

Kompozitok és habok alkalmazása az építőiparban

Az építőipar a műanyagok felhasználásának második legnagyobb területe. A hagyományos alkalmazásokon (ablakkeret, csövek stb.) túlmenően napjainkban a hőszigetelő anyagok és a kompozitok fejlesztése került előtérbe.

Tárgyszavak: epoxigyanta; erősítőszálak; építőipar; hőszigetelés; szénszál; üvegszál; kompozitok; PVC.

Európában az építőiparban felhasznált műanyag mennyisége a 2004. évi 9,6 millió tonnáról 2007-re 11 millió tonnára nőtt. Ezt a növekedést a válság éveiben visszaesés követte, 2009-ben ismét csak 9,1 millió tonna volt, majd 2010-ben a növekvő kereslet közel 10 millió tonna felhasználáshoz vezetett. A *műanyagok aránya* az építőanyagok piacán azonban a mennyiségi visszaesés közepette is folyamatosan nőtt, és ma már kb. 15%-ot tesz ki.

A műanyag-felhasználásban a csomagolás után az építőipar a második legnagyobb alkalmazási terület mind Európában, mind az Egyesült Államokban. Az építőiparban a műanyag-felhasználás növekedését segíti a hagyományos anyagoknál kisebb tömeg, az egyszerű alkalmazás, továbbá az egyre bővülő és az igényeknek egyre jobban megfelelő kínálat. A műanyagokat hosszú évek óta használják csővezetékként, ablakok, ajtók, tetőfedő anyagok gyártásánál és folyamatosan nő a szigetelések mennyisége is. Ezen hagyományos területek mellett intenzíven fejlesztik a kompozitok építőipari alkalmazását.

Hagyományos építőipari alkalmazások

Az épületek energiafelhasználására vonatkozó szabályok egyre szigorodnak, ami elősegíti a műanyag hőszigetelő anyagok használatát. *Az Európa Bizottság 2010. májusban életbe lépett direktívája szerint 2021-től kezdve az új épületeket „közel nulla energia” igénnyel kell majd építeni.* Az Egyesült Államokban az Energiaügyi Minisztérium szintén egy sor programot indított a kereskedelmi és a lakóépületek energiahatékonyságának növelésére. Az épületek energiaigényének csökkentése érdekében egyre nagyobb mennyiségben használják a műanyagokat az épületek szigetelésében. Szigetelésre sokféle anyag használható: ásványgyapot, üveghab és a műanyaghabok, polisztirolból és poliuretánból. A szigetelőanyagokat használják szilárd panelként, for-

madarabként, de injektálható habképző folyadék formájában is, ami lehetővé teszi a nehezen elérhető rések, szögletek kitöltését.

A műanyaggyártók európai szövetsége, a **Plastics Europe** adatai szerint a műanyaghabok ökológiai szempontból lényegesen kedvezőbbek a konkurens anyagoknál, mivel a gyártásukhoz 16%-kal kevesebb energia szükséges, és eközben 9%-kal kevesebb üvegházhatást előidéző gázt bocsátanak ki.

A zárt cellás szerkezetnek köszönhetően a PS és a PUR habok szigetelési képessége ráadásul azonos vastagság esetén jobb a konkurenséknél. Ez a teljesítmény tovább javítható akár kisebb módosításokkal is. A **BASF** például finoman diszpergált grafitrészecskék hozzáadásával a poliuretánhabok egységnyi vastagságra eső szigetelési teljesítményét 20%-kal növelte. A fenti két gyakran használt polimer mellett más műanyagok is használhatók hőszigetelésre. Kifejezetten innovatív a BASF nitrogénben gazdag melaminból készülő *Basotect* nevű műanyaghabja. Ez a polisztiroltól eltérően nyitott cellájú habszerkezet, aminek köszönhetően nagyon kicsi a fajsúlya, és nagyon jó a hangszigetelő képessége is.

Természetesen nemcsak az új épületeknél, hanem a régiek szigetelésénél is használhatók a műanyagok. Ez utóbbira jó példa egy 210 éves favázas ház szigetelése extrudált polisztirolhabbal (XPS), amelynek fűtéséhez felhasznált fűtőolaj mennyisége éves szinten a harmadára csökkent az utólagos szigetelés eredményeképpen. A Plastics Europe kiszámította, hogy a *műanyag szigeteléssel négy hónap alatt lehet megtakarítani annyi energiát, amennyi az előállításához kell.* A 2004-ben Európában eladott műanyag szigeteléssel a szövetség adatai szerint 9500 GJ energiát takarítottak meg, ami megfelel 800 nagy olajszállító tartalmának.

