

Épületfizikai kérdések

A rohamosan emelkedő energiaárak kapcsán egyre nagyobb szerepet kap épületeink utólagos hőszigetelése, amely sajnos gyakran előkészítetlenül történik meg. Ennek köszönhetően a folyamatot kiváltó épületkárok (például penészedés) a felújítás után sem szűnnek meg.



Dér István

Épületszigetelő szakmérnök, első diplomáját 1991-ben a József Attila Tudományegyetem Természettudományi Szakán szerezte, majd 2002-ben a BME Építésztechnika Kar épületszigetelő szakmérnök szakán szerzett oklevelet. 2008 óta a DER Bt. ügyvezetője.

Minden esetben meg kell előznie a felújítást egy olyan minimális épületdiagnosztikai előkészítési fázisnak, amely az épületszerkezetek típusát, anyagát és fizikai állapotát feltárja, majd ennek függvényében ad javaslatot a felújítás lépéseire.

A nem iparosított technológiával épített hőszigetelésre váró épületek nagy többsége vízszigetelési problémával is küzd, így e kérdés megoldása minden esetben elsődleges feladat. A falazatok hőtechnikai paraméterei a nedvesgéptartalom növekedésével rohamosan romlanak. Így például az erősen nedves tömör téglafal hőszigetelő képessége kevesebb, mint tizede a száraz falazaténak, amely feltehetően önmagában, száraz állapotában sem felelt meg a követelményrendszernek.



A falazóanyag roncsolódása a nedvesség és sókorrózió miatt



A LÁTHATATLAN ELLENSÉG

A falazatok nedvesedésénél hajlamosak vagyunk csak az olyan nedvességforrásokat figyelembe venni, amely a falazat és a folyékony víz kontaktérintkezéséből származnak (talajvíz, rétegvíz, homlokzatot érő csapónedvesség, kapilláris vízfelszívás stb.), de nem számolunk azzal a móddal, ahol a folyadéktranszport gőzfázisban történik meg (higroszkópos vízfelvétel, felületi és kapilláris kondenzáció).

Ez utóbbi jelenségek „alattomosabbak”, hiszen nem kell vízben állnia a szerkezetnek ahhoz, hogy a felületre érkező gomba spórák hyphát növelesszenek. Átlagos szilikát szerke-

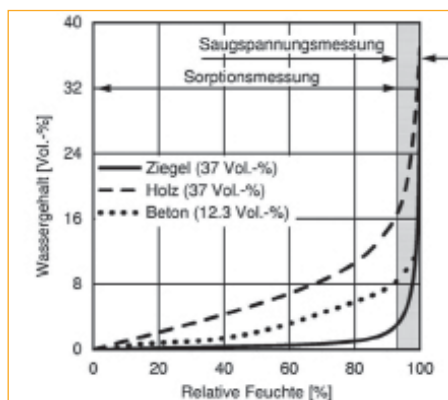
zet esetén elegendő 3-5 napon keresztül napi 12 órán át 75 százaléknál magasabb relatív páratartalom ahhoz, hogy a gombatelepek a kapillárisokban kondenzálódott vizet használják éltető elemként. A fény, a hőmérséklet és egyéb viszonyok csupán másodlagosak. Természetesen így könnyen sejthető, hogy a vízfelszín kontaktérintkezésén alapuló nedvesedési jelenségek okozta nagyságrendileg nagyobb folyadéktranszport milyen elsődleges és másodlagos épületkárokat okoz.

A szorpciós izoterma leírja, hogy egy-egy anyag a környező levegő páratartalmának függvényében mennyi nedvességet vesz fel. Ezen görbe inflexiós pontja a kapilláris kondenzációs határon van, azaz a kapillárisokban kialakult kötött vízfilm robbanásszerűen itt kezd el vastagodni, a nedvesedési görbe emelkedése meredekké válik. A kapilláris kondenzációs jelenségek már igen kis, nanométeres kapilláris átmérőnél jelentkeznek, míg a jól ismert kapilláris vízfelszívás elsősorban a 10⁻⁴–10⁻⁷ méteres mérettartományra jellemző. Természetesen ezen pórusátmérők, kapilláris sugarak csak elméleti jellegűek, és a pórustérfogat, valamint a belső felület viszonyából számíthatóak. A porozitás, a sűrűség és vízfelvétel egymással szorosan összefüggő alapadatok.

