



Komlai Krisztina, Kerekes Zsuzsanna

KŐFURNÉR BURKOLATOK TŰZVÉDELMI VIZSGÁLATA HOMLOKZATI KÖVETELMÉNYEK SZERINT

Absztrakt

A modern építészetben egyre inkább találkozunk kőburkolatokkal a hagyományos vakolat helyett. Építészek, építők részéről is már felmerült az igény az ilyen homlokzatok vakolattól eltérő téгла, csempe, kő, műkő, vagy más hasonló jellegű burkolatokkal való megjelenítésére. Munkánkban egy különleges kőburkolat az un. kőfurnér alkalmazhatóságát vizsgáltuk tűzvédelmi szempontok szerint. A kőfurnér többrétegű rendszerek, amely speciális technológiával készül. A természetes kő furnér lapok (1-1,5 mm) műgyanta hordozó rétegre (3-5 mm) tapad. A hazai kereskedelemben kapható NMÉ-vel rendelkező két mintát vizsgáltunk MSZ EN 11925-2, MSZ EN 1182, R-118 –2 V. és MSZ 14800-16 szabvány szerint. A vizsgálatok értékelése és az eredmények összehasonlítása után javaslatot teszünk egyrészt termékek tűzveszélyességének csökkentése lehetőségeire és a kötelezően előírt EURCLASS vizsgálatok előtti un. elővizsgálatokra, másrészt a gyártónak a termékfejlesztés lehetséges irányát is meghatározhatjuk.

Kulcsszavak: tűzveszélyességi vizsgálat, homlokzatburkolat, hőszigetelő rendszer, kőfurnér, homlokzati tűzterjedés, tűzvédelmi osztály, kompozit

FIRE SAFETY TEST FOR STONE FUNGAL CLADDING ACCORDING TO FACADE REQUIREMENTS

Abstract

In modern architecture, we increasingly encounter stone cladding instead of traditional plaster. Architects and builders have already requested the presentation of such facades with brick, tile,



stone, artificial stone, or other similar coverings other than plaster. In our work, a special stone covering is called we investigated the applicability of stone veneer according to fire protection aspects. Stone veneer is a multi-layer system made with special technology. Natural stone veneer sheets (1-1.5 mm) are attached to a synthetic resin carrier layer (3-5 mm). Two samples with NMÉ available in domestic trade were tested according to MSZ EN 11925-2, MSZ EN 1182, R-118-2 V. and MSZ 14800-16 standards. After evaluating the tests and comparing the results, we make a proposal on the one hand to reduce the flammability of products and the so-called pre-mandatory EURCLASS tests. For pre-tests, on the other hand, we can also determine the possible direction of product development for the manufacturer.

Keywords: fire risk assessment, facade cladding, thermal insulation system, stone veneer, facade fire spread, fire protection class, composite

1. BEVEZETÉS

A ragasztott homlokzati hőszigetelő rendszerek készletnek minősülnek, ami azt is jelenti, hogy a rendszert forgalmazó rendszergazda gyártói minőségben felel minden egyes rendszer elem megfelelőségéért. A tűzvédelmi előírások egyes részleteikben jelentős mértékben eltérnek az uniós előírásoktól, hazánkban a homlokzati hőszigetelő rendszerek beépítésének elengedhetetlen feltétele az alkalmazandó rendszer Nemzeti Műszaki Értékelésének megléte. Ez a dokumentum a rendszert alkotó anyagvizsgálatok alapján tartalmazza mindazon paramétereket, amelyek a teljes rendszer teljesítményét meghatározzák, nemcsak az alkalmazott anyagokra ad meg követelményértékeket, hanem a kivitelezésre vonatkozó egyes részletek tekintetében a pontos megvalósítást is előírja. Természetesen nem elvárható, hogy minden egyes készletelem variációja rendszerben vizsgálatra kerüljön, így a rendszer vizsgálata nélkül a tervező az egyes elemek Teljesítmény Nyilatkozata alapján is dönthet a megfelelőségről. Tűzvédelmi szempontból a hőszigetelő rendszereknél általában két fontos vizsgálatot érdemes megemlíteni. Az egyik MSZ EN 13823 (SBI) szabvány szerinti teljes rendszer tűzvédelmi osztályba sorolása, eredménye egy betű-szám kombináció (pl. B, s1, d0), amely a vizsgált szerkezet éghetőségéről, füstfejlesztéséről és égve - csepegési tulajdonságairól



ad információt. A másik vizsgálat az MSZ 14800-6:2020 „Tűzterjedés vizsgálata épülethomlokzaton”. Ennek eredménye percben fejezi ki azt az időtartamot, aminek eltelte után a rendszer tűzterjedési határállapotba kerül. A külső térelhatároló falakra előírt homlokzati tűzterjedési határérték követelmény az épület teljes magasságában földszint és legfeljebb 2 további építményszint esetén 15 perc, földszint és legalább 3, legfeljebb 4 további építményszint esetén 30 perc, földszint és 4-nél több további építményszint esetén 45 perc.

2. HOMLOKZATI HŐSZIGETELŐ RENDSZEREK

Minden hőszigetelő rendszernek lényegében három fontos fő eleme van:

- A hőszigetelés, ami több fajta anyagból is lehet.
- A fedő burkolat, ez is készülhet több fajta anyagból.
- A rögzítő elemek, amikkel rögzítjük a rendszert a falhoz.