Az építőipari műanyag-alkalmazások legnagyobb területe a – főleg PVC és PE – csővezetékek gyártása, amely az összes építőipari műanyag-felhasználás 35%-át adja. Az amerikai **Freedonia** csoport 2011. februárban készített tanulmánya szerint a csővezetékek amerikai piacán még mindig az acélcsöveket használják a legnagyobb mennyiségben, azok adják a piac 46%-át, a műanyag csövek részesedése csak 27%. A Freedonia a műanyag csövek világpiacon 7,3% éves növekedést prognosztizált a 2010 és 2015 közötti öt évre, aminek az eredményeképp a csőgyártásra felhasznált mennyiség el fogja érni a 20,3 millió tonnát. Sok alkalmazásnál, pl. az ivóvízvezetékeknel egyértelmű előnyei vannak a műanyagnak az acéllal vagy a betonnal szemben, hiszen könnyebbek, hajlékonyabbak és nem korrodálnak, belső felületük simább és olcsóbbak is.

Ha a cső maga nem is készül műanyagból, a csővezetékeknel gyakran alkalmaznak műanyag bevonatot. Például az olaj- és gázvezetékeket műanyaggal vonják be a korrózió megelőzése és a hőszigetelés céljával. Az olajnál magas (130 °C), a folyékony gáznál alacsony hőmérséklet (-162 °C) tartása a cél. Vastag poliuretántokok védik a csővezetékek darabjait összekötő csatlakozásokat is.

Ezenkívül nagy mennyiségben használnak műanyagot ablakok, ajtók és tetők gyártására is, amelyeknél az energiahatékonyság szintén fontos szempont. *Egy átlagos ház ugyanis a fűtési, illetve a hűtési energia 30%-át az ablaknál veszíti el.* Ismeretesek olyan eljárások, amelyekkel az ablaküveg hőátteresztő képessége csökkenthető, azon-

ban az energiaveszteség 25%-áért az ablakkeret a felelős. A két legnépszerűbb anyag ezen a területen a fa és a PVC. Az utóbbi ma már az európai ablakprofil gyártás 63%-át adja. Jelentős piaci részesedéssel, 23%-kal bír az alumínium is. A fa és a PVC hővezető képessége nagyjából egyforma, de a PVC ablakok hőszigetelése javítható, ha műanyaghabot építenek be a profilba.

A párizsi JEC 2011 kiállítás egyik innovációs díját egy új, biobázisú alapanyagokból gyártható kompozit ablakprofil kifejlesztéséért kapta a francia **Innobat** (Montpellier) K+F központ és az olasz **Topglass** pultrudált profilokat gyártó cég. Az új *Biopox 65* üreges ablakprofil 65% hosszú lenczállal erősített bioalapú epoxigyanta kompozitból gyártják pultrudálással. A kész profilok 75%-ban bioalapúak. Az új „zöld” ablakprofil jó mechanikai és termikus tulajdonságokkal rendelkezik, és alkalmas akár a PVC, akár az alumínium helyettesítésére. Az új kompozit nagy hajlítási modulusa feleslegessé teszi a PVC-nél szükséges erősítést. Tulajdonságai közel vannak az üvegszál-erősítésű kompozitokéhoz. Mindezek alapján az Innobat öt éven belül 3%-os részesedés elérését tervezi az ablakprofilok piacán.

A *PVC tetőfedő elemek* legnagyobb előnye, hogy világos színű, a napsugárzásnak akár 80%-át visszaverni képes tető is gyártható belőlük, míg pl. az Egyesült Államokban nagyon elterjedt bitumenes, sötét színű tetők nagyon sok hőt nyelnek el, és emiatt nyáron akár 85 °C-ra is felmelegedhetnek.