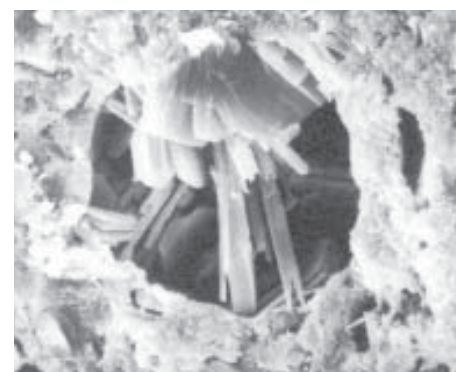
A falazat nedvesedése nemcsak a hővezető képesség rohamos növekedésével és az esetlegesen fagynak kitett szerkezetek kifagyásával okoz jelentős problémát, hanem a kapillárisokban áramló folyadék víztartalmának elpárolgása során kiváló sók kristályosodási nyomása és a kivált sók átkristályosodása miatt is.

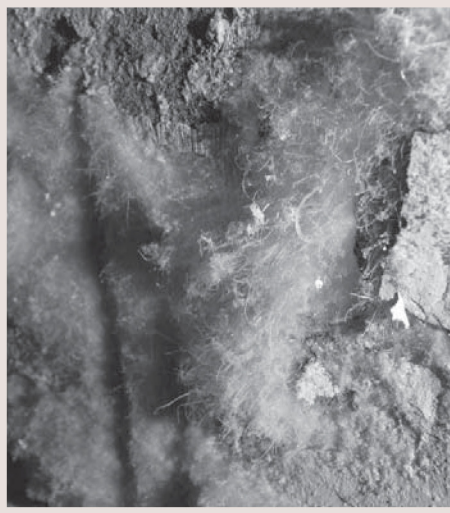
Itt is szinte csak mindig az első jelenséggel foglalkozunk, hiszen ez jól nyomon követhető, látványos folyamat. A sóoldat víztartalma elpárolog, és az oldott só, minőségének megfelelő kristályformában megjelenik a határfelületen. Természetesen, ha a fázisváltás a pórusokban

Szorpciós izotermák



Sókrisztály a felújító vakolat pórusában elektronmikroszkópos felvételen





Tűs formában kikristályosodó épületkárosító sók

történik meg, akkor is történik kristályosodás, de ezt a hétköznapi szemlélő nem érzékeli egészen addig, amíg a felület (például vakolat) külső felületén meg nem jelennek a kivált sókristályok. Ez a jelenség a szerkezet teljes tönkremenetelét jelzi. Ezért kell kötelezően alkalmazni például egy utólagos talajnedvesség elleni vízszintes falszigetelés után olyan speciális vakolatot, amely pórus szerkezete, hidrofobitása és egyéb tényezők miatt képes megakadályozni a párolgási front bejutását a szerkezetbe vagy a kivált sókristályokat tárolni addig az ideig, amíg a bezárt nedvesség távozik a falazatból. Ha a kiszáradási idő végéig nem jelentkeznek a kivált sókristályok a felületen, a vakolat betöltötte funkcióját.

A kristályosodási nyomásértékek elsősorban a só típusától, a sóoldat koncentrációjától és a hőmérséklettől függenek. Ezek speciális esetben a 100 N/mm² értéket is elérhetik, de hétköznapi körülmények között is átlagosan 20-30-szorosan haladják meg a téglafalazatok húzószilárdságát. Különösen érdekesek a tűs alakban kristályosodó sók, amelyeknek

kristályosodási nyomása egy meghatározott térirányban jelentkezik elsősorban, ezek képek akár a csempeburkolatot is „átütni”. Nem szabad itt sem megfeledkezni a kivált só kristályformájáról, hiszen ezek különböző mennyiségű hidrátvizet tartalmazó formában képesek megjelenni. Elegendő a külső páras környezettel érintkezniük, máris elindul egy térfogatváltozással járó átkristályosodási folyamat, amelynek során szintén a húzószilárdság többszörösét meghaladó erők lépnek fel.

A nitrátok szobahőmérsékleten már 50 százalékos relatív nedvességtartalomtól higroszkópos tulajdonságokat mutatnak, míg a kloridok általában 70 százalék, a szulfátok csak 80 százalék relatív nedvességtartalom felett aktívak.

Ezért kell a száradási folyamatok után esetlegesen megjelenő felületi sókiválások miatt a vakolatot is lecserélni még akkor is, ha a szerkezet további nedvességet már nem kap, de a vakolat érintkezik a páras levegővel.