A legelterjedtebb szigetelés a polisztirol hőszigetelés, amit a köznyelven Hungarocell vagy Nikecell szigetelésnek is nevezünk. Ezt általában különböző méretű lapokkal gyártják, és ragasztással, dübelezéssel rögzítik falfelülethez. A ragasztóba ágyazott üvegszövet háló felületre rögzíthetik a külső burkolatot, amely lehet fa, kő, fém vagy valamilyen kompozit anyag. Az így kialakított rendszer lehet:

- Homogén falszerkezet
- Réteges falszerkezet
- Ragasztott homlokzatburkolat
- Épített homlokzatburkolat
- Kombinált homlokzati rendszerek

2.1. Homlokzati hőszigetelő rendszerek tűzvédelmi követelményei

A homlokzati hőszigetelő rendszerekkel szemben rendkívül szerteágazó a követelményrendszer [1]. Vizsgálni kell a teljes rendszert az alapvető termékjellemzőkre mechanikai szilárdság, állékonyság, tűzbiztonság, higiénia, egészség és környezetvédelem,



biztonságos használat és akadálymentesség, zajvédelem, energiatakarékosság és hővédelem, természeti erőforrások fenntartható használata. E mellett az egyes alkotóelemeknek is meg vannak az építési termékekre meghatározott tűzveszélyesség vizsgálati szabványai, és azok által támasztott követelményértékei. Tűzbiztonsági szempontból legelső lépésként magát a burkolóanyagot célszerű megvizsgálni a vonatkozó szabványok szerint, esetleg más (gazdaságosabb), szabványt helyettesítő megoldásokkal. A vizsgálati eredmények birtokában, valamint más hasonló építési termékek, és komponenseik együttes vizsgálatával, és azok eredményeinek birtokában lehet elindulni, és kijelölni a termékfejlesztési irányt, meghatározni az egyes komponensek összetételét, arányát, minőségét

Ahhoz, hogy meg tudjuk határozni, hogy az adott hőszigetelés eleget tesz a tűzvédelmi előírásoknak azt nagybán befolyásolja, hogy az adott épületnek milyen jellemzői vannak:

- kockázati osztályba sorolása
- szintszám
- rendeltetés
- szomszédos tűzszakaszhoz való csatlakozás módja – tűztávolság
- menekülési útvonalon történő alkalmazás
- épületszerkezet típusa
- épületszerkezet minősítése [2].

Ha az adott szerkezet rétegrendben lett minősítve, akkor csakis olyan hőszigetelés építhető be, amelynek anyagjellemzői ugyanolyanok, mint a minősítésben lévő anyagjellemzők. Ezt akkor is be kell tartani, hogyha az OTSZ megengedne olyan hőszigetelés beépítését, amely gyengébb besorolású, akkor is a minősítésben lévő előírásokat kell figyelembe venni.

Vakolathordó rendszerrel, ha az A1, A2 tűzvédelmi osztályú, akkor elég a teljesítménynyilatkozat. Viszont egy B-E tűzvédelmi osztályú hőszigetelő maggal rendelkező rendszernek – a kivételektől eltekintve - rendelkeznie kell tűzterjedési határérték vizsgálattal. Az OTSZ azt is meghatározza, hogy az egyes épületeknél, beépítési helyzeteknél, illetve szint szám függvényében milyen tűzvédelmi osztályú szigetelő rendszerek alkalmazhatóak. Egy másik fontos vizsgálati módszer a tűzterjedés vizsgálata, Ez a paraméter azért is fontos, mert megadja, hogy az adott rendszert milyen épület magasságig lehet beépíteni.



Ahhoz, hogy az adott burkolati rendszer megfeleljenek a hatályos előírásoknak, az adott burkolatnak rendelkeznie kell ÉMI által kiadott dokumentációval és ez nem csak azt tartalmazza, hogy a kivitelezés során milyen anyagokat alkalmaztak, hanem az egyes csomóponti kialakítások pontos leírását is. A csomópontok szakszerű kialakításával kell igazolni az adott burkolat tűzvédelmi paramétereit. Ilyen csomópontok a nyílások körüli kávék és szemöldök, síkváltások lehetnek [3].

3. A KŐFURNÉR TÖBBRÉTEGŰ RENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

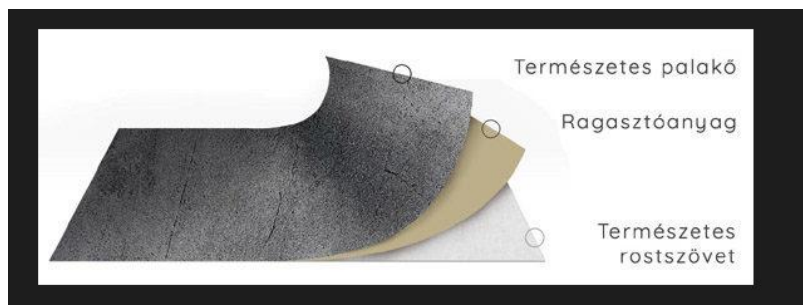
A kőfurnér nagy tömbökben kifejtett anyagát előbb 25 cm vastag palalapokká hasítják, majd a palatábla rétegek izolációs hőtechnikai szétválasztásával jön létre az ultravékony pala kőfurnér. Ennek egyik oldala valódi pala, a hátoldala pedig lehet fekete vagy áttetsző, üvegszál erősítésű műgyanta, illetve természetes rost. A palakövet, mészkövet, homokkövet, felhevítik, majd folyékony üvegszövet erősítésű műgyanta bevonattal látják el, szilárdulás után a gyantát "leszakítják" a kőről. Ezzel a technológiával egy nagyon vékony kőfelülettel kasírozott műgyanta hordozóréteggel ellátott dekoratív burkoló anyagot kapnak. A kőfurnérburkolat egy vékony rétegű burkolat, méretei 0,5 - 2mm között mozog és szerkezeti felépítése is nagyon egyedi anyag, két fajta kialakítás létezik az első négy rétegből áll kívülről befelé haladva:

- természetes kő
- ragasztóanyag
- üvegszál
- műgyanta



1. kép: Kőfurnél felépítése 1. Forrás: [4].

A másik felépítés pedig abban különbözik az 1. képen láthatótól, hogy a ragasztó rétegben egy rostréteg van.



2. kép: Kőfurnél felépítése 2. Forrás: [4].

A kőfurnér alkalmazásának számos előnye van, a többi burkolóanyaghoz képest könnyebb és könnyebben szállítható.

- hőszigetelt homlokzaton, előtét falazat és rögzítéstechnika nélkül egyszerűen ragasztható
- könnyű vágás, gyors kivitelezés
- a kőlapok akár extrém módon hajlíthatók, íves felületek is könnyedén burkolhatók



3. kép: Köfurnér látványképe. Forrás: [5].

A kül- és beltéri burkolásra felhasználható köfurnér lapok $0,5 - 2$ mm-es vastagságuknak és mintegy $0,8 - 1,5$ kg/m² súlyuknak köszönhetően nagyon egyszerű és könnyen szállíthatók, anyagmozgatásuk és kivitelezésük pedig lényegesen egyszerűbb. Mindössze $1,5 - 1,7$ kg/m² súlya miatt könnyen, biztonságosan alkalmazhatók akár mennyezeti burkolásokhoz is [6].

4. A KÖFURNÉR RÉTEGEK GYENGE TŰZVÉDELMI PONTJA: A GYANTA

A köfurnér hordozó anyaga a műgyanta, amely kémia szerkezetét tekintve kompozit. A polimer kompozitok előnyei általában az építési termékeknel a kis sűrűség, fajlagosan nagy szilárdság, korrózió állóság, szigetelő képesség, előre tervezhetőség. Ez nagyfokú szabadságot ad mérnöki tervezésnek olyan szerkezeti anyagoknál is, mint például a vasbeton, a polimerkompozitokból szélsőséges mérettartományú termékek is tervezhetők, mm-es vastagsággal több méteres táblás formátumok. A kompozitok alkotó anyagai általában a beágyazó, és az erősítő anyagok. A merevebb beágyazó anyagok húzásra, nyomásra terheltek, míg az erősítő anyagok a terhelés átvitelt segítik elő [7].



4.1. Kompozitok jellemző mátrix anyagai

A polimerkompozitok legelterjedtebb formái a hőre keményedő mátrixú (poliészter, epoxi, vinilészter) kompozitok, de elterjedtek még a hőre lágyulóak is (PP, PA, PEEK). A hagyományos mono mátrixok mellett teret nyerne az úgynevezett hibridmátrixok is. Ilyen például a vinilészter-epoxi hibridgyanta, melynek alkalmazását az indokolja, hogy kiváló az összeférhetősége a felületkezelt szálakkal (üvegszál, szénszál). Mikroszkópos vizsgálatok bizonyítják, hogy ezek a kombinált gyanták egymásba hatoló hálószerkezettel rendelkeznek. A szimultán térhálósodásuk során igen szívós, ütészálló anyag jön így létre [7].

4.2. Kompozitok jellemző erősítő anyagai

Az erősítő szálakat anyaguk szerint 2 fő csoportra oszthatjuk, mesterséges, és természetes szálak. A mesterséges szálak lehetnek szervesek, és szervetlenek. A szervesek például a polamidok (Aramid), poliészterek (polietilén-tereftalát), poliolefinek (polietilén, polipropilén, stb). A legelterjedtebb polimer erősítőanyag ezek közül az Aramid szál, ami kiváló tulajdonságokkal bír, úgymint nagy szilárdság, jó hőstabilitás, vegyszerállóság, és nagy energiaelnyelő képesség. Hátránya, hogy UV sugárzás hatására degradálódik. [12] [13]. A szervetlen alapú mesterséges szálak, az üveg-bazalt-kerámia-alumíniumoxid szálak. A legelterjedtebb ezek közül az üvegszál, alkalmazása már több, mint százéves múltra tekint vissza. Az üveg jellemzője, hogy izotróp, amorf anyag, fő alkotóeleme a szilíciumdioxid, valamint többféle fénoxid, amik döntően meghatározzák az üveg tulajdonságait. A polimerek erősítésére döntően E üveget használnak, ami SiO_2 -n kívül CaO, Al_2O_3 , B_2O_3 , K_2O tartalmaz nagyobb mennyiségben. Ezek hatására az üvegszál nagy szilárdságú, nagy hőállóságú, éghetetlen, jó a vegyszerállósága, és biológiai stabilitással rendelkezik. Másik újabb erősítő anyag a bazaltszál. Az üvegszál gyártásával megegyező technológiával gyártják, a gyártás folyamán igen vékony végtelenített szálak jobb szilárdsági tulajdonsággal bírnak, mint az üvegszálak, de áruk is 10-20%-al magasabb az üvegszálhoz képest. A szénszál a legkülönlegesebb helyet foglalja el az erősítő szálak között. A szénszál alkalmazása nem mai keletű, már a hagyományos izzólámpáknál is használták őket, de ezek a szálak nagyon törékenyek voltak, a cellulózsálak karbonizálásával készültek. A mai szénszálak már nem természetes grafitból vannak, hanem poliakrilnitril (PAN) szálakból állnak, amit kátrányból pirolitikus úton



