

Sticla in aplicatii arhitecturale

Material nobil prin excelenta, sticla are o bogata istorie, care debuteaza cu peste 4.000 de ani i.C. In constructiile din toate timpurile, sticla a fost utilizata pentru transparenta sa, care permite trecerea luminii si comunicarea cu mediul exterior, atat de necesare locuintelor.

Incepand cu sec.al XIX-lea, sticla a devenit un semn al modernitatii arhitecturale, fiind un material de inalta tehnologie, functional si rafinat, beneficiind de calitatile sale de transparenta.

Datorita eforturilor de cercetare din ultimele decenii, sticla a contribuit foarte mult la ameliorarea confortului incaperilor. Diversitatea tipurilor de sticla si a functiilor lor, ofera astazi proiectantului o mare libertate de a construi o veritabila arhitectura de lumina, care satisface din plin exigentele confortului modern.

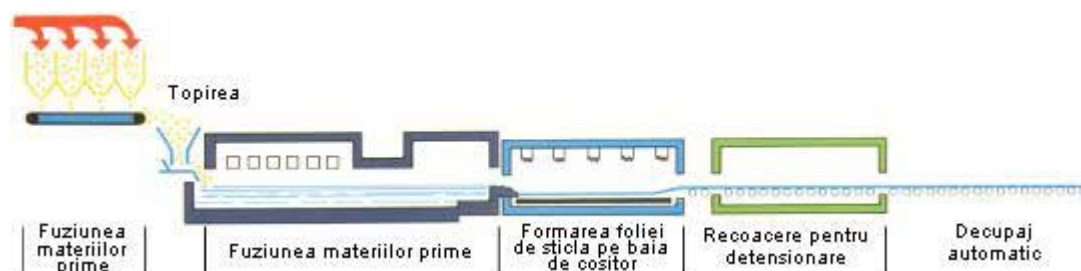
Astazi, odata cu aparitia noilor tehnici de montaj (pereti cortina) si cu dezvoltarea procedeelor de fabricare a sticlei (cu depuneri reflectorizante sau cu slaba emisivitate si de control solar), aceasta si-a largit domeniul de aplicabilitate pentru ansambluri de fatade, devenind un invelis simplu sau prelucrat, transparent sau opac, reflexiv sau colorat.

Datorita faptului ca sticla ocupa cea mai mare suprafata a unei ferestre sau fatade, modul in care este aleasa influenteaza in mod decisiv estetica, termoizolarea si fonoizolarea intregii structuri. Din acest motiv vom incerca sa detaliem caracteristicile principale pentru o mai buna determinare a sticlei necesare pentru fiecare proiect.

Sticla se obtine din combinatia de nisip cuarzos(70-72%), sodiu sub forma de carbonat sau sulfat(14%), calciu drept stabilizator si diversi oxizi metalici in cazul celei colorate. Ea devine lichida la temperaturi inalte, moment in care se poate prelucra. Pentru fabricarea geamului se folosea (unele firme mai folosesc inca) tehnologia „geamului tras” al carui principal dezavantaj il reprezinta deformarile de imagine, uzuzl numite „valuri”.

Un procedeu actual, cu rezultate mult mai performante este cel al sticlei „float”. Sticla topita este turnata peste o suprafata de cositor topit la 1000 grade celsius. Fiind mai usoara decat metalul pluteste pe acest pat, rezultand o foaie de mari dimensiuni si grosime dorita. Fetele sunt perfect slefuite pe o parte de cositor iar pe cealalta de foc.

Procedeu este ilustrat grafic astfel:



Proprietati
mecanice:

- Densitatea sticlei este de 2,5 - ceea ce inseamna o

masa de 2,5 kg / mp si mm de grosime pentru sticla plana. Rezulta ca un geam de 4mm are o greutate de 10kg pe metru patrat, iar un geam termopan in structura 4-16-4 aproximativ 20kg pe metru patrat.

