

Capitolul 4

Materiale de construcție

Ana-Maria Dabija

Fără să ne propunem a intra în prea multe detalii, vom face o foarte scurtă prezentare a unora dintre materialele de construcție ale căror defecte cunoscute ar trebui să conducă la utilizarea lor cu măsură, știindu-se limitările pe care aceste materiale le au.

Piatra naturală

Fiind unul dintre materialele de construcție cele mai dragi omului, piatra naturală a fost utilizată pentru construcții încă din antichitate.

Din punct de vedere geologic, există trei mari categorii de roci: *eruptive*, *sedimentare* și *metamorfice*.

Rocile eruptive sunt formate prin răcirea magmei topite. 98% din elementele care alcătuiesc rocile eruptive sunt oxigen, siliciu, aluminiu, fier, calciu, sodiu, potasiu, magneziu. Sunt cele mai dure roci. Din categoria rocilor eruptive se pot aminti granitul, dioritul, sienitul, bazaltul, porfirul, tufurile vulcanice.

Din punct de vedere al modului de formare, există rocile *intruzive*, care se formează în adâncul pământului, în timp îndelungat și cele *extruzive (vulcanice)* [1].

Rocile intruzive s-au format într-un timp mult mai îndelungat, răcirea în interiorul pământului fiind mai lentă, ceea ce a condus la formarea cristalelor de dimensiuni mari. Despre

¹ <http://www.cliffsnotes.com/WileyCDA/CliffsReviewTopic/Extrusive-Rock-Types.topicArticleId-9605,articleId-9470.html>

aceste tipuri de roci, cu cristale vizibile, se spune că au structură phaneritică. În categoria aceasta se încadrează granitul și grano-dioritul, gabroul.

Rocile porfirice au o structură de cristale de dimensiuni mari încadrate între cristale mici. Temperaturile diferite de topire și timpul diferit de formare a cristalelor face ca această structură amestecată să coexiste. Un alt scenariu este că, aruncate la suprafața pământului în timpul erupției vulcanilor, partea exterioară s-a răcit brusc și de aici apariția de cristale mărunte. Reprezentant al acestei clase este porfirul.

Rocile *pyroclastice* sunt cele care sunt realizate exclusiv din materiale vulcanice. *Tufurile* sunt astfel de roci.

Obsidianul, rocă neutilizată în construcții, este tot de proveniență eruptivă, dar are structură vitroasă, deoarece, urmare a răcirii bruște (tot prin expulzare în timpul erupțiilor vulcanice), nu a avut timp să cristalizeze.

Bazaltul are cristalele atât de fine încât nu pot fi văzute cu ochiul liber. Cauza este aceea că procesul de răcire a avut loc foarte aproape de scoarța pământului și a fost relativ scurt. Bazaltul este o rocă eruptivă *extruzivă*. În structura bazaltului domină componentele fero-magneziene, care și dau culoarea închisă acestuia.

Granitul este alcătuit din cuarț, feldspați și mică. Gama cromatică este foarte largă, de la roz la negru, trecând prin roșu, verde, albastru, brun [2].

² http://www.buildingstoneinstitute.org/tech_practices.html#commonstone

În general se consideră că granitul este un material pentru placaje care nu a dat greș. Greș...it! În capitolul *Clădiri și defecte* se va vedea la ce ne referim.

Se cunosc exemple (a se vedea mai jos) de plăci de calcar care s-au deteriorat, de marmură care s-au curbat dar și de granit care s-a pătat. Este adevărat că unele tipuri de marmură albă suferă în anumite situații un fenomen de curbare dar ... există cercetări care arată că și placaje cu roci granodioritice s-au curbat [3].

Ca orice material, piatra este supusă dilatărilor termice și din umiditate (a se vedea capitolul *Agenți de mediu*). Studiind tabelul cu coeficienții de dilatare liniară din capitolul menționat se poate observa că granitul este piatra cu cea mai mare dilatare liniară dintre cele enumerate.

Influența materialelor constitutive asupra comportării ca răspuns la acțiunea agenților de mediu este foarte mare. Contează totul: compoziția mineralogică, tipul, orientarea și dimensiunea granulelor, porozitatea pietrei, culoarea. O culoare închisă va implica automat o temperatură mai mare pe suprafața placajului, dacă acesta este orientat est, vest sau sud.

Cercetările echipei menționate anterior (nota de subsol 3) precizează că pe suprafața de piatră, vara temperatura ajunge să fie cu circa 10 grade mai mare decât temperatura aerului. Temperatura măsurată pe suprafață a fost de +55°C, ceea ce înseamnă că variația de temperatură iarnă – vară poate atinge

³ Alenka Mauko, Breda Mirtič, Ana Mladenovič, Bent Grelik *Deterioration of the Granodioride Façade – case example Maximarket, Ljubljana*, în RMZ Materials and Geoenvironments, Vol. 53, No. 1, pag. 23–37, 2006

60°C. Un calcul matematic simplu, pornit de la coeficientul de dilatare termică, a arătat că dilatarea maximă a unei plăci de granit de 1m poate atinge 0,36mm, ceea ce este foarte mult. Deși granitele au o permeabilitate redusă la apă (între 0,004% și 0,009%), continua umezire și uscare are un efect defavorabil asupra plăcilor în combinație cu temperatura ridicată, deoarece creează o presiune asupra pereților granulelor, determinând deplasarea lor. Urmările pot fi văzute în capitolul *Clădiri și defecte*.

Rocile sedimentare sunt formate de depozite de materiale cimentate sau necimentate.

Sedimentarele pot fi împărțite și ele în trei clase:

- *sedimentare clasice*, realizate din fragmente de minerale și roci provenite în urma unor procese de dezagregare; exponentele acestei clase sunt *breciile* și *gresiile*;

- *sedimentare chimice*, rezultate în urma unor procese biologice sau chimice, din resturi de animale sau plante, în general sub apă (în apa de mare sau în lacuri); roci reprezentative pentru această categorie sunt *calcarul*, *dolomita* (calcar cu procent mare de magneziu), *travertinul* (de fapt tot o varietate de calcar, format „la gura unor izvoare termale bicarbonatate care ies din calcare sau traversează roci bogate în carbonați, ioni de carbonat de calciu ca și dioxid de carbon”^[4])

- *sedimentare organice*, unde componentele sunt exclusiv organice (plante și animale); reprezentantul „comun” al acestei categorii este *cărbunele*.

4

<http://ro.wikipedia.org/wiki/Travertin>

Între rocile sedimentare cel mai des utilizate în construcții sunt calcarul, travertinul și gresiile.

În ceea ce privește comportarea în timp a calcarelor, este cunoscut faptul că, cu cât grosimea plăcii scade, cu atât mai predispusă la rupere este placa.

Un caz relativ cunoscut este cel al unui placaj subțire din calcar (Palais de Justice, Bordeaux, terminat în 1998) care, datorită tratamentului de sablare, a pierdut o bună parte din rezistența la încovoiere, ceea ce a făcut să nu poată prelua sarcinile orizontale specifice zonei în care era amplasat [5].

Rocile metamorfice. Acestea sunt roci care au suferit un proces de metamorfoză la temperatură și presiune ridicată, care a condus la o recristalizare a elementelor componente. Această metamorfoză se poate produce fie ca urmare a mișcării plăcilor tectonice (metamorfism de presiune) fie ca urmare a temperaturii și presiunii foarte ridicate din vecinătatea filonului de lavă (metamorfism de contact sau termic) [6].

În categoria rocilor metamorfice sunt incluse marmura și serpentinitele.