A csempeburkolatot roncsoló kristályosodási folyamat



CEMENTBACILUS, MÉSZKUKAC ÉS EGYÉB KÁRTEVŐK

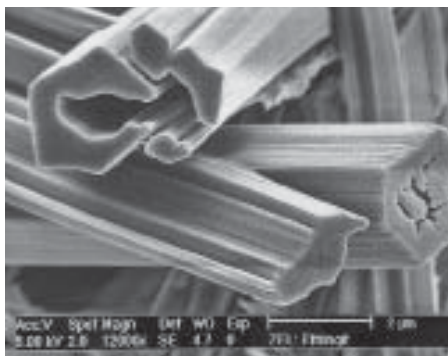
Nemcsak azon jelenségek károsítják a vakolatokat, amelyeknél a sók kémiaiilag nem lépnek kölcsönhatásba az építőanyagokkal, hanem azok is, amelyeknél kémiai korrózió is fellép. A vakolatok és betonszerkezetek esetén elsősorban a szulfátkorrózió a domináns jelenség, amelynek során a gipszképződésen túl a kötőanyag Al és Si tartalmának függvényében ettringit vagy thaumazit keletkezik.

E folyamatok során a kiindulási anyagok térfogata mintegy 8,8-szeresére növekszik. Az ettringit képződése annak ellenére szerkezetkárosító



A szegei Szent Miklós katolikus templom belső vendégfalas szárítási rendszere

folyamat, hogy a beton hidratációs folyamatában a kezdeti szilárdság kialakulásában is döntő szerepe van. Amíg azonban a beton szilárdulása során egy amorf lágy anyagban történik meg az ettringit képződés, addig a szulfátkorrózió során már egy kikötött cementmátrixban



Ettringit a Weimari Egyetemen készült 12 000-szeres nagyítású elektronmikroszkópos felvételen

játszódik le a duzzadás. Ehhez képest az egyéb térfogatváltozással járó korróziós folyamatok szinte „eltörpülnek”: magnéziaduzzadás 2,2-szeres; alkáliduzzadás 2-szeres, mészduzzadás 1,7-szeres térfogatnövekedéssel jár. Ne felejtjük el, hogy a már 2,2-szeres térfogatnövekedéssel járó magnéziaduzzadást is kihasználják a csendes bányaművelésben vagy épületek robbantás nélküli bontásánál. Az alkáli duzzadás jelensége miatt is igen sok „Martin-salakos” házat kellett lebontani. Így érthető, hogy az ennél négyszer nagyobb térfogatváltozással járó szulfátkorróziós folyamatok elleni védelem kulcsfontosságú.

SZIGETELNI VAGY NEM SZIGETELNI

E jelenségek hatásait összegezve egyértelmű a válasz a gyakori kérdésre, hogy szabad-e szigetelni műemléképületeinket vagy sem. Igen, szabad és szükséges is annak ellenére,

hogy vannak olyan, a falazat vagy a lábazat száradását elősegítő kiegészítő módszerek, amelyek a párolgási zónákat a talajszík alá vagy a látható falazat külső síkja mögé igyekeznek eltolni.

E törekvések csak bizonyos feltételek mellett hoznak eredményeket, és nem tekinthetők önálló szigetelési módszerek. Az állandó párolgás, a korábban felvázolt nedvesség- és sótranszport folyamatok miatt károsíthatják az épületszerkezeteket. Különösen igaz ez akkor, ha a szerkezetek szárítását a külső, kezeletlen levegővel kívánják megoldani. Így nyáron a magas hőmérsékletű, záporok utáni nagy nedvességtartalmú, párás levegő a belső szerkezetbe vagy légtérbe jutva gyorsan lehűl, relatív páratartalma hamar eléri a kritikus 75 százalékos kapilláris kondenzációs határt, majd továbbhűlve a felületeken a harmatponti hőmérséklet alatt felületi kondenzációt is okozhat. Így a bejuttatott levegő köbméterenként akár 2-5 gramm nedvességgel is növelheti a szerkezetek nedvességtartalmát. Csak az éves mérleg az, amely megmutathatja e szárítási módszerek hatékonyságát. Ennek elkészítése során az elpárologtatott nedvesség mennyiségét kell összevetni a kapilláris úton felszívott és a kondenzálódott (kapilláris kondenzáció + felületi kondenzáció) nedvesség mennyiségével. E módszerek hatékonyságát növelni lehet a higrométer szabályozású légbevezetéssel, valamint a szárításra használt levegő előkezelésével is.

Elsődleges cél tehát a felújítások során a külső hatásokat teljes körűen feltáró, épületdiagnosztikán alapuló, a szigetelési követelményrendszereket figyelembevevő rendszerrelvíz- és hőszigetelési rendszerek alkalmazása.

Fugyvásárhelyi református templom „falszárítási” módszere

