

Nyugat-Magyarországi Egyetem

Doktori értekezés tézisei

**Hőszigetelés fejlesztési lehetőségek
könnyűszerkezetes faházak számára**

Pásztory Zoltán

Sopron

2007

Doktori Iskola: Cziráki József Doktori Iskola Faanyagtudományok és Technológiák

Program: Fa és Fatechnológia Tudományok

Tudományág: Anyagtudományok és Technológiák

Témavezető: Prof. Dr. Winkler András

Abstract:

A hőszigetelés hatékonyságának javítása napjaink egyik fontos kutatási irányzata. A kutatásban alacsony felületi emissziós tényezőjű fóliák és vákuum segítségével jelentős szigetelő hatású panelok készültek. A párhuzamosan kifeszített fóliákkal sikerült megközelíteni a levegő szigetelő képességét, melynél jobb szigetelő képesség csak a levegő eltávolítása vagy más gázra való cseréje során válik lehetségessé. A kutatás másik fő irányzata a vákuum alkalmazása szigetelési céllal. E területen merev típusú ipari környezetben is felhasználható vákuumpanel kifejlesztése történt.

Előzmények:

A világgazdaság egyre növekvő energiaigénye és a szűkösen rendelkezésre álló energia készletek az energiagazdálkodás hatékonyságának fokozására kényszerítik a felhasználókat. Mind Magyarországon mind a világ más részein a felhasznált energia számottevő hányada fűtési céllal kerül felhasználásra. Az így felhasznált energia hasznosítási ideje attól függ milyen hatékonysággal tudunk vigyázni rá, vagyis a felhasználási helyen tartani. E cél elérésének egyik gyakran alkalmazott módja a hőszigetelés alkalmazása.

A fejlett országokban felismerve az energiatülszórás okozta problémákat, megfelelő szabályozásokkal igyekeznek a felhasználókat sarkalni a gazdaságos energiatülszórásra. Olyan épületenergetikai szabályozások kerültek bevezetésre, amelyek csak a szigetelési vastagság növelésével elégíthetők ki a hagyományosan alkalmazott szigetelő anyagokkal. 2006-ban Magyarországon is bevezették az „Új épületenergetikai szabályozást”, amely az eddigiekkel szemben sokkal szélesebb körű energiatülszórás kritériumokat állít az épületek elé. Majdnem minden épületelemet vizsgálni kell és szükség esetén az energiatülszórásán javítani, ahhoz, hogy az épület az előírásnak megfeleljen. A falak esetében esetenként a szigetelő réteg vastagságát kell növelni. Kedvezőbb lenne, ha a szigetelési vastagság helyett a szigetelő képességet tudnánk megnövelni.

A tulajdonosokat nem csak a szabályozások kényszerítik, hanem az energia árak is. Házépítések ablakváltások során egyre többen kiemelt szempontként kezelik a szerkezetek hőátbocsátási tényezőjét és az „U” értékeket hétköznapi jól ismert fogalomként kezelik, ez 10-15 éve még nem így volt.

Munka leírása:

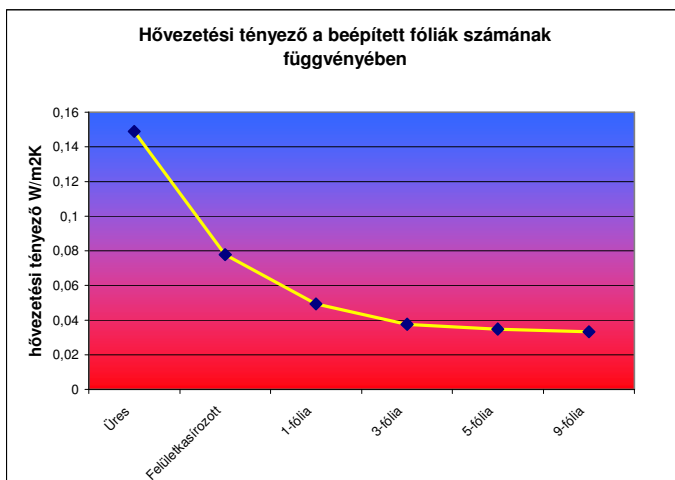
A kutató munka során az elsődleges cél szigetelő rendszer kifejlesztése volt, amely a jelenleg általánosan használt szálal és habos szigetelő anyagok szokványos szigetelő értékénél ($\sim 0,04 \text{ W/mK}$) jobb szigetelő hatással rendelkezzen. A célzott alkalmazási terület a könnyűszerkezetes faházak vázközei és a tető szarufák közötti terek. Ezt a célt két módszerrel igyekeztem elérni:

- Kifeszített alacsony emissziójú fóliák alkalmazása: Tükörpanel;
- Vákuum alkalmazása: Vákuumpanel;

A kísérletek megkezdése előtt részletes elemzésnek vettem alá a hő terjedésének formáit és azzal szembeni ellenállás kialakításának elméleti lehetőségeit.

A tükörpanel esetében alacsony felületi emissziójú fólia rétegeket alkalmaztam több kísérleti lépésben. A kiinduló szerkezet egy egyszerű fa panel volt, melynek belső tere légköri nyomású levegővel volt telve és a belső felületei fa felületek. A panel fedőlappja 4 mm-es bükk rétegelt lemezből, oldalai luc fenyőből készültek. A panel méretei illeszkedtek a mérő berendezés méreteihez, alapterület $300 \times 300 \text{ mm}$, vastagság 38 mm.

A második lépésben a panel belső felületét képező fa felületeket kasíroztam alumínium PE társított fóliával. Majd a légrétegek számát kezdtem az egyre nagyobb számú beépített fóliával szeletelni, vizsgáltam az egyes változtatások szigetelésre gyakorolt hatását. A belső 30 mm-es térben 1, 3, 5, majd 9 fóliát feszítettem ki, ezek a fóliák rendre 15, 7,5, 5, és 3 mm-es légrétegre osztották a teret. Minden egyes fólia szám mellett mértem a hővezetési tényezőt és meghatároztam a lépések közötti változtatások hatását. (1. ábra)



1. ábra

Második módszerként egy merev öntartó vákuumpanelt fejlesztettem ki. A panelben a vákuum megőrzését 200 μm vastagságú alumínium fólia biztosította. A panel merevségét pedig a 6 mm-es bükk rétegelt lemez fedőlapok, valamint a széleken körbefutó alumínium keret és a belső kitámasztó gyűrűk biztosították. A panel kifogástalanul kibírta az 1 atmoszféra külső terhelést a vákuumozás során. A panel előnye, köszönhetően a 6 mm-es bükk rétegelt lemeznek, hogy nem érzékeny a sérülésekre, ezáltal építkezési környezetben is alkalmazható.

Eredmények:

A 9 fóliás tükörpanel esetében 11%-os távolságra sikerült megközelíteni a nyugvó levegő hőszigetelő képességét. Ez az eredmény 30%-al jobb a szokványos hőszigetelő anyagok szigetelési képességénél. A panel belsejében a párhuzamosan kifeszített alacsony felületi emissziós tényezővel rendelkező fóliák révén nincs hőhíd, csak a fenyő keret viselkedik hőhídként. A kis fólia távolságok eredményeképpen légkörzés veszélye nem vagy csak nagyon csekély mértékben áll fent. A kis emissziójú fóliák a rájuk eső hőszigetelésnek csak kicsi töredékét nyelik el, nagy részét visszaverik. A 3 mm-es osztásközzel rendelkező panel belső egyenértékű hővezetési tényezője 0,02778 W/mK.