Serpentinizarea este un proces de metamorfoză care are loc în apă, la temperatură și presiune scăzută; se pare că roca de bază este crusta terestră de pe fundul oceanelor. Serpentinitul este roca reprezentativă a Californiei [7]. Este o piatră de construcție, deosebit de frumoasă, cu filoane albe în câmpuri

⁵ Patrick Loughran, *Failed Stone. Problems and Solutions with Concrete and Masonry*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, pag.31

⁶ <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/377777/metamorphic-rock>

⁷ <http://vulcan.wr.usgs.gov/LivingWith/VolcanicPast/Notes/serpentine.html>

verzi, albastre, brune, aurii. Se poate utiliza în mediul exterior, având o bună comportare în timp.

Marmura are ca rocă de origine calcarul - calcitic sau dolomitic. Marmura dolomitică are un conținut de carbonat de magneziu mai mare de 40%.

Există o opinie cvasiunanimă între cercetătorii care studiază piatra și în mod special marmura, că între marmurele calcitice și cele dolomitice este diferență de comportare, dată de faptul că marmurele calcitice au o rezistență mai mică decât cele dolomitice la dilatarea termică, datorită comportării anizotropice [8] a cristalelor de calcit [9].

În ultimii ani cercetarea în domeniul comportării pietrelor pentru placaje a fost deosebit de activă, deși primele mențiuni în ceea ce privește deteriorarea pietrei au apărut în urmă cu aproape un secol [10]. Savanții consideră că trăsăturile definitorii ale fiecărei pietre – mineralogia, textura, dimensiunile, forma și tipul de cristale – contribuie împreună la modul de comportare al placajului respectiv în exploatare și în mod particular cu rezistența pe care o opune piatra la degradarea în exploatare.

8 “anizotropic” înseamnă dilatarea sub acțiunea căldurii a cristalelor, în măsură diferită și în diferite direcții; la scăderea temperaturii însă, placa nu se poate întoarce la forma inițială deoarece în urma dilatării cristalele se reasează și nu pot reveni la forma inițială

9 în *American Journal of Environmental Sciences*, July, 2007
Paola Marini, Rossana Bellopede *The influence of the climatic factors on the decay of marbles: an experimental study*
http://findarticles.com/p/articles/mi_6960/is_/_ai_n28454295

10 Kessler DW *Physical and chemical tests of the commercial marbles of the United States*. Technologic Papers of the Bureau of Standards. Government Printing Office, Washington, DC, 1919

Aceste din urmă degradări se referă la diminuarea rezistenței mecanice a pietrei, curbare, mătuire a suprafeței finite, etc.

Variațiile de temperatură induc în piatră tensiuni suplimentare, pierderea coeziunii inter-granulare și în consecință conduc la scăderea rezistenței mecanice.

Dacă la aceste dis-funcții se mai adaugă și creșterea cantității de umiditate din interiorul materialului, defectele se accentuează. Experiențe de laborator au arătat că rezistența mecanică a specimenelor din marmură saturate de apă este mai scăzută decât a celor uscate, iar deteriorarea este progresivă (chiar exponențială).

În istoria recentă a placajelor exterioare de piatră marmura albă – cu aplicație marmura de Carrara – a căpătat un renume prost, ca urmare a faptului că numeroase placaje subțiri din această marmură s-au comportat necorespunzător.

Fenomenul care stă în spatele comportării defectuoase a marmurei se numește în literatura de specialitate *histerezis termic* [11]. Originea termenului este grecească și înseamnă... deficiență. În acest sens se și aplică și nu respectând sensul uzual, de „fenomen cu caracter ireversibil care constă în faptul că succesiunea stărilor unei substanțe, determinate de variația unui parametru, diferă de succesiunea stărilor determinate de variația în sens contrar a aceluiași parametru” [12]

O definiție mai simplă a fenomenului, dată de Patrick Loughran (a se vedea referința 9) este „răspunsul modificat al unui obiect ca urmare a unei influențe date, care lasă o dovadă

11 Patrick Loughran, *Failed Stone. Problems and Solutions with Concrete and Masonry*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, pag. 11

12 <http://www.dex-online-ro.ro/search.php?cuv=histerezis>

permanentă în legătură cu modul în care obiectul a fost influențat”.

Expusă variațiilor mari de temperatură, unele varietăți de marmură de Carrara pot suferi de histerezis.

Efectele vizibile sunt de curbare (convexă sau concavă) a plăcilor subțiri din piatră. Datorită faptului că pe cele două fețe opuse ale plăcii subțiri de marmură albă se înregistrează temperaturi diferite, fața expusă temperaturii mai ridicate se va deforma mai mult decât fața cu temperatură mai scăzută.

Există o legătură și între dimensiunile plăcilor și aptitudinea de deformare a acestora: cu cât plăcile sunt mai mari și mai subțiri, cu atât sunt mai sensibile.

Odată cu modificările de formă se înregistrează și scăderea capacității de încovoiere a materialului. La limită, decoeziunea poate fi atât de mare încât placa să se transforme într-o grămadă de cristale.

O altă caracteristică – despre care am mai pomenit – care trebuie luată în calcul pentru prevenirea histerezis-ului termic este... originea geografică a pietrei. S-a constatat că pietre de proveniență sudică nu sunt potrivite pentru utilizarea în climatul mai aspru al nordului (a se citi și în capitolul 3, *coeficienți de dilatare termică ai materialelor*).

O influență interesantă asupra modului de comportare a plăcilor subțiri din marmură este dată de... venatură. Cu cât aceasta este mai accentuată, cu atât materialul se comportă mai slab. Cu cât granulometria pietrei e mai mare, cu atât aceasta se comportă mai slab.

Poate ar merita să amintim că tehnicile „tradiționale” de montare a placajelor (groase) exterioare din piatră nu au creat probleme în România. În ceea ce privește sistemele de placaje uscate, realizate cu piatră naturală, nu foarte multe la număr, mai așteptăm să treacă timpul. Deși...

Sticla

Conform DEX, sticla este o *”substanță solidă, amorfă, transparentă, translucidă sau opacă, dură, cu un luciu particular, lipsită de flexibilitate, casantă, rău conducătoare de căldură și electricitate, formată dintr-un amestec de silicați și obținută prin topire”*.

Specialiști din domeniul sticlei definesc sticla ca fiind un solid transparent, cu structură asemănătoare cu a unor lichide a căror structurare a atomilor a fost înghețată într-o poziție definitivă.

Obsidianul, o rocă vulcanică de culoare închisă cu structura sticloasă, este de fapt... sticlă aflată în stare naturală. Între categoria „sticlă în natură”, neprodusă de mâna omului, intră și tektitele și fulguritele - minerale cu structură sticloasă, de formă neregulată, rezultate din topirea bioxidului de siliciu.

Sticla este un amestec de feldspat, dolomită, calcar, sodă și alți stabilizatori, care se topesc în furnale speciale la temperatură ridicată.

Materia primă se amestecă bine, se topește în cuptoare la temperatura de circa 1500°C apoi, la aproximativ 1000°C este turnată pe o baie de cositor, de pe care plutește – de unde și denumirea de „float” – până se răcește lent, ajungând la circa

30°C când este tăiată. Răcirea lentă face ca tensiunile din sticlă să se stingă și ca sticla să aibă o rezistență mai mare.

Acest tip de sticlă – obișnuită, am spune – se mai numește și sticlă recoaptă, datorită tehnologiei lente de răcire.

Una dintre sursele care conduc către o comportare defectuoasă a sticlei o reprezintă chiar o parte din compoziția sticlei: sulfatul de nichel. Nichelul ca atare nu se găsește printre elementele care compun sticla dar apare ca urmare a procesului de producere a sticlei float. Cioburile, de formă așchiosă, sunt foarte periculoase, existând numeroase cazuri de moarte cauzată de lamele de sticlă spartă.