- Rezistenta la compresie a sticlei este foarte ridicata, respectiv 1 000 N/mm² (1 000 MPa) - ceea ce inseamna ca, pentru a sparge un cub de sticla de 1 cm, este necesara o incarcatura de 10 tone.
- Rezistenta la indoire - O suprafata de sticla supusa flexarii are o fata de compresie si una de extensie. Rezistenta la rupere la indoire este de ordinul a: 40 MPa pentru o sticla polizata si, 120-200 MPa pentru o sticla intarita. Aceasta depinde de grosime, finisarea marginilor si tipul de taiere. (Valoarea crescuta a rezistentei sticlei securizate, se datoreaza faptului ca tratamentul preseaza fetele sticlei una peste alta foarte puternic.)
- Elasticitatea - Sticla este un material perfect elastic (nu prezinta niciodata deformari permanente); ea este in acelasi timp fragila (supusa unei indoiri incrucisate, se sparge fara a prezenta fisuri prealabile);

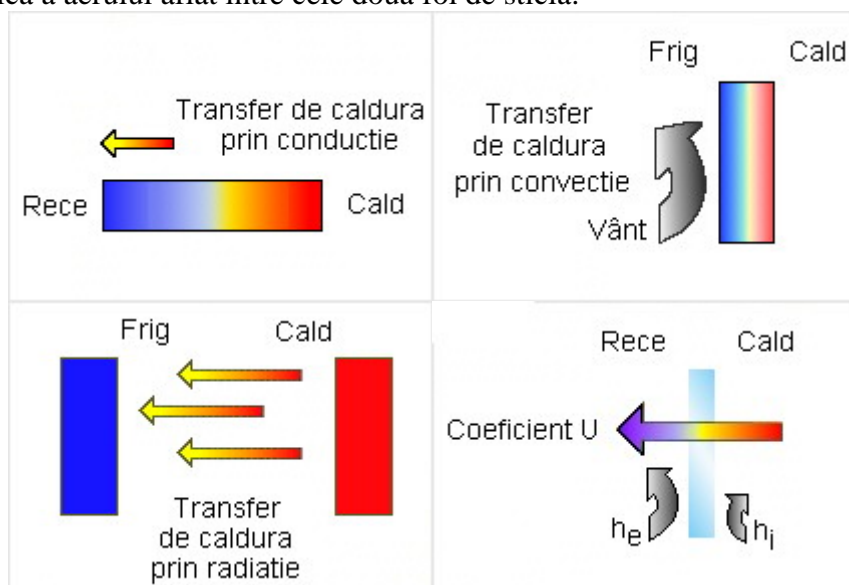
- Coeficientul lui Poisson "m" - Coeficientul de contractie laterala. Cand o bucata dintr-un material sufera o alungire sub influenta unei actiuni mecanice, se constata o subtiere a sectiunii sale. Coeficientul Poisson (m) este raportul intre subtierea unitara pe directia perpendiculara directiei efortului si alungirea unitara in directia efortului. Pentru sticla de constructii : $m = 0,22$.
- Modulul de elasticitate Young "E" - Exprima forta de tractiune care ar trebui teoretic aplicata unei bucati de sticla pentru a-i transmite o alungire egala cu lungimea sa initiala. Se exprima in unitate de forta pe unitate de suprafata. Pentru sticla, conform normelor europene :
 $E = 7.1010Pa = 70 GPa$.

Izolatie si transferul termic

Peretii vitrati, separa in general doua medii aflate la temperaturi diferite. Are loc deci, un transfer de caldura de la mediul cald la cel rece. Peretele vitrat are in acelasi timp particularitatea de a fi transparent la radiatia solara care genereaza caldura.

Transferurile termice de-a lungul unui perete prin conductie, convecție si radiatie, se exprima prin coeficientul "U". Acesta reprezinta fluxul de caldura care traverseaza 1 m² de perete, la o diferenta de temperatura de 1grad C între exteriorul si interiorul incaperii. Cu cat coeficientul "U" este mai mic, cu atat pierderile termice sunt mai mici.

Peretele vitrat poate fi facut cu o sticla simpla sau cu o sticla dubla, in al doilea caz obtinandu-se o mai buna izolatie termica. Principiul sticlei termopan este de a inchide între doua foi de sticla un strat de aer imobil si uscat, in scopul de a limita schimburile termice prin convecție si de a profita de slaba conductivitate termica a aerului aflat între cele doua foi de sticla.



Pentru ameliorarea coeficientului "U", trebuie eliminate transferurile termice prin conductie, convecție si radiatie. Cum exista posibilitatea sa se actioneze asupra coeficientilor de schimb superficial, ameliorarea acestui coeficient se va face prin diminuarea schimburilor între cele doua componente ale geamului dublu, in felul urmatoar:

- transferurile prin radiatie - pot fi diminuate utilizand sticla cu o acoperire slab emisiva
- transferurile prin conductie si convecție - pot fi diminuate prin inlocuirea aerului dintre cele doua foi de geam printr-un gaz mai greu, cu o conductivitate termica mai mica (argon, in general).