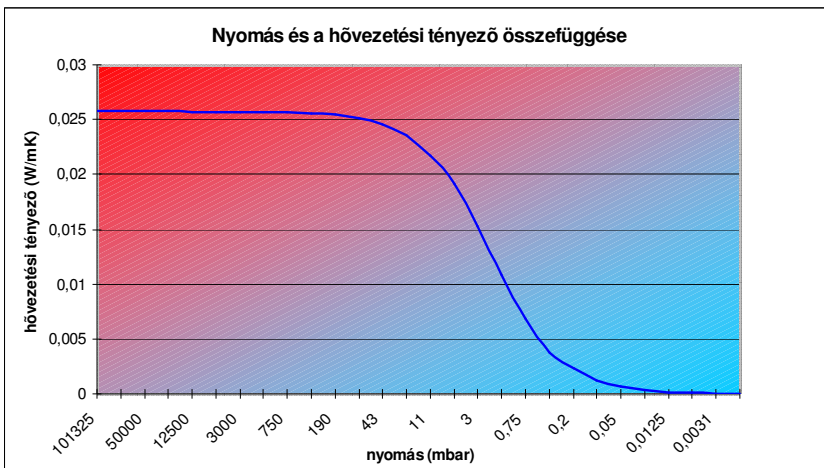
A vákuumpanel esetében a belső hőhidak nagyobb szerepet játszottak, mint a tükörpanel esetében, ennek köszönhetően a panel belső egyenértékű hővezetési tényezője $0,04 \text{ W/mK}$. Az eredmény egyezik a habos és szálas anyagok szokványos értékével.

A vákuumpanelos kísérletben igazoltam, hogy az elméletben levezettet nyomás és a hővezetési tényező közötti összefüggés helyes. Ezzel cáfoltam azt a nézetet, miszerint a hővezetési tényezőben már $50\text{-}100 \text{ mbar}$ nyomás értéken is jelentős változás következik be.

Az elmélet a kísérletekkel összhangban igazolta, hogy jelentős hővezető képességbeli változáshoz finom vákuum tartományba ($1\text{-}10^{-3} \text{ mbar}$) kell a nyomást csökkenteni.

A vákuumpanelos kísérlet során igazoltam a levegő nyomása és a hővezetési tényező közötti összefüggés elméleti levezetésének helyességét 2.ábra.

A kísérletek mindkét esetben további fejlesztések lehetőségét rejtik.



2. ábra

Tézisek:

1, Hat lépésből álló kísérletsorozattal kimutattam a hőszigetelő rétegeként beépített alacsony felületi emissziós tényezőjű fóliák számának hatását az egyenértékű hővezetési tényezőre. A fóliákat egy erre a célra kifejlesztett fából készült mérő panel hordozta, a mérések során a panel szerkezete változatlan maradt. A panel belsejében a fóliák száma 0, 2, 3, 5, 7, 11 volt. Azonos rétegvastagság mellett az egyenértékű hővezetési tényező a fóliák számának növekedésével asszimptotikusan tart a levegő hővezetési tényezőjéhez.

2. Kifejlesztettem egy olyan szigetelő panelt, amelynek szigetelési értéke, a hagyományos szálas és habos szigetelő anyagoknál lényegesen jobban megközelíti a nyugvó levegő hőszigetelő képességét (0,02778 W/mK). A panelban a légtér alacsony felületi emissziós tényezőjű fóliákkal osztottam 3 mm-es légrésekre. A 9 kifeszített fólia a sugárzásos hőátvitel jelentős részét kiküszöbölte és a keskeny légrés a konvekció kialakulásának lehetőségét minimalizálta.

3, Javaslatot tettem alacsony felületi emissziós tényezőjű fóliákból és poliészter gyöngyökből kialakított szigetelő szerkezet kialakítására tükörpaplan néven. A társított PE-alumínium fóliákra felragasztott azonos méretű poliészter gyöngyök tudják a megfelelő 3-5 mm-es távolságot tartani a fóliák között. A tükörpaplan 10 cm-es vastagságban alkalmazva ~40%-al nagyobb hővezetési ellenállást biztosít mint a 0,04W/mK hővezetési tulajdonságú ásványgyapot.