Evident nu se sparge numai un geam, ci toate cele care provin din aceeași șarjă.



Geam float obișnuit, spart

Sursa ilustrației: www.chandralakshmi.com/prods.htm

Trebuie menționat că în mod normal cristalele de sulfat de nichel nu sunt periculoase. Atunci când însă ele rămân în geamul securizat (a se vedea mai jos), din chiar tehnologia de fabricație a acestui tip de geam rezultă tensiuni în sticlă care conduc la spargerea lui. Particulele de sulfat de nichel rămân în compoziția sticlei și uneori sparg sticla fără o cauză vizibilă.

Tipuri uzuale de geamuri în arhitectură și defecte ale lor

Sticla float este cea care se utilizează la producerea vitrajelor termoizolante.

Pentru a realiza performanțe superioare cu sticla – și trăim în vremuri ale arhitecturii sticlei – tehnologia a permis realizarea nu numai de foi de geam cu dimensiuni considerabile dar și performanțe spectaculoase ale sticlei.

Geam securizat. Este un tip de geam care, în timpul producerii, este reîncălzit la circa 600°C și apoi răcit brusc. Fețele se răcesc mult mai repede decât miezul. Se păstrează astfel tensiuni interne - geamul devenind precomprimat – care se echilibrează în cazul când asupra lui se exercită presiune (din vânt, din impact). Cu alte cuvinte este un geam care rezistă mult mai bine (circa de 5 ori mai bine decât un geam obișnuit) sub sarcina de încovoiere.

Odată încheiat procesul de securizare, nu se mai poate modifica geometria geamului (tăia, date găuri etc.), deoarece întregul geam se distruge, spărgându-se în cioburi mici, netăioase [13].

Aceste două caracteristici, de rezistență la încovoiere și de spargere neagresivă, fac ca domeniul de utilizare a geamului securizat să fie pentru pereți cortină (rezistență la vânt, asigurarea unei mai bune siguranțe a oamenilor deoarece grămada de pietricele de sticlă, deranjantă e adevărat și uneori periculoasă, nu e ca o lamă ucigașă, atunci când cade de la

¹³ Observație: tehnologia producerii geamului securizat a apărut în anii ' 20 ai secolului trecut, fiind dezvoltată în cadrul companiei Saint Gobain. În documentații vechi românești – Indicatorul Tehnic al lui Victor Asquini – prin acest termen este definit geamul... stratificat...

înălțime sau când treci prin ea), luminatoare (cu aceleași caracteristici), geamuri de ghișee și mașini (spargerea în cioburi netăioase), dar și pentru pardoseli și trepte de sticlă, intrând în alcătuirea de geam stratificat.

Așa cum arătam mai sus, un defect al acestui tip de geam este că plesnește aparent din senin.

Există metode de determinare a granulelor de sulfat de nichel înainte de scoaterea pe piață a geamurilor: acestea se reîncing la temperatura de circa 300°C, pentru ca granulele de sulfat să se dilate și să plesnească. Procedura de reîncălzire a geamurilor durează 8 ore.



Geam securizat spart spontan

Sursa ilustrației: www.curtainwall.com.hk/profile.htm

În afară de impuritățile despre care aminteam, trebuie precizat că un geam tensionat este un geam sensibil: o zgârietură la transport sau montaj reprezintă de fapt sfârșitul foii respective de geam; chiar dacă nu se sparge pe loc, tensiunea se acumulează și geamul plesnește fără un motiv aparent.

Marginile neșlefuite ale acestor geamuri sunt de asemenea zone cu risc de spargere în timp. Este motivul pentru care geamurile de acest tip trebuie obligatoriu șlefuite.

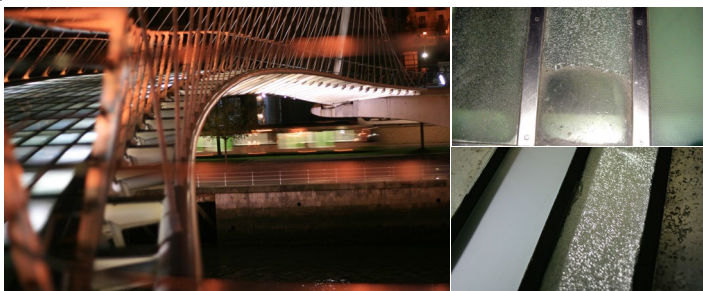
Geamul stratificat

Un tip de geam cu foarte multe denumiri: geam stratificat, multistrat, duplex, triplex, laminat...

„Securit [sic] este un cristal obținut prin procedee speciale la diferite temperaturi* (**Triplex-ul* este un geam asemănător Securit-ului, fabricat în străinătate). Are o rezistență și o elasticitate mare la lovire, ciocnire etc. La o lovitură puternică *Securitul* crapă fără a se împrăștia în țândări; el este alcătuit din 2 – 3 foi (obișnuit 3) de geam subțire, foarte clar și perfect plan, lipite între ele cu o gelatină specială, transparentă, care nu lasă să cadă, sau să sară, țândările [14].”

Ceea ce se denumea acum peste șazeci de ani „gelatină specială” este astăzi folia de polivinilbutiral – PVB - sau rășina metacrilică polimerizabilă tricomponentă).

Sticla multistrat a fost inventată în 1903, de un chimist francez, Edouard Benedictus printr-o... întâmplare: o eprubetă a fost acoperită cu o peliculă de nitrat de celuloză și când eprubeta a căzut, s-a spart dar cioburile nu s-au împrăștiat ci au rămas lipite.



Santiago Calatrava – Puente del Campo Volantin
Foto: Ana-Maria Dabija

14

Victor Asquini, *Indicator Tehnic în construcții* 1946, Editura Cartea Românească, București 1946 O remarcă: acest text a fost scris cu 9 ani înainte descoperirii tehnologiei de producere a geamului float, cea care asigură planeitate perfectă...

Sticla antiglonț e și ea o astfel de alcătuire, cu mult mai multe straturi, e drept. Acest tip de sticlă a apărut ca răspuns la atacurile armate din... bănci. Se pare că au murit mai mulți funcționari de bancă loviți de cioburile geamurilor sparte de gloanțe, decât de gloanțele trase. Tâlharii vroiau banii, nu viața și trăgeau în geamul ghișeului. Acesta, prin spargere în cioburi ascuțite, omora.

În cazul unei alcătuirii de geam multistrat, prevederea unei foi securizate conferă ansamblului mult mai multă rezistență. Nu trebuie însă prevăzute două straturi numai cu folia între ele deoarece, dacă se sparg, întreaga alcătuire se prelinge, folia sintetică neavând practic nici o rezistență.



Geam stratificat spart

Sursa ilustrației: amautoglasses.com/automotive-glasses.php

Datorită proprietății intrinseci a produsului – ca la spargere cioburile să rămână prinse în folia din material plastic, ușile de acces, glasswand-urile, parapetele, unele vitrine, paravane etc se realizează din geam multistrat, deoarece chiar dacă geamul se sparge, nu pune viața nimănui în pericol și de asemenea nu necesită înlocuire imediată, ca în cazul oricărui alt tip de geam.

După cum se vede, există un “model” al tipului de crăpături care apar, în funcție de tipul de geam: reticular, în cazul geamului securizat, radial în cazul geamului stratificat.

Geamul armat

Și în acest caz de geam în interiorul căruia este înglobată o rețea metalică, ar trebui ca cioburile să nu se desprindă dar... cel puțin geamul armat care s-a găsit în comerț în urmă cu peste două decenii nu pare să fi știut acest detaliu, dat fiind că sunt nenumărate cazuri de geam armat spart, unde s-a rupt și rețeaua metalică și au căzut bucăți.