állítanak elő. A szénszálak előnye a különlegesen nagy szilárdság, és merevség, kis sűrűség, és jó csillapító képesség és megfelelő hőkezeléssel éghetlenné is tehetők [8].

4.3. A kőfurnér réteg rögzítése hőszigetelő rendszerekre

Az ultravékony kőfurnér burkolatok kiválóan alkalmazhatók házak szigetelt homlokzatának burkolására. Kis súlyuknak köszönhetően előtétfalazat, és speciális konzolozás nélkül egyszerűen felragaszthatók a hálózott, dűbelezett szigetelésre, szemben a hagyományos, 2-3 cm-es kőburkolatokkal. Amennyiben íves felület egységes kőburkolásáról van szó, akkor sincs sok vetélytársa a kőfurnérnak!

Fúrható, hajlítható, préselhető, vékony flex koronggal vágható, valamint faipari gépekkel is megmunkálható. A kőfurnér burkolatok ragasztására többféle anyag alkalmazható, a fogadó felülettől, a felhasználás módjától, illetve attól függően, hogy például kül- vagy beltérben kívánjuk alkalmazni a burkolatot.

5. TŰZVÉDELMI VIZSGÁLATOK

5.1. Vizsgálati minták

A kőburkolatok viselkedésére két mintát választottunk ki.

„A” *jelű minta* 3-4 mm vastag poliészter alapú. A külső burkolat (kőfurnér) részei: 0,5mm természetes kő réteg és 2,5- 3 mm vastag kompozit hordozó anyag (Gyári adatok szerint „tűzálló” - nem halogénezett - poliészter, üvegfátyol, üvegszövet alapú gyanta, ATH Aluminium tri-hidrát tartalommal) amiben 35%-a üveg, és minimum 30% ATH tartalom .



Anyag összetétel	
3mm vastag FR kőfurnér	Kg./m ²
1. Üvegszál és töltőanyagok	4.525
2. Hátlap (műgyanta hordozó)	0.375
3. Természetes kőréteg	0.100
Teljes Súly	4.500-5.00
Vastagság	
4. Természetes kőréteg	0.50mm
5. Gyanta és töltőanyagok	2.50mm
6. Teljes vastagság	3.00mm

Anyag összetétel 3mm vastag FR kőfurnér			
			Kg./m ²
Fizikai tulajdonságok	Teszt érték		Teszt módszer
	Agyag pala	Csillám-pala	
7. Vízfelvétel %	2.50	1.9	ASTM C-121 guidelines
8. Vízfelvétel ragasztott mintán % (Márványlapon)	0.17	0.12	ASTM C-97 guidelines
9. Kopás teszt			IS: 9162-1979
---Átlagos kopás, mm	0.7	0.9	guidelines
---Maximális kopás mm	0.8	1.0	



10.	Sűrűség	1.45	1.66	IS: 12866-1989 guidelines
11.	Lángállóság (Égés mm/perc)	Minta égése a láng elvétele után kialszik		ASTM D 635-18
12.	Füst sűrűség teszt	57		ASTM D 2843-19
	(a) Átlag%	73		
	(b) Maximum %			

4. kép: „A” jelű minta profilja és gyártói adatlapjai. Készítette: A szerző.

„B” jelű minta préselt, laminált greslap, vastagsága 3,5 mm. Gyártó adatlapját és profilját a 5.képen adjuk meg. A 5. képen pedig az „B” jelű kőfurnér lap anyag összetétele is kiolvasható, amely tartalmazza az egyes rétegek vastagságát és az adott réteg tömegét négyzetméterre vetítve, illetve azt, hogy az adott réteg melyik szabvány szerint lett értékelve. Számunkra az egyes rétegek vastagsága a fontosabb, míg a tömegre vonatkozó adatok inkább a kivitelezésnél lehetnek érdekesek, a rögzítési szempontok miatt