Kompozitok építőipari alkalmazása

A kompozitokat kiváló mechanikai tulajdonságaik alapján döntően acél és beton kiváltására használják. Leggyakrabban a hidak építésénél írnak arról, hogy a műanyagkompozitok egyre inkább konkurenciát jelentenek a hagyományos építőanyagoknak, bár ma még a kompozitból készülő hidak gyártási költségei a magasabbak. Európában az első szálerősítésű műanyagkompozitból készült hidakat Spanyolországban építették meg: 2004-ben a *Pumacon* hidat, majd 2008-ban a *HP Future Bridge M111* hidat. Az eddigi hídépítések tapasztalatai és a számítások azt mutatták, hogy kézi kivitel esetén 25%-kal, automatizált gyártással 5%-kal magasabbak a gyártási költségek a hagyományos hidakkal összehasonlítva.

Az *FP7-es keretprogram* új projektje, a *Trans-IND* olyan megoldások kidolgozását tűzte ki célul, amelyekkel a kompozithidak az acélhidakhoz képest 10%-kal olcsóbban gyárthatók. A projekt koordinátora a lengyelországi építővállalat, a **Motostal Warsaw**, részt vesznek benne az ipar részéről a **Huntsmann**, az **Acciona** és az **ACG Advanced Composites Group**, valamint több kutatóintézet, köztük a **Fraunhofer IPA**, a **Drezdai Műegyetem** és a holland **TNO**. A projekt keretében üveg- és szén-szál-erősítésű epoxikompozitból gyártott, különböző alakú (nyitott, zárt és U alakú), 9–40 m hosszú profilokat kívánnak használni. A projekt 2013-ban fejeződik be.

A JEC 2011. infrastruktúradíjával is egy spanyol híd építését jutalmazták. A díjat a spanyol **Acciona Infrastructures** cég kapta a Manzanares folyó felett átívelő kompozit gyaloghídjáért. Az U keresztmetszetű tartógerendát szénszállal erősített epoxigyantából készítették. A tartó gyártása 15 napot vett igénybe, beillesztése azonban már

csak két órát. Egy ilyen betonhíd megépítéséhez 28 napra van szükség. Az egy darab-ból álló 44x5x1,2 m méretű tartógerenda tömege 25 tonna. Ez éppen fele az azonos méretű hagyományos betonhidénak. Az Acciona még két ilyen hídra kapott megbízást Spanyolországban, és reménye van tíz kompozithíd megépítésére Afrikában a következő két évben.

Sikeres hídfelújítást végeztek a **BASF Elastogran** által kifejlesztett *SPS (Sandwich Plate System)* szendvicsrendszerével Kanadában, ahol egy százéves 236 m hosszú, 8 m széles ötpilléres acélhidat kellett renoválni a 17 000 gépkocsi/nap forgalom zavartalan kiszolgálása érdekében. A SPS rendszer két vékony acéllemezből és közöttük egy vastagabb *Elastocore* poliuretánrétegből áll, amelyet egyszerűen injektálással visznek be a két lemez közé. A szendvics vastagsága 45 mm. Ez a szendvics szerkezet jobban ellenáll a mechanikai igénybevételeknek, mint a hagyományos hosszirányú bordákkal erősített acélszerkezet, ahol a hegesztési pontok mindig potenciális gyenge helyeket jelentenek. A szerkezet saját tömegének csökkenése is előnyt jelentett, mivel így a tartó rácsszerkezet erősítése kisebb követelményeket támasztott. A híd felületének kicserélése az SPS lemezekkel a szokásos 18 hónapról 12 hónapra csökkentette a felújítás időtartamát. SPS paneleket használtak a londoni olimpia *Aquatics* központjának teraszán a padló kialakítására is, ahol a kis tömeg és az egyszerű szétszerelhetőség volt a követelmény.

A magasépítészetben, az épületekben is egyre gyakrabban alkalmazzák a kompozitokat. Jellegzetes alkalmazás az Egyesült Államokban az előre gyártott vázszerkezetes falaknál a szilárdságot adó acélrudak (wall studs) helyettesítése kompozit profilokkal. Itt a kompozit az acélrudakkal szemben egy sor előnyt jelent. Mindenekelőtt nem rozsdásodik, és használatával elkerülhető a hőhid képződése. A kompozitok lehetővé teszik az előre gyártott modulokból történő építkezést hasonlóan a lapra szerelt bútorok megépítéséhez. Például a floridai **InnoVida** cég üvegszál-erősítésű kompozitlemezeiből kevesebb mint három nap alatt megépíthető egy ház.