Geamul armat produs în străinătate este chiar un tip de geam elegant și, datorită tehnologiei și componentelor, un geam scump.



Sursa ilustrației: www.chandralakshmi.com/prods.htm

O caracteristică interesantă a acestui tip de geam este că rezistă bine varianta necolorată în masă. Există și o explicație: când rețeaua metalică este integrată într-un geam termoabsorbant, ea se încălzește și se dilată. Sticla nu are aceeași capacitate de dilatare ca rețeaua metalică și prin urmare, se sparge.

Tensiuni termice în sticlă

Sticla expusă direct radiației solare absoarbe căldură, își ridică temperatura și se dilată. Perimetral, datorită sistemului de

fixare a sticlei în cadru, zona umbrită păstrează o temperatură mai coborâtă. Forțele create prin dilatarea părții centrale solicită la întindere colțurile și provoacă tensiuni care pot duce la spargerea sticlei.

Deși acest fenomen este în general asociat însoririi, poate apărea și în cursul nopții, ca urmare a scăderii temperaturii. Prin răcirea cadrului, s-a răcit și sticla perimetrală. De obicei însă acest fenomen apare la foaia interioară a unui vitraj termoizolant, dacă izolația termică a componentei de rezistență (toc sau cercevea) nu este corect poziționată [15].

Orice acțiune care determină creșterea temperaturii în zona centrală a unității vitrate, poate determina tensiuni în aceasta, finalizate prin spargerea sticlei. Intensitatea radiației solare, absorbția mărită a sticlei, sistemele prin care radiația calorică este re-reflectată pe sticlă (cazul sistemelor de protecții solare incorporate în unitatea vitrată dublă), schimbările lente de aer, precum și influența componentei rezistente (toc, cercevea) asupra sticlei, concură la creșterea riscului de spargere a sticlei.

Diferențele de temperatură pe suprafața sticlei sunt direct influențate de tipul și caracteristicile componentei rezistente. Acestea contribuie la determinarea temperaturii marginilor vitrajului. Dacă tocul este în contact corect cu materialele de construcție învecinate, de pildă cu alcătuirii grele din zidărie, va ceda repede căldura și va rămâne rece. Dacă tocul este izolat față de subsamblurile învecinate, se va încălzi mai repede.

¹⁵ Groupe de recherche *Guide Solaire Passif* Ecole Polytechnique Federale de Lausanne 1985

Acolo unde există tâmplării cu întrerupere a punții termice, porțiunea rezistentă termic trebuie să se găsească în afara feței exterioare a liniei vitrajului, ceea ce permite creșterea temperaturii ramei în vecinătatea vitrajului. O barieră termică retrasă față de limita vitrajului ar putea permite cadrului să cedeze căldură mai rapid, deci va răci perimetral sticla.

Tabelul de mai jos prezintă procentul de reducere a tensiunii termice în sticlă, în funcție de materialul pe care se pozează, conform [16]

Material în care se pozează vitrajul din sticlă		Procentul de reducere a tensiunii termice
A. direct pe elementul greu de construcție		fără reducere
B. pe componenta de rezistență		cu reducere
lemn		10%
metal	* culoare deschisă	20%
	* culoare deschisă și rupere de punte termică	25%
	* culoare închisă	25%
	* culoare închisă și rupere de punte termică	30%
	* mascat, cu garnitura vizibilă	35%
plastic / cauciuc		50%

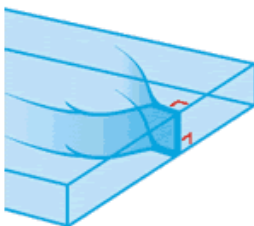
Șocul termic nu apare numai în relație cu tocul sau cu componenta rezistentă a tâmplărilor în general. Este un fenomen care poate fi întâlnit de la transportul și/sau depozitarea geamurilor la un insuficient studiu de însorire a

¹⁶ David Button... [et al] - *Glass in building Guide to Modern Architectural Glass Performance* editor Button and Pye

clădirii proiectate. Explicația este simplă: o umbră permanentă a unei porțiuni de sticlă face ca, pe acea porțiune, sticla să aibă o temperatură mult mai scăzută decât în zona în care perioadele de soare și umbră alternează. În mod evident, în porțiunea de sticlă încălzită se va dilata mai mult decât cea rece. Cum sticla nu este un material elastic, ruperea va fi liniară, cam la limita dintre cele două zone cu temperaturi diferite. Fenomenul este interesant deoarece este posibil ca numai o anumită perioadă (posibil foarte scurtă) din an să se întâmple ca pe suprafața geamului să existe o zonă de umbră permanentă.

O altă consecință a dilatării termice pe care sticla nu o poate prelua este... neventilarea spațiilor imediat adiacente geamului. Au fost cazuri (și în țară și în afară) când prevederea de dispozitive de umbră în interiorul spațiului au determinat spargerea geamului deoarece stratul de aer dintre geam și dispozitivele compacte de umbră s-a încălzit, determinând dilatarea geamurilor și spargerea lor.

Spargerea din șoc termic are o caracteristică aparte: unghiul după care plesnește geamul face 90° cu marginea geamului (în cea mai mare parte a cazurilor foaia de geam plesnește la margine).



Sursa ilustrației: <http://www.glassonweb.com/articles/article/30/>

Spargerea din șoc termic poate fi accentuată de modul de tratare a geamului (colorare în masă, peliculizare pentru

control solar sau pentru asigurarea unei bariere termice de tip low-e) combinată cu o defectuoasă abordare a proiectării de arhitectură (a se vedea și capitolul *Subansambluri / Pereți cortină*).

Geamurile termoabsorbante, colorate în masă, absorb căldura și evident sunt supuse unor dilatări sensibil mai mari decât geamurile transparente, clare.

Cu cât grosimea geamului termoabsorbant crește, cu atât și cantitatea de căldură înmagazinată crește și la fel, crește și riscul spargerii geamului.

Geamul reflexiv – sau pelicule reflexive aplicate pe geamuri existente – pot atât direct cât și indirect cauza spargerea din șoc termic a geamului:

- direct: o parte din radiația calorică se reflectă dar o parte se absoarbe; căldura absorbită va crește temperatura sticlei în zona expusă radiației dar va menține temperatura mult mai scăzută în zona de ramă unde însăși prezența ramei împiedică însoirea și deci creșterea temperaturii. Această diferență de temperatură între zona de câmp și cea perimetrală va conduce la spargerea geamului.
- indirect: în zonele de rezalături ale fațadelor–cortină cu geamuri reflexive, colțurile intrânde sunt în mod special expuse la spargere, deoarece reflexiile succesive supraîncălzesc anumite panouri care cedează din șoc termic [17].

Este bine de avut în vedere și în cazul sticlei coeficientul liniar de dilatare termică.

¹⁷ Probleme cauzate de geometria clădirii pot apărea prin crearea de turbioane care să spargă anumite geamuri din colțurile intrânde ale clădirilor sau să conducă la infiltrații de apă, tot datorită curenților turbionari de aer.

Astfel, sticla float are o dilatare termică liniară de $9,2 \times 10^{-6}$, mult mai mică decât, de pildă alumiul cu $23,4 \times 10^{-6}$ sau cu polycarbonatul care are 72×10^{-6} .

Contactul între sticla cu temperatură mai ridicată și o structură metalică cu o temperatură mai scăzută generează de asemenea tensiuni în sticlă, prin faptul că apar microfisuri care vor „crește” și mai curând sau mai târziu vor sparge geamul.