Intr-o explicatie mai simpla, un geam simplu de 4mm are un coeficient de transfer termic de 5,8 W/mp*K, un pachet de geam termoizolant cu structura 4 float clar-16-4 float clar are un coeficient de transfer termic de 2,8 W/mp*K, unul in combinatie 4float clar-16-4LowE are un coeficient de 1,4 W/mp*K, iar unul care are Argon in loc de aer între cele doua foi de sticla ale unui geam 4float clar-16-4LowE are un coeficient de 1,1 W/mp*K.

Izolatia Fonica

In ceea ce priveste izolatia acustica sau fonica, exista diversi indicatori, dintre care intensitatea zgomotului interior perceputa de ocupantii unui imobil, constituie elementul determinant pentru evaluarea cu fereastra inchisa a "protectiei contra zgomotului exterior". Pentru ca functia care defineste sunetul (si implicit zgomotul) este una logaritmica, cresterea este exponentiala astfel incat un sunet de 80 db nu este de 2 ori mai zgomotos decat unul de 40 db ci de 10.000 de ori. Tot astfel un sunet de 50 db este de 2 ori mai puternic decat unul de 40 de db.

Izolatia acustica obtinuta datorita constructiei este definita de "indicele de atenuare" reprezentand diferenta intre zgomotul interior si zgomotul exterior. Un geam simplu de 4mm ofera din acest punct de vedere 30db, unul de 6mm cam 31db, iar unul de 8mm cu aproximativ 32 db. Sub acest aspect sticla securizata izoleaza similar cu cea monolitica de aceeasi grosime. Problematika este mai complexa, pentru ca sunetul este caracterizat si de frecventa nu numai de intensitate. In general zgomotul cel mai disturbant intr-o incapere este cel generat de trafic, cu frecventa joasa. Din acest motiv se considera ca odata cu cresterea grosimii geamului, se reduce semnificativ zgomotul transmis in interior.

Pentru un geam dublu, acest coeficient depinde mai mult de rezonanta "masa-aer-masa" a intregului pachet termopan. Din nefericire, mediul creat in interiorul pachetului de geam (uzual 16mm adancime) este insuficient pentru a crea conditii de izolare. Din acest considerent in cazul in care aplicatia necesita o izolatie fonica marita, se opteaza pentru pachet de geam cu foi de grosimi diferite (pachete de geam gen 8-12-4 sau 6-14-4 sau 8-10-6). Un rezultat bun, din punct de vedere al izolarii fonice este realizat prin folosirea geamului laminat atat simplu, cat si ca foaie a unui geam termopan. Explicatia rezida in faptul ca folia PVB folosit are un puternic efect de atenuare al zgomotului, inclusiv in spectrul frecventelor inalte ceea ce o face foarte potrivita si in aplicatii supuse la acest tip de zgomot (in apropierea aeroporturilor de exemplu)

Mentionam ca aceasta tratare este simplificata intentionat, realitatea fiind mult mai complexa si raportand-se atat la zgomotul exterior din punct de vedere al frecventei si intensitatii cat si la modul in care urechea umana percepe sunetul.

Sticla si Radiatia Solara

Din punct de vedere al cantitatii si tipului de energie transmise, radiatia solara care ajunge pe pamant este compusa din:

3% ultraviolete + 55% infrarosii + 42% lumina vizibila

Fiecareia din aceste trei parti ale radiatiei ii corespunde cate un spectru definit prin urmatoarele intervale de lungimi de unda:

- radiatia ultravioleta de la 0,28 la 0,38 micrometri,
- radiatia vizibila de la 0,38 la 0,78 micrometri,
- radiatia infrarosie de la 0,78 la 2,5 micrometri.

Cand o radiatie loveste o sticla, o parte este reflectata, o parte este absorbita si o a treia transmisa. Rapoartele dintre fiecare din aceste trei parti si fluxul de energie incident, definesc factorul de reflexie, factorul de absorbtie si respectiv factorul de transmisie al acelei sticle.

Graficele acestor raporturi pe tot intervalul de lungimi de unda, constituie curbele spectrale ale sticlei. Pentru un flux de energie dat, aceste rapoarte depind de culoarea sticlei, de grosimea ei, si in cazul unei sticle cu depunere, de tipul acestei depuneri.

Energia solara care intra intr-o incapere printr-un geam, este absorbita de obiecte si peretii interiori, care se incalzesc si emit la randul lor o radiatie termica (situata in principal in infrarosu indepartat - mai mult de cinci micrometri).