4. Merev fa-alumínium kompozit szerkezet segítségével olyan vákuumpanelt készítettem, mely alkalmas finom vákuum tartományban tartani a benne lévő nyomást úgy, hogy közben ipari környezetben is felhasználásra alkalmas. A panel belső felülete vákuumzáró alumíniummal kasírozott, míg külső felülete 6 mm vastagságú bükk rétegelt lemez.

Publikációk:**Előadások:**

Pásztory Z.: (1997) A Könnyűszerkezetes faházakban fellépő hőhidak és azok jelentősége Előadás V. Faipari Szaktalálkozó Székelyudvarhely (Románia)

Pásztory Z.: (2004) Wood Heat Energie: Interaction of wood with various forms of energy (3rd international symposium) Október 21-22, Zólyom (Szlovákia)

Pásztory Z.: (2004) Környezethasználat, környezeti erőforrások helyzete és lehetséges jövőbeli trendjei a Nyugat-Dunántúli régióban, MTA RKK Nyugat Magyarországi Tudományos Intézet, Győr,

Dolgozatok, cikkek:

Pásztory Z.: (2000) A hőszigetelés szerepe és típusai: VEAB régió doktorandusainak tudományos fóruma, Nyugat Magyarországi Egyetem kiadványa Sopron,

Pásztory Z.: (2001) A hőszigetelés szerepe a hőszigetelésben: Veszprémi Egyetem VEAB 2001-es kiadványa

Pásztory Z.: (2002) Az ajtó és ablakszerkezetek szerepe az épületek hőszigetelésében: Építési piac 2002 augusztus 26-29.

Pásztory Z.: (2002) A hőszigetelés szerepe és típusai: Építési piac, 2002 szeptember 33-35.

Pásztory Z.: (2003) Hőhidak a könnyűszerkezetes faházban I., Építési piac 2003 március, 91-96.

Pásztory Z.: (2003) Hőhidak a könnyűszerkezetes faházban II., Építési piac 2003 április, 32-35.

- Pásztory Z.: (2004) Környezethasználat, környezeti erőforrások helyzete és lehetséges jövőbeli trendjei a Nyugat-dunántúli régióban, helyzetfeltáró és értékelő tanulmány, MTA RKK Nyugat-Magyarországi Tudományos Intézet felkérésére, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Környezeti Kompetencia és Innovációs Központ, Sopron,
- Pásztory Z.: (2004) A hazai faanyag minőségi sajátosságainak vizsgálata, Erdő-Fa nemzeti kutatási fejlesztési program, 3.2 alfejezet, Sopron
- Pásztory Z.: (2004) Az erdővagyon és a faanyag-hasznosítás fejlesztésének integrálása a vidékfejlesztés programjába, 8.2. alprojekt: Térségi szemléletű együttműködés alapanyag-, termék- és kapacitás-feltételeinek meghatározása, az erdészeti és faipari klaszterek, mint a vidékfejlesztés eszköze, Erdő-Fa nemzeti kutatási fejlesztési program, 8.2 alfejezet, Sopron
- Pásztory Z.: (2004) Kurjatko, J.Kudela (szerk.), Interaction of wood with various forms of energy, konferencia kiadvány, Zvolen
- Pásztory Z. (2007) Hőszigetelés fejlesztési lehetőségei „Tükörpanel”, Faipar, megjelentetésre elfogadva.

Könyv részlet:

- Molnár S. (szerk.) (2006), Fahibák és fakárosítások, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron 2006.
- Molnár S. Várkonyi. G. (szerk.) (2007) Parketták, fapadlók, Szaktudás Kiadóház Zrt. Budapest,

Szabadalmak:

- Pásztory Z.: (1996) Fa lépcsőszerkezet, Használati mintaoltalom, lajstromszáma: U 96 00034, 1996. február 16.

Pásztory Z.: (2006) Fából és műgyantából készült burkolat, valamint eljárás előállítására, beadott szabadalom, Elsőbbségi nap: 2006. 11. 20. P0600850