TECHNIKAI TULAJDONSÁG	VIZSGÁLATI MÓDSZER	SZABVÁNY ISO 13006-G - EN 14411-G GRUPPO B1A UGL	ÁTLAGOS ÉRTÉKEK 5plus – 6plus
Vízfelvétel	ISO 10545-3	≤ 0,5%	0,1% (*)
Hajlító szilárdság	ISO 10545-4	≥ 35 N/mm ²	50 N/mm ²
Mély kopásállóság	ISO 10545-6	≤ 175 mm ³	Megfelel
Lineáris hőtágulás	ISO 10545-8	Nem meghatározott	α ≤ 7 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Ellenállás a hőingadozásnak	ISO 10545-9	Nincs eltérés	Ellenálló
Kémiai ellenállás (**)	ISO 10545-13	A gyártó megjelölése szerint	LA - HA ellenállás LB - HB Lux - Levigata (Lev) Glossy - Touch
Foltállóság	ISO 10545-14	min. 3-as osztály	5-ös ellenállóság ≥ 3 Lux - Levigata Glossy - Touch
Fagyállóság	ISO 10545-12	Nincs eltérés	Ellenálló
Tűzállóság	EN 13823 EN 9239-1	CPR (UE) 305/2011, 2000/147/CE, UNI EN 13501-1	A2-s1, d0 Osztály (falburkolat) A2-s1 Osztály (padló)

5. kép: „B” jelű minta gyártói adatlapja és profilja.



5.2. Vizsgálati eljárások

Mindkét mintát az alábbi vizsgálatoknak tettük ki

1. *EUROCLASS szerinti neméghetőség vizsgálata: MSZ EN 1182*

Készülék: Fire Testing Technology Limited (ÓE Ybl Miklós Építéstudományi Kar Tűzvédelmi laboratórium).

A2 követelmény: a kemence hőmérséklet emelkedése nem lehet nagyobb, mint 50 °C tömegcsökkenés kisebb mint 50 %, lángolás maximum 20 msp lehet. A vizsgálat szempontjából a legfontosabb réteg a kőfunért tartó gyanta réteg. Így a vizsgálat során a csak műgyanta rétegből 4,5 cm-es átmérőjű körlapokat vágtunk ki és azt 5 cm magas oszlopba egymás fölé helyeztük és ebben a formában került be az izzító kemencébe.

2. *Függőleges lángterjedés: EN ISO 11925-2*

Kislángos teszt. Gyújtása mind a gyanta mind a kőlap oldalról megtörtént.

3. *Olvadási tulajdonság és csepegésvizsgálat sugárzó hő hatására: R-118 –2 V. mellékletében leírtak szerinti vizsgálat.*

Eredendően ez egy járműszabvány, de a 700 C os vörösén izzó vasmag képes szimulálni egy láng sugárzó hatását [9]. *Megfelelőségi kritérium:* (7.7.3 és 7.3.1 pontok.) Legalább 5 percig 3 W/m² sugárzó hőnek kitett minta nem égve csepeg, és nem gyújtja meg az alatta elhelyezett vattát.

4. *Gyulladáspon:*

A mintákat az MSZ 14800-16: 1992 (Tűzállósági vizsgálatok. Szilárd anyagok gyulladási hőmérsékletének meghatározása, 7.5.1 szakasz) szabvány előírásai szerint vizsgáltuk. (Ez a szabványban előírt A módszer szerinti, gyújtóláng jelenlétében végzett vizsgálat.)

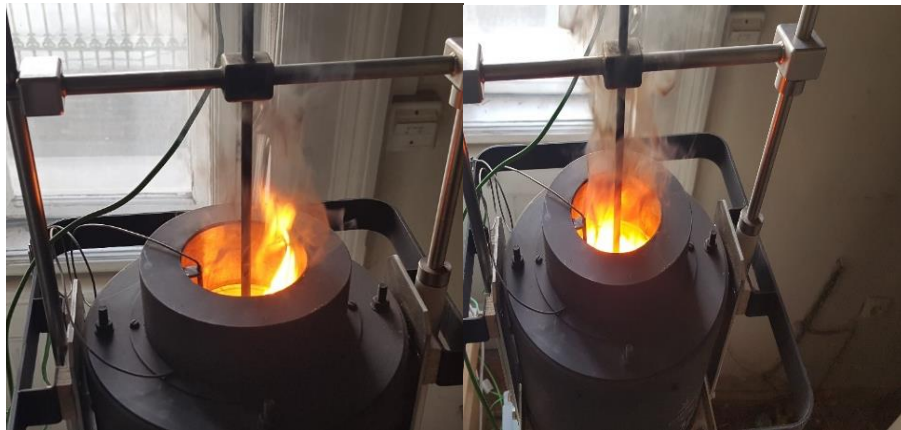
A vizsgálatokat az Óbudai Egyetem, Ybl Kar Tűzvédelmi laboratóriumában végeztük, amely alkalmas számos laboratóriumi mérés elvégzésére [14].



5.3. Neméghetőségi teszt mérési eredményei

5.3.1. „A” minta viselkedése

A több gyantarétegből álló hengeres mintát előre beállított 750 C –s kemencébe tettük. A minta kőlapréteget nem tartalmazott. Azonnal, időkésleltetés nélkül meggyulladt, 30-50 cm-s lánggal és erős kormozó füsttel égett (6. kép). Az oltása, CO₂ oltókészülékkel való többszöri próbálkozással történt. Ez alapján nem felel az A2, de felelehetőleg a B osztálynak sem.



6. kép: „A” minta viselkedése 30-50 cm-s lánggal és erős kormozó füsttel égett. Készítette: A szerző.