Sticla, chiar si cea clara si incolora, este practic opaca la radiatii cu lungimi de unda mai mari de cinci micrometri. Radiatia solara cu lungime de unda scurta trece insa prin geam, este absorbita de obiecte si



peretii interiori, care se incalzesc si ajung sa emita radiatie termica (cu lungime de unda mare) care datorita proprietatii de mai sus sunt reflectate in interior. Astfel, energia solara intrata prin aceste ferestre, este practic retinuta in incapere, aceasta avand tendinta sa se incalzeasca. Acesta este efectul de sera, pe care il constatam spre exemplu, intr-o masina stationata in plin soare cu geamurile inchise.

Tipuri de sticla folosita in arhitectura

Sticla Float Clar in structura de 4mm reprezinta cel mai folosit geam simplu din oferta „Plus Confort” iar cel mai utilizat pachet termopan este cel de tip 4 mm float clar-16-4 mm LowE. Asa cum am mai specificat, din punct de vedere al transparentei geamul de tip LowE este similar cu cel float clar in conditiile unei izolari termice imbunatatite. Uzual se mai folosesc grosimi de 6mm, 8mm, 10mm. Se poate slefui pe margini, gauri si securiza sau recoace. Pentru aplicatii speciale se poate emaila,

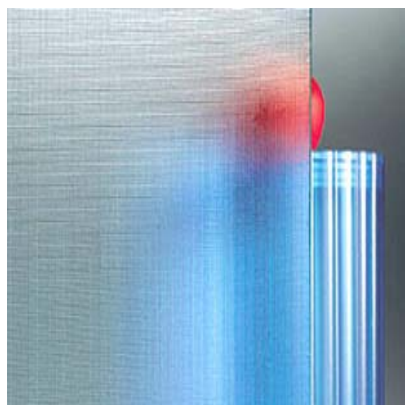
Sticla colorata este obtinuta prin adaugarea unor coloranti in sticla normala de baza. Culorile cele mai frecvent intalnite sunt: bronz, gri, verde, albastru si verde smarald. Transmisia de lumina vizibila variaza de la 14% la 85% in functie de culoare si grosime. Densitatea culorii depinde de asemenea de grosime. Pe masura ce aceasta creste, transmisia de lumina vizibila descreste. Culoarea reduce transmisia solara si mareste absorbtia de caldura solara a sticlei, care este radiata apoi in cea mai mare proportie spre exterior. Datorita acestui fapt exista situatii in care intr-un proiect serecomanda securizarea sticlei colorate.

Culorile pot varia de la un producator la altul, dar si de la o serie de productie la alta. Nu exista standarde publicate, informatiile se cer de la fiecare producator in parte. Grosimile posibile sunt 4,5 si 6mm.

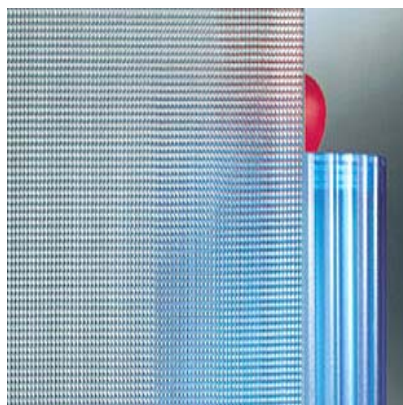
Sticla reflectorizanta atenuaza in mod controlat radiatiile luminoase nedorite. Luminozitatea si nivelul de protectie solara depind de gradul de absorbtie si de reflexie luminoasa al sticlei folosite. Prin utilizarea sticlei cu reflexie energetica mare catre exterior este limitata cantitatea de energie solara intrata in interiorul incaperii. Depunerile de oxizi metalici accentueaza efectul de oglinda, efect exploatat din plin in arhitectura contemporana. Nuantele cele mai intalnite sunt: bronz, gri argintiu si verde. Prin capacitatea sa de a reflecta, absorbi si radia energia solara, sticla solara reflectorizanta reduce in mod substantial aportul de caldura solara in interior, reducand costurile climatizarii pentru zonele cu expunere solara ridicata. Grosimile posibile sunt 5,6 si 8mm. Un efect similar se poate obtine si prin aplicarea unei folii speciale peste o foaie de sticla clara. Acest procedeu este mai costisitor si cu rezultate de o calitate mai scazuta.

Sticla mata este obtinuta din sticla clara si consta in alterarea transparentei prin diverse metode. Cea mai cunoscuta este tehnica sablarii, adica a „spalarii” unei fete a sticlei clare cu un jet de nisip sub presiune. Dezavantajul acestei metode este ca in contact cu apa, suprafata sablata redevine transparenta. Inchiderea intr-un pachet termopan cu fata sablata in interior elimina acest neajuns. O alta tehnica este cea a alterarii chimice prin acizi. Aceasta este permanenta dar foarte costisitoare. In practica, se mai poate opta pentru aplicarea unei folii mate peste o sticla clara.