O altă posibilă sursă pentru spargerea geamului o constituie temperaturile diferite pe cele două fețe ale panoului. Datorită tensiunii puternice apărute între cele două fețe ale geamului în nopțile reci de iarnă, dacă în spațiul interior temperaturile sunt ridicate, geamul poate plesni. Fenomenul nu este specific doar pentru sticlă: și plăci din alte materiale (beton) expuse inegal - în interior temperaturii ridicate și în exterior temperaturilor joase - au plesnit ca urmare a șocului diferențelor de temperatură.

În cazul vitrajelor termoizolante se poate sparge una din foile de geam (cea interioară) în condiții de diferență mare de temperatură interior – exterior: printr-o ramă cu conductivitate termică ridicată (deci rece), marginile sticlei vor fi răcite, inclusiv cele ale foii interioare a unității vitrate, care va plesni datorită diferenței de temperatură între margini și centrul foii interioare de sticlă.

De altfel, în vitrajele termoizolante cu mai multe foi de geam, riscul de plesnire a geamului (mai ales a celui din mijloc) e și mai mare, deoarece stratul de aer dintre foile de sticlă, care are rol termoizolator, contribuie la creșterea temperaturii pe foaia mediană, care nu are cum să se răcească.

Alte tensiuni în sticlă

Orice imperfecțiuni ale marginilor geamului (așa numiții „dinți de ferăstrău”) generează zone slabe, care duc la spargerea geamurilor. Imperfecțiunile perimetrare sunt produse inevitabil la tăierea geamului. Odată tăiat, el este inspectat și, în mare parte pentru asigurarea unei manevrări ușoare, este șlefuit pe margini. Al doilea motiv pentru care se șlefuesc geamurile este exact polisarea asperităților și eliminarea cauzelor de tensiuni care să se acumuleze în sticlă.

Corodarea sticlei.

Greu de crezut, sticla corodează.

Cel mai ușor se poate vedea cum un zugrav inabil distruge iremediabil sticla, prin dărele alcaline de mortar de ciment pe care le lasă sau le împoașcă pe suprafața geamului. Efectul chimic e instantaneu și ireversibil.

Apa care curge pe geam are efect coroziv: nu se vede la suprafețe spălate uniform, dar acolo unde șiroaiele de apă spală numai o parte a suprafeței de sticlă, aspectul se schimbă. Nu este vorba despre depuneri de calcar datorate apei dure cum ar fi prima tentație de a crede, ci despre o reacție chimică: ionii de sodiu din sticlă sunt înlocuiți de ionii de hidrogen din apă. Sticla se... decolorează. Reacția chimică face ca pe sticlă să se acumuleze o concentrație mai mare de sodiu care se „traduce” printr-o mai mare transparență a sticlei. Continuarea fenomenului însă conduce la ruperea legăturilor din cadrul structurii tetraedrice de siliciu, sodiu și oxigen [18]. Echilibrul chimic odată rupt, efectul fizic este reprezentat de pete albicioase și irizații pe suprafața sticlei.

18

Patrick Loughran, *Falling Glass*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003, pag.36

Compușii alcalini din materialele de construcție sau ajunse accidental pe suprafața sticlei reprezintă factori de agresiune. O soluție apoasă poate fi definită și în funcție de pH-ul pe care îl are. Pe o scară de la 1 la 13, cu 7 reprezentând soluția neutră, lichidele care au pH-ul sub valoarea 7 sunt considerate acide iar cele peste această valoare, alcaline (sau bazice). Coroziunea sticlei începe la o soluție cu pH-ul mai mare de 9. Betonul proaspăt are pH 12; pe măsură ce îmbătrânește, alcalinitatea sa scade.

Sticla cu pelicule de oxizi metalici va coroda dacă pelicula ajunge să fie expusă la umiditate. Acesta este un motiv pentru care peliculele reflexive nu se prevăd pe fața exterioară a sticlei; un alt motiv este dat de faptul că ele (peliculele) s-ar degrada ca urmare a poluării (deci discutăm despre agresiune chimică) sau mătuirii și zgârierii (agresiuni fizice) cu particule mai mari sau mai mici de praf și impurități din aer.

Depunerile de praf de pe traversele elementelor structurii pereților cortină pot murdări fațadele și, urmare a uriașei băi electrolitice pe care o reprezintă orașele poluate în timpul ploii, pot coroda sticla.



Fragment al fațadei Operei Bastille;
se pot vedea pete pe fiecare panou de sticlă
foto: Ana-Maria Dabija

Cu cât un agent - agresiv sau nu - stă un timp mai îndelungat pe suprafața udă a sticlei, împiedicând uscarea ei rapidă, cu atât mai mult sticla este supusă corodării și deci pătării.

Chiar și apa de condensare, dacă nu curge de pe suprafața sticlei, o corodează, adică dizolvă materialele alcaline din compoziția sticlei (sodiul), mărindu-și pH-ul și devenind un compus alcalin, distructiv. Alternanța ud-uscă nu face decât ca, în timp, sticla respectivă să-și piardă claritatea și să pară cețoasă.

O altă sursă de defecte o reprezintă incompatibilitatea între materiale: nu toate materialele de etanșare sunt compatibile unele cu altele – este cazul unor chituri siliconice care se deteriorează în contact cu sigilaturi din etilen-propilen-dien-monomer EPDM sau polivinilbutiral PVB; siliconul nu aderă pe compuși ai uretanului (de exemplu, pe poliuretan - PUR) și se deteriorează în prezența substanțelor asfaltice (sunt sigilanți care au în compoziție materiale asfaltice).

Este important ca aceste compatibilități și incompatibilități să fie cunoscute deoarece, de pildă în cazul geamurilor stratificate, folia de PVB în contact cu un chit siliconic de închidere a rosturilor (cazul fațadelor din sticlă structurală) se poate desprinde, antrenând deteriorarea întregului ansamblu.

O altă incompatibilitate a sticlei este cu termoizolațiile. Nu e o problemă de reacție chimică, așa cum erau cele de mai sus ci... fizică. Suprafața rece a sticlei în contact cu o termoizolație va coborî temperatura la contactul dintre cele două materiale și ca urmare, vaporii din termoizolație vor condensa. Pe geam. Este esențial ca între termoizolație – orice termoizolație – și

sticlă să existe posibilitatea de ventilare, printr-un strat de cel puțin 2,5 centimetri.

Infiltrațiile de apă și sticla

Apa a creat întotdeauna probleme prin infiltrații. Cu cât coaja clădirii e însă mai subțire – și am evoluat de la ziduri groase de metri la anvelope cu grosimea cât grosimea vitrajului – cu atât riscul de infiltrație a ei în alcătuire e mai mare (a se vedea și capitolul *Agenți de mediu*).

În ceea ce privește sticla și problemele specifice de infiltrații de apă în spatele acesteia, trebuie precizat că, pentru a se evita infiltrațiile de apă este nevoie să se asigure câteva condiții simple (rezolvarea nu e întotdeauna la fel de simplă):

1. să se evite stagnarea apei pe suprafață (valabil în cazul acoperișurilor și al luminatoarelor); este o problemă de conformare a detaliului. În subsidiar mai trebuie amintit că nu stagnează apă curată ci apă cu praf, nisip, semințe, poluanți...

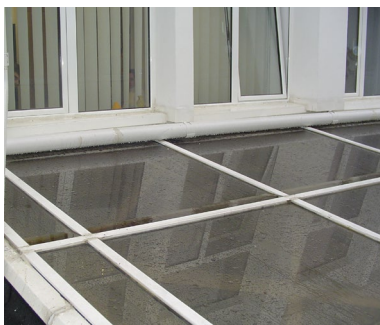


Foto: Ana-Maria Dabija

2. să se asigure continuitatea elementelor de etanșare; garniturile discontinue rupte sau fisurate, nu mai asigură

protecția împotriva infiltrării apei de ploaie în spatele sticlei sau în spatele elementului de anvelopă.