5.3.2. „B” minta viselkedése

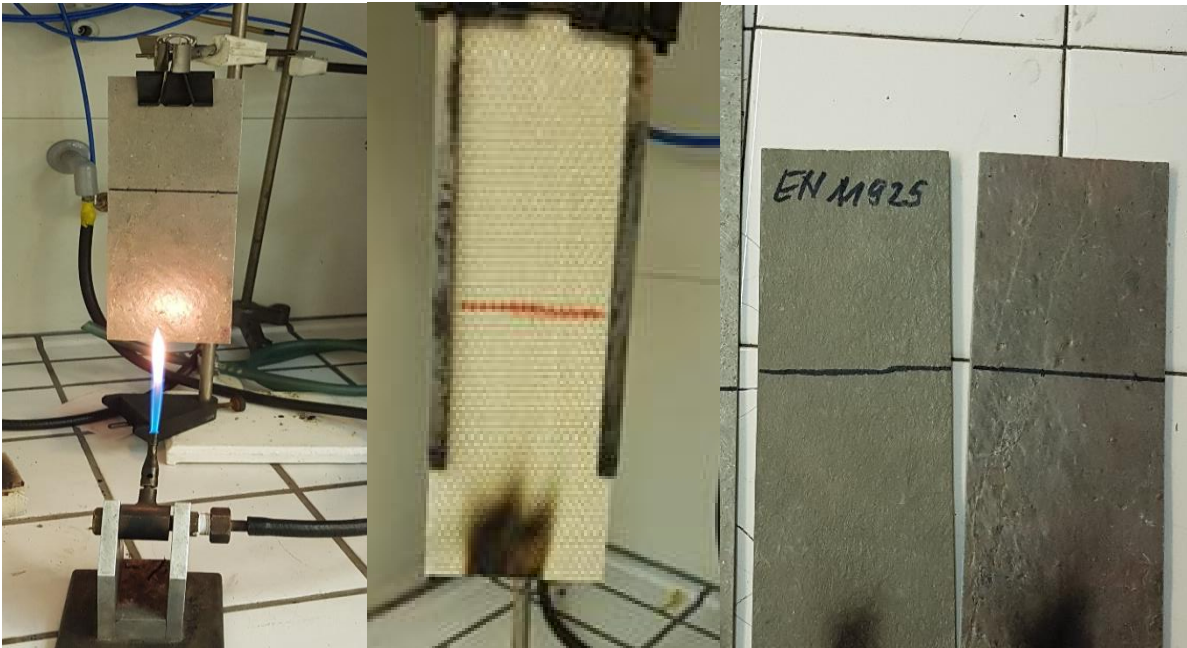
162 másodpercnél a vizsgálati minta elkezdett füstölni, majd meggyulladt, az eltelt idő 162-49=113 sec, azaz kevesebb, mint 2 percet bírt ki a 754 °C -os kemencében. A láng képződést pedig a 7. képen láthatjuk.



7. kép: „B” mintadarab 162. másodpercben és vizsgálat után. Készítette: A szerző.

5.4. Függőleges lángterjedés teszt mérési eredményei

A mintákat mind kőlappal és kőlapréteg nélkül tettük a gyújtóforrásnak: élgyújtásban alkalmazott 45 fokos szögben 40 mm-s PB láng. Mindkét mintatípus esetén a gyújtóláng elvétele után az égés 1-2 mp belül megszűnt, nem indult el önfenntartó égés. **Ez alapján van remény arra, hogy az SBI vizsgálattal igazolni lehet az E osztálynál magasabb osztályt.**



8. kép: Kislángnak kitett „A” és „B” minták. Készítette: A szerző.

5.5. Sugárzó hőnek kitett vizsgálat megfigyelései

A gyanta mintadarabok 5 x 4cm-es méretű lapok voltak, sugárzó vasmagtól 3 cm távolságban. Sugárforrás vízszintes elrendezésű izzó vasmag, melynek felületi hőmérsékete 700 °C. Ennek hatására az alatta szintén vízszintesen fekvő minta kb. 300 °C - ig melegszik.

5.5.1. „A” minta viselkedése

Melegedés során 210 °C nál látható füstképződés indul meg, ami a polimer hőbomlásának jele. A 300 °C -on képződő erős füst gázkomponensei nem gyulladtak meg. 15 perc után a minta felületén szenesedésre utaló elszineződés maradt vissza. Az intenzív és alacsony hőmérsékleten mginduló füstölgés miatt nem megfelelőnek ítéltük a mintákat. Mindkét minta gyanta alapja nem bizonyul termodinamikailag stabilnak.



9. kép: „A” minta viselkedése sugárzó hő hatása alatt és utáni állapotban. A rétegek felszakadása nem látható. Készítette: A szerző.

5.5.2. „B” minta viselkedése

A minta 4perc 36 másodpercnél elkezdett a füstölni, hőmérséklete 320 °C –ig emelkedett. (10. kép) A vizsgálatot 10 percnél abbahagytuk, mert változás nem történt, a vizsgált anyag hőmérséklete nem emelkedett, a füstölés tovább folytatódott, de a termék nem gyulladt meg.



10. kép: „B” minta füstölgése sugárzó hő hatása alatt és utni állapotban. A rétegek felszakadása nem látható. Készítette: A szerző.

5.6. Kőfurnér lap MSZ 14800-16-1992 szabvány szerinti szilárd anyagok gyulladási hőmérséklet vizsgálata

A mintákat kb. 4 g 4 mm vastag lapmintát szobahőmérsékletű kemencébe helyezve fokozatosan történt a felfűtés.