A kompozitok alkalmazásával az építésszek nagy tervezői szabadságot nyernek. Olyan formákat képesek létrehozni, amelyek hagyományos építőanyagokkal nem lehetségesek. Így például a milánói repülőtér **Sheraton** szállodájának íves külső falát üvegszállal erősített kompozittal borították. Üvegszál-erősítésű szendvicslemezekből építették a montevideói repülőtér új utastermináljának tetejét. A kivitel a forma tekintetében komoly kihívást jelentett, mert a tervező egy siklóernyőt idéző tetőt álmodott háromíves tengellyel. Ez az alkalmazás is díjat kapott a JEC 2011 kiállításon.

Rendkívül kreatívan tudják használni a tervezők a textilalapú többrétegű anyagokat a legkülönbözőbb formájú *ún. membránépületek* megalkotására. Jó példa erre a *Chanell Mobile Art* futurisztikus formájú pavilonja, amelyet PVC-vel bevont poliészterszövetből készítettek, és amelyen a tetőablakok átlátszó ETFE (etilén/tetrafluor-etilén) fóliából vannak. Egy másik avantgárd épület a müncheni *Allianz Arena*, egy futballstadion, amely 2874 darab ETFE fóliából készült felfújt romboidelemből áll.

A fejlesztés természetesen tovább folyik a műanyagalapú építőanyagok területén. A textilerősítésű műanyag fóliában vezetőképes műanyagot alkalmazva lehetővé válik a tekercsben kapható és egyszerűen kezelhető hajlékony napelemek kifejlesztése.

Ugyancsak a vezetőképes műanyagok segítségével lehet szenzorokat beépíteni a falba, amelyek folyamatosan jelzik az építmény állapotát, ami különösen bizonyos kockázatot jelentő építményeknél, például gátaknál, támfalaknál lehet fontos.

Kompozittechnológiai fejlesztések

A 2011. évi JEC kiállításon is jelentős, a kompozitok gyártását előre vivő innovációkat mutattak be, amelyek természetesen segíthetik a műanyagok építőipari alkalmazását is. Az **Owens Corning Vetrotex (OCV)** a pultrúziós alkalmazásokra kifejlesztett *Xstrand H* üvegszálrovingot mutatott be, amely a szokásos E-üveghez képest 15%-kal merevebb, 20%-kal nagyobb a húzószilárdsága, tízszer nagyobb a kifáradási szilárdsága. Nagyobb az erős savakkal szembeni ellenállása is.

A PUR feldolgozásához gépeket gyártó **Hennecke** és a **Bayer MaterialScience** közös fejlesztéseként új, légárammal működő szórásos eljárást mutattak be, amellyel szilárd részecskéket adagolnak a habba, elválasztva a polioltól és az izocianáttól. Az elválasztás egy sor technológiai lehetőséget teremt. Lehetővé teszi reaktív és porózus, könnyű és nehéz szilárd anyagok, például szárított expandált granulátum és bárium-szulfát adagolását az el nem reagált komponensektől függetlenül. Változtatni lehet továbbá a szilárd komponenst egy adott rétegen belül vagy egy szendvicsszerkezet több rétege között.

A **DSM Composite Resins** egy új vinilésztergyantával, az *Atlac 5200 FC* típusal jelentkezett. Ez az új gyanta teljes mértékben kielégíti az élelmiszerekkel és ivóvízzel érintkező anyagokra vonatkozó európai előírásokat. Így az új anyag használható olyan tartályok és vezetékek gyártásához, amelyek élelmiszerral és ivóvízzel kerülnek kapcsolatba.

Innovációs díjat kapott egy textilgyártó cég, az angol **Sigmatex**, amely szénszálból készít erősítő szerkezeteket a kompozitipar számára. A JEC innovációs díját egy szénszálrovingból készített háromdimenziós szövött erősítő szerkezet előállításáért kapta. Kifejlesztették az ehhez szükséges szerszámot és az infúziós eljárást is. Az új technika segítségével komplex formájú, szénszállal erősített kompozit építőelemeket lehet előállítani, amelyek új lehetőségeket nyitnak többek között a hidak javításában.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Evans, J.: Building with Plastic = Plastic Engineering, 67. k. 7. sz. 2011. p. 10–17.

Plastic Pipe = Plastic Engineering, 67. k. 7. sz. 2011. p. 16.

Vink, D.: New materials bridge the divide = European Plastics News, 38. k. 6. sz. 2011. p. 15–16.

SPS bridge renovation wins Canadian award = European Plastics News, 38. k. 11. sz. 2011. p. 28.