Aici putem discuta despre durabilitatea garniturilor și în relație cu mișcarea (vibrații, trepidații, dilatări termice etc.) subansamblurilor dar și în relație cu rezistența la radiația ultravioletă (responsabilă de îmbătrânirea materialelor) și la radiația infraroșie (datorită căreia se produc dilatări termice ale materialelor, cu consecințe în ce privește capacitatea lor de a se reface și de a satisface cerințele pentru care au fost prevăzute).

Cel mai simplu mod de atingere a acestui obiectiv este ca pe de o parte garniturile să nu fie expuse direct însoririi (să fie protejate) și pe de altă parte, să fie două „linii de apărare” – două rânduri de garnituri continue, pentru ca dacă un rând – cel exterior – se degradează, cel de-al doilea, amplasat mai spre interiorul alcătuirii, să funcționeze în continuare.

Pe acest principiu au evoluat și garniturile la ferestre, cu precizarea că la un moment dat ferestrele mai performante aveau trei rânduri de garnituri – trei linii de apărare - împotriva infiltrării apei.

3. să se accepte că apa se poate, în anumite condiții, infiltra și să i se stabilească, prin conformarea de detaliu și printr-o execuție corectă și responsabilă, traseul de curgere și de eliminare;
4. să se asigure o corectă conformare geometrică a alcătuirii, pentru a se evita zone mai încărcate care ar atrage după ele și degradări mai rapide ale respectivelor zone.

Metalele

În general în construcții se utilizează atât metale feroase cât și neferoase. Metalele feroase sunt cele care conțin fier - fontă și oțel - cele neferoase (sau și aliaje ale acestora) sunt aluminiul, cuprul, plumbul, alama, zincul ș.a.

Metalele feroase.

O (posibilă) istorie a utilizării metalelor în construcții ar înregistra ca prim moment important pe acela al construirii primelor furnale, moment la care fierul a putut fi turnat în forme. S-ar părea că acest eveniment a avut loc în urmă cu mai bine de 500 de ani, deși se spune că tehnici de turnare în forme a fierului ar fi fost cunoscute în China și înainte ca ele să fi apărut în Occident.

Fierul forjat însă se producea și înainte de descoperirea furnalului: în prezența carbonului, la temperatură ridicată oxidul de fier se descompunea în fier și oxid de carbon. Este perioada lingourilor de fier, utilizate, se pare, în China și sporadic și în Europa de vest.

Pasul următor era re-topirea lingourilor pentru obținerea fierului forjat.

Fierul forjat este un material cu conținut extrem de scăzut de carbon – sub 0,03% - cu o structură fibroasă care îl face să fie deosebit de rezistent. Poate fi lucrat fierbinte, prin ciocănire, presare sau vălțuire.

Fonta este un aliaj de fier, carbon și siliciu. Conținutul de carbon este mai mare decât la fierul forjat, putând ajunge la 5%. Dacă în compoziție carbonul este prezent sub forma de grafit, fonta este cenușie; dacă este prezent carbidul, fonta este albă. Este un aliaj cu punct de topire relativ coborât, fluid, ușor de turnat, cu o bună rezistență la compresiune și în exploatare. Este un material casant. A fost utilizat începând din

Antichitate (din nou, China), dar a fost „redescoperit” în secolul al optsprezecelea, fiind utilizată în lucrări de artă și apoi în construcții.

Oțelul este un aliaj feros, cu conținut mic de carbon – sub 0,25%. Alte elemente pe care le conține depind de domeniul de utilizare al acestuia. În general este vorba despre crom, nichel tungsten. *Cor-ten*-ul (marcă înregistrată) are în compoziție cuprul, în procent de 0,25 – 0,55%. Este un oțel aparte, prin aceea că stratul de oxid pe care îl produce acoperă integral suprafața, protejându-l, ceea ce face să nu mai fie nevoie de o protecție anticorozivă suplimentară. Culoarea arămie a oțelului *Cor-ten* este deosebită iar materialul a fost utilizat pentru placări și ținându-se cont de această caracteristică specială de aspect.

În construcții oțelul a apărut din a doua jumătate a secolului al nouăsprezecelea, înlocuind fonta și fierul forjat.

După European Steel Design Education Program (ESDEP) [19], perioadele mari în utilizarea metalelor feroase sunt următoarele:

- perioada fontei 1780 – 1850 (cu prelungire până în jurul anului 1900 în ceea ce privește utilizarea pentru stâlpi)
- perioada fierului forjat – 1850 – 1900
- perioada oțelului 1880 până astăzi

Metalele neferoase.

În general acestea sunt utilizate în zona subansamblurilor nestructurale ale clădirii, cu precădere în zona elementelor

¹⁹ ESDEP WG1 *Lecture 1B.4.1 Historical Development of Iron and Steel in Structures*, în www.esdep.org/members/master/wg01b/l0410.htm

care constituie învelitorile acoperișurilor și accesoriile acestora (jgheaburi, burlane, solbancuri etc.).

Cuprul și *plumbul* au fost utilizate încă din Antichitate ca elemente de învelitoare dar și ca în realizarea de conducte și cisterne.

Zincul a apărut prin secolul al nouăsprezecelea, tot ca material de învelitoare. Astăzi reprezintă cea mai comună protecție anticorozivă pentru metalele feroase.

Aluminiul a apărut în secolul al douăzecilea, ca finisaj interior și exterior, extinzând principiul ferestrei la cel al peretelui – cortină. Pereții cortină ai secolului al douăzecilea și ai celui prezent, în numeroase cazuri realizați cu schelet din aluminiu, reprezintă alcătuiți constructive autoportante care transmit sarcinile orizontale aplicate asupra lor, elementelor structurale ale clădirii.

Lemnul

Lemnul este un material fibros care crește atât vertical cât și transversal: inelele de creștere ale lemnului spun și ce vârstă are și cât de tare este lemnul: cu cât inelele sunt mai “strânse” cu atât lemnul este mai dur; cu cât inelele de creștere sunt mai late și mai afânate... dimpotrivă.

Inelele de creștere nu sunt sinonime cu “inelele anuale”; lemnul crește diferit în mediul din clima temperată față de cel din clima tropicală, de pildă: în zona temperată inelul de creștere poate fi sinonim cu inelul anual, în vreme ce în climatul tropical, datorită alternanței perioadelor umede cu cele uscate, inelele au o altă periodicitate, în funcție și de acești factori climatici.

Zona mai deschisă la culoare și mai afânată este partea de lemn cea mai tânără, care crește primăvara.

Tot din zona centrală începe să moară lemnul. Nu înseamnă că moare tot copacul, deoarece inelele de la periferie asigură viața copacului. Prin ele urcă apa și elementele nutritive care asigură hrana copacului. Această zonă centrală moartă este foarte rezistentă la agenții naturali, fiind foarte uscată. Este miezul lemnului – duramenul. Speciile de copaci au o proporție diferită de lemn viu, nou și de duramen. Mai curând sau mai târziu, în funcție de specia de lemn în cauză, duramenul va apărea. Există adesea și o diferență de culoare între cele două părți ale lemnului, dar nu întotdeauna.

Coaja lemnului poate de asemenea să fie împărțită în două zone distincte: coaja interioară, mai deschisă la culoare, mai crudă, este partea prin care hrana produsă în frunze coboară; coaja exterioară, uscată și mai închisă la culoare, asigură protecția copacului.

Studiind la microscop o bucată de lemn, se pot determina diferite tipuri de celule: tracheide, parenchima, fibre și vase. Toate au formă tubulară. Tracheidele sunt tuburi închise, în vreme ce vasele sunt deschise și interconectate, formând rețele care transportă hrana.