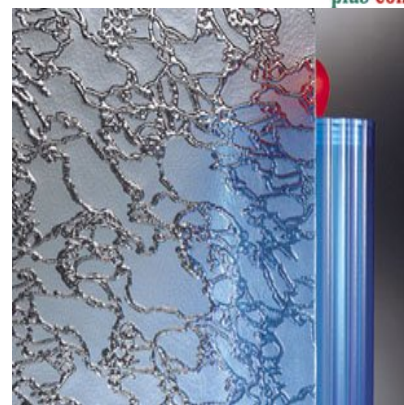
Sticla ornament se obtine prin roluirea foii de sticla incins intre doua role metalice imprimate cu modelul in relief al ornamentului. Structura modelului si tipul de sticla folosita ca baza determina transparenta si nuanta sticlei rezultat.



Ornament Screen



Ornament Krizet



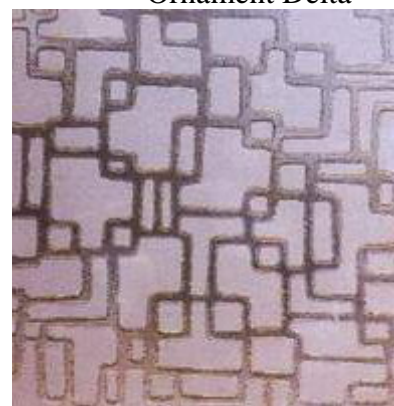
Ornament Delta



Ornament Spic



Ornament Crossfield



Ornament Labirint

Sticla Low-E sau de emisivitate redusa se obtine din sticla float prin aplicarea unui strat invizibil de oxizi metalici si aliaje. Aceasta acoperire are avantajul de a reduce pierderea de caldura prin sticla in timpul iernii, reflectand-o inapoi in incapere. In functie de valorile tehnice si calitatile optice se pot diferentia doua clase LowE Hard este o sticla pirolitica obtinuta prin acoperire cu oxizi de staniu si LowE soft obtinuta prin ionizare multistrat. Datorita performantelor termice ridicate, in conditiile unui pret scazut, este foarte folosita in pachetele de geam termoizolator tip „termopan”.

Sticla securizata se obtine din sticla float prin reintroducerea intr-un cuptor de coacere si apoi este racita brusc. Intern sticla se reconfigureaza intr-o structura de aproximativ 4 ori mai rezistenta la impact mecanic frontal si care in momentul spargerii produce cioburi netaioase si nepericuloase pentru oameni. Aceste caracteristici o fac absolut esentiala pentru aplicatii speciale. Trebuie mentionat ca sticla securizata nu suporta nici o prelucrare ulterioara, de aceea in momentul introducerii in cuptor ea trebuie sa aiba cota finita si prelucrata conform solicitarilor.

Sticla laminata multistrat, uzual numit duplex, se obtine prin lipirea a doua sau mai multe foi de sticla clara de aceeasi grosime sau grosimi diferite prin intermediul unor folii PVB de 0,38mm grosime. Daca sticla se sparge, cioburile raman lipite de folie diminuind riscurile de taiere. In cazul in care se folosesc foi de sticla de grosime diferita se obtine o izolatia fonica sporita.

Sticla armata este un tip de sticla rar folosit pentru aplicatii de securitate si consta in inserarea unei plase metalice in interiorul foii de sticla in momentul coacerii. Produsul rezultat se sparge mai dificil iar cioburile rezultate raman lipite in structura.

Grafic comportamentul in momentul spargerii, rezultatul se prezinta astfel:



Sticla float clar



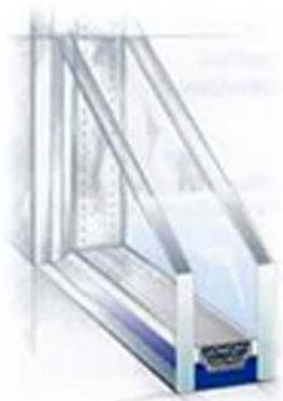
Sticla laminata



Sticla securizata



Sticla armata



Pachetul de geam tip „termopan” se obtine prin sigilarea a doua foi de sticla de aceeasi grosime sau de grosimi diferite, in aproape orice combinatie din cele mentionate mai sus. Cerintele de izolare termica si fonica, securitate si transparenta precum si bugetul aferent fiecarui obiectiv determina tipul de sticla folosita in compunerea ansamblului.