5.6.1. „A” minta viselkedése

285 °C környezeti hőmérsékletnél füstölés tapasztalható, majd 301 °C fok környezeti hőmérsékletnél a vizsgálati minta már lánggal égett (11. kép). Ekkor kaptunk magyarázatot arra, hogy a neméghetőségi kemencében 750 °C –on miért csaptak fel hirtelen a lángok.

5.6.2. „B” minta viselkedése

462 °C környezeti levegő hőmérsékletnél befejeztük a vizsgálatot, füst, láng nem volt tapasztalható. Annyit tapasztaltunk, hogy a felületről levált az üvegszövet, és eltört a lap, de sem színben nem változott, és nem is zsugorodott. Gyulladási hőmérséklet 462 °C feletti hőmérsékletre tehető (11. kép).



11. kép: „B” minta füstölgése sugárzó hő hatása alatt és utni állapotban. A rétegek felszakadása nem látható. Készítette: A szerző.



12. kép: „B” minta állapota kemencében való felfűtés előtt és utáni állapotban. Az üvegszálás háló leválása jól látható, de drasztikus elszenesedés nincs. Készítette: A szerző.

6. ÉRTÉKELÉS ÉS MINŐSÍTÉS

A vizsgálataink nem fedték le pontosan az *Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozására vonatkozó MSZ EN 13501-1* harmonizált szabványban előírt tesztek.



Munkánk célja nem is ez volt. Kiegészítő vagy helyettesítő vizsgálatokat kerestünk, amelyekkel egy gyorseszteszt szerűen el lehet dönteni a kőfurnér rétegek valós tűzvédelmi viselkedését. A gyulladáspont meghatározására szolgáló Sechkin kemence kiválóan alkalmas arra, hogy fokozatos felfűtés során megkapjuk a kezdeti füstképződés hőmérsékletét és az esetleges meggyulladást. Ez egy fontos paraméter a gyanták termikus hőbomlásának kimutatására. [9]. Hasonló háttere van az R 118-2 EU-s közúti járművekre vonatkozó direktiva alkalmazásának is. Ebben az esetben tudjuk szimulálni egy esetleges tűz sugárzó hatásának reakcióját.

Az „A” *jelű* a poliészter gyanta alapú minta nem mutatta az égéskésleltetés jellemzőket, elsősorban a 320 °C fok körül jelentkező gyulladáspont miatt. Az adatlap szerinti ATH vagy nem megfelelő mechanizmussal működik poliészterek esetén vagy kevés az tartalma. Javasoljuk vagy tovább növelni az Al(OH)₃ arányát, vagy nem poliészter alapot alkalmazni, pl aramid típust.

A „B” *jelű* minta meggyulladása valamivel később jelentkezett, de így is kevesebb, mint 2 percet bír ki a 754 C-os kemencében.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A kiválasztott minták tűzvédelmi viselkedései rámutattak arra, hogy a gyártói adatlapokon feltüntetett FR megadás, még nem jelenti a neméghetőséget. Különösen nem az A és A2 besorolást. A B minősítés ellenőrzésére pedig javasolunk egy gyorsesztesztet. A gyanták valóságos éghetőségére pedig oxigén index (LOI) megadást, mint ahogy ezt több esetben is felleltük.

Külön figyelmet érdemel az alkalmazhatóság, beépíthetőség, amelyre vonatkozólag az OTSZ pontos útmutatót. Ennek fontosságára külön szeretnénk a tervezők, építetők figyelmét felhívni.

Javaslatunk szerint a termék alkalmazási területétől függ, hogy melyik vizsgálati lehetőséget célszerű egy építési termék minősítő vizsgálata során alkalmazni. A vizsgálatunk során a kompozit réteg átvágásával, nem védetten vizsgáltuk a termékmintákat, így egyik vizsgálat sem szimulálta a valós termékbeépítési szituációt, ahol műgyanta hordozó anyagot a kőfurnér réteg valamelyest védené a hősugárzástól.



Összefoglalva a termékfejlesztés alatt álló kőfurnér kompozit termék műgyanta hordozóanyag tűzvédelmi paramétereinek javítására lenne a legnagyobb szükség. Kémiaiilag léteznek nem éghető műgyanták, pl. amelyeket már kéménybélés anyagaként régóta alkalmaznak.

Javasoljuk a gyanták oxigén index (LOI) megadást adatlapokon.

A hazai piacon jelenleg több kőfurnér termék van forgalomban, melyek külső szemlélőnek teljesen azonosnak tűnhetnek, azonban a 3. pontban már említett hordozó rétegek műszaki paramétereiben eltérnek. Azt kutattuk, hogy az elérhető kőlapok a jelen megvizsgált paraméterekkel milyen felhasználásra lesznek jogosultak.