Scheletul efectiv al copacului e dat de moleculele de celuloză care realizează o componentă a pereților celulelor lemnoase. Stratul care separă celulele una de alta este lignina.

Ceea ce diferențiază speciile de lemn unele de altele este lungimea celulelor, proporția de lemn de toamnă (lemnul de primăvară este deschis la culoare), unghiul microfibrilor, proporția de celuloză. În cea mai mare parte a speciilor de

lemn, aceste caracteristici menționate au valori progresive la primele circa 20 de inele de creștere, apoi se stabilizează. La copacii foarte bătrâni (de circa 200 de ani), valorile parametrilor studiați descresc la ultimele inele.

Din punct de vedere practic, interesează și defectele lemnului, pentru că trebuie ținut seama de ele când se lucrează. Nodurile sunt zone de incluziune ale unor ramuri. Măsuri luate de silvicultori – asigurarea spațiilor mai mari între copaci, curățarea lor - pot reduce numărul de noduri ale copacilor dar nu îl pot elimina.

Alte defecte sunt abaterile de la verticală, datorate rezistenței copacului la vânturi puternice, care conduc la rearanjări ale celulelor, ale spațiilor umplute cu rășină, orientarea spirală a celulelor...

Din punctul nostru de vedere contează culoarea, luciul^[20], textura, greutatea, mirosul lemnului, pe lângă caracteristicile mecanice ale materialului.

Contează de asemenea reacția la foc, capacitatea de a fi tratat cu fungicide și substanțe conservante, impermeabilizante sau sensibilitatea la dăunători și ciuperci

Mirosul lemnului și chiar gustul lui se datorează substanțelor volatile conținute în masa lemnoasă. În unele situații chiar apar reacții chimice între lemn și alte elemente de construcție ca urmare a conținutului celulelor lemnoase (taninul de pildă, conținut în coaja stejarului, atacă tabla).

Greutatea lemnului este de asemenea o caracteristică importantă: lemnul din zonele temperate are o greutate

²⁰ unele varietăți de lemn sunt lustruite natural; este vorba despre frasin, molid, tei american, plop

cuprinsă între 300 și 900 kg/m³, în vreme ce lemnul exotic poate avea de la 80 kg/m³ în cazul lemnului de balsa și 1300 kg/m³ la guayacan (arborele de fier).

Copacii vii au o umiditate de 100 – 200%. Numai un procent de 25 – 30% din aceasta este legată chimic; restul e seva care urcă în celule. Pe măsură ce lemnul se usucă, umiditatea care rămâne este cea din legăturile chimice, care ține laolaltă fibrele lemnoase. Ca urmare a variațiilor de umiditate din atmosferă, pereții celulelor lemnoase se usucă sau dimpotrivă, absorb apa, dilatându-se.

Cheresteaua pentru lucrări exterioare trebuie să aibă un conținut de umiditate de 16 – 18%, în vreme ce aceea pentru interior nu trebuie să depășească 14%.

Uscarea lemnului se făcea, în mod tradițional, în spații bine ventilate, protejate împotriva intemperiilor. Scândurile erau așezate cu distanțieri între ele pentru o uscare uniformă iar timpul de uscare varia de la câteva luni la câțiva ani, în funcție de esența lemnoasă.

Unul dintre dezavantajele uscării “tradiționale” a scândurilor de lemn este în mod evident, timpul îndelungat necesar (compensat într-o oarecare măsură de faptul că uscarea naturală e mai stabilă în timp decât cea accelerată); un alt dezavantaj ar fi acela că nu întotdeauna se poate obține procentul necesar de uscare a lemnului pe cale naturală.

Ceramica

Cărămida și placajele ceramice sunt produse arse care au ca bază diferite tipuri de argile.

Argila pentru producerea ceramicii are un conținut de siliciu de circa 40 – 65%, oxid de aluminiu în proporție de 10 – 25%, magneziu, sulfuri, carbonat de potasiu, carbonat de sodiu. Aceste argile se extrag din cariere, se macină, se amestecă, se modelează în forme, se ard. Unele se acoperă cu straturi vitroase care dau atât rezistență mărită la agenți de mediu cât și aspect.

Una dintre proprietățile foarte interesante ale ceramicelor – cărămidă sau plăci – este foarte buna rezistență la agenți chimici corozivi (este de fapt unul dintre motivele pentru care gările erau realizate cu pereți din cărămidă aparentă).

Mai ales în cărămida nouă există posibilitatea apariției eflorescențelor (nepericuloase dar neplăcute), ca urmare a udării cărămizilor. În contact cu apa, compușii pe bază de sulfat de calciu, sodiu sau potasiu, se transformă în săruri solubile pe care apa le depune pe suprafața elementului, la evaporare. Dacă nu este vorba despre fenomene persistente (a se vedea și capitolul *Agente de mediu*), depunerile de săruri solubile se pot spăla de pe pereții de cărămidă.

Lianți și betoane

Lianții sunt produse derivate din var, ipsos sau cimenturi produse de om. Amestecate cu apă, nisip, agregate, uneori cu materiale organice cum ar fi păr, paie, caseina sau sânge pentru asigurarea unor performanțe superioare, formează mortare pentru tencuieli sau tencuieli.

Betonul este și el realizat dintr-un amestec de ciment, agregate și apă, din acest amestec rezultând probabil cea mai rezistentă piatră artificială.

Istoria betonului așa cum îl știm azi este legată de istoria cimentului: în 1824 Joseph Aspdin patentează produsul denumit ciment Portland.

Materiale plastice

Realizate din rășini polimerice sintetice, reprezintă atât materiale pentru realizarea de finisaje (de la vopsele la placaje) cât și chituri și garnituri, vitale pentru asigurarea protecției împotriva pătrunderii prin elementele anvelopei a vaporilor de apă, a apei meteorice, prafului, zgomotului.

Între utilizările curente pentru anvelopa clădirilor ale materialelor sintetice am putea aminti:

- produse pentru împiedicarea pătrunderii vaporilor în alcătuirii (membrane din polietilenă PE, membrane din policlorură de vinil - PVC):
 - bariere împotriva vaporilor,
 - folii anticondens
- produse pentru împiedicarea pătrunderii apei în alcătuirii (membrane din PVC, etilen-propilen-dien-monomer EPDM):
 - membrane hidroizolante
- termoizolații, termo-hidroizolații, pelicule de protecție (poliuretan pulverizat sau turnat PUR)
- produse care colectează apa și o transportă în afara clădirii (din PVC, din polipropilenă PP sau polibutilenă PB)
 - tubulatură (PVC, PP, PB)
 - gheaburi și burlane (din PVC)
- vitraje organice (poli-carbonat PC, poli-metacrilat de metil PMMA)
 - luminatoare
 - tabatiere
 - vitraje
- finisaje exterioare (PVC, poliester armat cu fibră de sticlă)
 - plăci și „scânduri”
- garnituri și sigilatari elastice (neopren, EPDM)

- pelicule diverse (PVC, acrilice, siliconice, epoxidice)
- rosturi de mișcare (politetrafluoretilen PTFE)

Materialele utilizate îndeobște pentru aceste etanșări sunt din familia materialelor plastice - elastomeri și plastomeri.

Etanșarea între partea opacă și partea vitrată a anvelopei se face cu materiale ale căror caracteristici sunt de aderență sau de elasticitate, dar nu de rezistență mecanică.

