Ing. Rosemary Vocht-Miels and to the scientific journals refractory WORLDFORUM and to cfi – ceramic forum international approximately 45% of the full program” participants had arrived from Europe including countries like Germany, Latvia, Romania, European part of Russia, Poland, Portugal, Finland, Lithuania, France, United Kingdom and Hungary.

Prof. Dr. László A. Gömze
chair of conference ic-cmtp2
<http://www.ic-cmtp2.eu>