- Tudomásunk szerint létezik a MSZ EN 13823 (SBI) szabvány szerinti a D-s3-d0 minősítésű, így homlokzati burkolatként alkalmazható anyag, (egy esetben a vizsgálati eredmények között „C-s3-d0” eredmény is igazolható volt.).
- A legtöbb forgalmazott kőfurnér termék „E” osztályúaknak minősült, vagy csak dekortapéta szabvány szerinti minősítésük van, így ezek homlokzati burkolatként nem tervezhetőek vagy építhetőek be.
- Az OTSZ előírásai szerint, a tűzzel szembeni viselkedési osztállyal önmagában, a kőfurnér lapok homlokzatburkolatként csak korlátozottan alkalmazhatók. A szélesebb körű alkalmazáshoz a terméket hőszigetelő rendszerként is minősíteni szükséges, amely minősítés tartalmazhatja a homlokzati tűzterjedés vizsgálat eredményét is, a magasabb szintszámú építményeken való alkalmazhatósághoz.

Munkánk további célja, hogy a jövőben figyelemmel kísérjük a fejlesztések eredményeit, amelyeket ismét saját vizsgálatokkal kívánunk értékelni. A gyártók célja mindenképpen egy B teljesítmény elérése, amely már impozáns épületek külső burkolatát adhatja meg, így egy új építészeti stílust megalapozva. Mint láttuk a rétegek tűzvédelmi gyenge pontja a hordozó gyanta. Az un. elővizsgálatok is ezzel a kompozit anyag kezdődnek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Parlagi Gáspárné: Tapéták – dekorációs célú, tekerics vagy panel kiszerezésű falborítók tűzvédelmi kérdései. *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, 24. 6. (2017), 13-15. o.



- [2] Lestyán Mária et al: Hőszigetelő anyagok kiírása, betervezése, fókuszban a tűzvédelemmel. *Magyar Építéstechnika*, 55. 8-9. (2017).
<http://archivum.magyarepitestechnika.hu/index.php/2017-8-9/4052-hoszigetelo-anyagok-kiirasa-betervezese-fokuszban-a-tuzvedelemmel#&panel1-1> Letöltés ideje: 2022.05.02.
- [3] Kékesy Péter: A homlokzati hőszigetelő rendszerek tűzvédelmi kérdéseiről. *Magyar Építéstechnika*, 54. 11. (2016), 40. o.
<http://archivum.magyarepitestechnika.hu/index.php/hirek/3573-a-homlokzati-hoszigetelo-rendszerek-tuzvedelmi-kerdeseirol#&panel1-1> Letöltés ideje: 2022.05.02.
- [4] Timon Tibor et al: Kőfurnér burkolat <https://artimon.hu/2019/01/31/kofurner/>[2019]
- [5] Limestone: <https://slatedesign.hu/galeria/limestone/> Letöltés ideje: 2022. 06. 25.
- [6] Fire safety and indoor emissions of wallcoverings. EU requirements and national solo-attempts. <https://www.flameretardants-online.com/news/archive?showid=17802> Letöltés ideje: 2022. 06. 25.
- [7] Czigány Tibor et al: Polimer kompozitok – áttekintés. <http://docplayer.hu/43504942-Polimer-kompozitok-attekintes.html> Letöltés ideje: 2022. 06. 25.
- [8] Kerekes Zsuzsanna - Lublóy Éva: Effect of thermal transformation and stability on the flammability of PAN precursors-based carbon fibres *Journal Of Thermal Analysis And Calorimetry* 133. (2018), 2. pp. 1075-1084.
- [9] Pesti László: Tűzvédelmi szakmérnök. Diplomamunka Óbudai Egyetem. YMÉK 2021.
- [10] Nagysolymosi Ádám - Kopecskó Katalin – Kerekes Zsuzsanna - Restás Ágoston: Structural changes of fiberreinforced composite plastics under the influence of heat Proceedings of the Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference. Budapest. Magyarország: Védelem online (2021) 503 p. pp. 41-47.
- [11] Tóth-Pataki Zsófia - Szép János - Kerekes Zsuzsanna - Restás Ágoston: Role of radiationheat in the thermodynamic classification of polystyrene thermal insulators Proceedings of the Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference, Budapest, Magyarország : Védelem online (2021) 503 p. pp. 126-133.



- [12] Serife Furtana - Aysenur Mutlu - Mehmet Dogan: Thermal stability and flame retardant properties of calcium- and magnesium-hypophosphite-finished cotton fabrics and the evaluation of interaction with clay and POSS nanoparticles. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* volume 139, pages 3415–3425.
- [13] Youchuan Wang - Le Zhang - Yunyun Yang - Xufu Cai: The investigation of flammability, thermal stability, heat resistance and mechanical properties of unsaturated polyester resin using ALPi as flame retardant, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* volume 122, pages 1331–1339 (2015).
- [14] Király Lajos - Bodnár László - Kerekes Zsuzsanna - Restás Ágoston: Combustion Of Dichloromethane Without Flash Point. In: László Bodnár; György Heizler (szerk.): 2nd Fire Engineering & Disaster Management Pre-recorded International Scientific Conference Védelem online – cooperated with the University of Public Service: Book of extended abstracts.

Komlai Krisztina, vizsgáló anyagmérnök, ÉMI NonProfit Kft,
doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola.
E-mail: komlai.kriszti@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2491-9295

Kerekes Zsuzsanna, egyetemi docens
Nemzeti Közszolgálati Egyetem Rendészettudományi Kar, Katasztrófavédelmi Intézet,
Tűzvédelmi Mérnöki Tanszék
E-mail: Kerekes.Zsuzsanna@uni-nke.hu
ORCID: 0000-0002-2041-2622