Caracteristicile materialelor de etanșare, conform [21] sunt:

catégorie	pe bază de	mod de comportare la punerea în operă	compuși chimici
elastomeri	polisulfuri poliuretan cauciucuri siliconice	<i>polimerizează</i> * în contact cu aerul, prin pierderea solventului și absorbția umidității din aer * ca urmare a reacției chimice între materialele componente	polisulfuri rășini acrilice silicon polibutadienă neopren poliuretan
plastomeri	bitum uleiuri butil -cauciuc	* <i>aplicare la cald</i> material vâscos sau lichid, aplicat la o temperatură superioară temperaturii maxime a mediului * <i>aplicare la rece</i> la temperatura mediului, formează o crustă	bitum uleiuri emulsii acrilice rășini acrilice polibutenă butil

21

M.Tschumi, M.Lupu *Economie d'energie* Ecole Polytechnique Federale de Lausanne

În general performanțe superioare sunt asigurate prin utilizarea elastomerilor.

Tendința materialelor elastice, din care acestea sunt alcătuite, de a reveni la configurația geometrică inițială, generează o presiune continuă asupra suprafețelor cu care sunt în contact, menținând o presiune constantă a spațiilor pe care le limitează.

Materialele din care se realizează garniturile de etanșare și performanțele lor specifice sunt următoarele:

material	compuși	rezistența la	alte calități	temp. de funcționare
cauciuc butilic	copolimer de izobutilen și izopren	<ul style="list-style-type: none"> * radiația UV (durabilitate) * solicitări mecanice * chimice 	impermeabil la aer și apă	- 50 ÷ +150
neopren	cauciuc modificat	<ul style="list-style-type: none"> * radiația UV (durabilitate) * vapori de apă * umiditate * factori chimici 		- 40 ÷ +100
EPM	elastomeri polimer etilenă-propilenă	<ul style="list-style-type: none"> * insensibil la temperatură * impermeabil la aer și apă * inerție chimică la aerul marin, fum, gaze de eșapament 	oxidează în timp (sub acțiunea agenților chimici, mecanici, termici) slabă rezistență la propagare a focului	- 50 ÷ +150
ASTM	copolimer etilenă-propilenă			
EPDM	polimer etilenă-propilenă-dien-monomer			

Caracteristicile fizico-chimice comune acestor elastomeri sunt:

conductivitate termică $\lambda = 0,7 \div 0,11 \text{ W/mK}$,

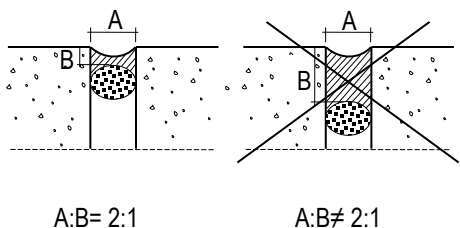
coeficient de dilatare termică $25 \times 10^{-6} \div 1,2 \times 10^{-6}$

În ceea ce privește modul de fixare a sistemelor de etanșare trebuie de asemenea făcute precizări: există două modalități de degradare a sistemelor de etanșare între elementele de construcție:

- *degradare coezivă*, în care se distrug legăturile dintre elementul pe care se aplică materialul de etanșare și materialul însuși; este vorba despre o incompatibilitate chimică între materiale, dar poate fi la fel de bine vorba despre o pregătire defectuoasă a suportului pe care se aplică materialul de etanșare (suport necurățat, încărcat cu praf, eventual neamorsat etc)
- *degradare adezivă*, atunci când capacitatea de mișcare a elementelor depășește capacitatea de mișcare asigurată de materialul de etanșare. Aici putem vorbi și despre geometria rostului și a închiderii sale: dacă raportul lățime – adâncime a rostului care se închide (nota bene! Nu a rostului dintre elemente) depășește 2:1, va apărea degradarea coezivă [22]. De asemenea, este imperios necesar ca aderența să se facă pe numai două fețe, nu pe trei deoarece, dacă lipirea se produce pe trei părți, se vor limita posibilitățile de mișcare ale materialului de etanșare care, blocat fiind pe o parte, se va rupe.

22

Patrick Loughran, *Falling Glass*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2003, pag.36



Mod corect și greșit de aplicare a chitului de etanșare

Așa cum aminteam în capitolul *Agenți de mediu*, împiedicarea pătrunderii apei prin infiltrație se datorează și unei diferențe de presiune între exterior și spațiul în care pătrunde apa, fapt care împinge apa spre interior. De aceea este esențial să existe mai multe „linii de apărare”, deoarece dacă una se deteriorează (cea exterioară este cea mai sensibilă, deoarece materialul de etanșare este expus la aer deci la oxidare și, dată fiind încărcătura cu agenți poluanți, la coroziune, la radiațiile ultraviolete și la cele infraroșii), va rezista linia interioară, protejată în raport cu cea exterioară.

Cel mai expus subansamblu vitrat al anvelopei la infiltrații de apă îl reprezintă luminatoarele. Aici panta nu e suficient de mare pentru ca apa să se scurgă, nu se pot realiza perforațiile necesare pentru realizarea de camere de egalizare a presiunilor, fapt pentru care este nevoie să se conceapă un sistem de captare, de conducere a apei în interior și eliminare a apei. Luminatoarele contemporane sunt prevăzute cu adevărate jgheaburi miniaturale care colectează, transportă și evacuează apa din alcătuire.

Bibliografie

Cărți

Button David... [et al]

Glass in building Guide to Modern Architectural Glass Performance
editor David Button and Brian Pye 1993

Constable, Adam, **Lamont**, Calum, **Frossel**, Frank,
Building Defects Case in Point

Dabija, Ana-Maria, **Petrovici**, Radu, **Mortu**, Anamaria
Deficiențe ale anvelopei clădirilor,
Editura Universitară "Ion Mincu", 2008

Dabija, Ana-Maria,
Sisteme performante pentru fațade Componenta opacă a anvelopei,
ediția a doua, Editura Universitară "Ion Mincu", 2005

Dabija, Ana-Maria,
*Implicațiile folosirii noilor tehnologii în construcții. Materiale, alcătuiți,
subansambluri performante pentru anvelopa verticală a clădirilor*,
Teză de Doctorat, UAUIM, 2000

Douglas, James, **Ransom**, Bill,
Understanding Building Failures, Third Edition,
Taylor & Francis, 2007

Lupu, Mircea, **Tchumi**, M
Economie d'energie
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne 1985

Loughran, Patrick,
Failed Stone. Problems and Solutions with Concrete and Masonry,
Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2007

Loughran, Patrick,
Falling Glass Problems and Solutions in Contemporary Architecture
Birkhauser – Publishers for Architecture, 2003

Mauko, Alenka, **Mirtič**, Breda, **Mladenovič**, Ana, **Grelik**, Bent
Deterioration of the Granodioride Façade – case example
Maximarket, Ljubljana,
în RMZ Materials and Geoenvironments, Vol. 53, No. 1, 2006

Richardson, Barry,
Defects and Deteriorations in Buildings,
SPON Press, 2001

Trotman, Peter, **Sanders**, Chris, **Harrison**, Harry,
Understanding Dampness,
BRE Bookshop 2004

Watt, David S.
Building Pathology,
Blackwell Publishing 2007

Groupe de recherche
Guide Solaire Passif
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne 1985

Webografie

<http://www.britannica.com>

<http://www.dex-online-ro.ro>

<http://ro.wikipedia.org>

<http://www.buildingstoneinstitute.org>

<http://www.glassonweb.com>

<http://vulcan.wr.usgs.gov/LivingWith/VolcanicPast/Notes>

Marini Paola, **Bellopede**, Rossana

The influence of the climatic factors on the decay of marbles: an experimental study American Journal of Environmental Sciences, July, 2007

http://findarticles.com/p/articles/mi_6960/is_/ai_n28454295

ESDEP WG1 Lecture 1B.4.1 *Historical Development of Iron and Steel in Structures*,

in www.esdep.org/members/master/wg01b/I0410.htm