Doble vidre aïllant

Autor:
Data de publicació: 26-02-2023

Salta a la navegacióAnar a la cerca

Un diagrama seccionat d'una unitat de vidre aïllant fixa (IGU), indicant la convenció de numeració utilitzada en aquest article. La superfície #1 està orientada cap a l'exterior, la superfície #2 és la superfície interior del panell exterior, la superfície #3 és la superfície exterior del panell interior i la superfície #4 és la superfície interior del panell interior. El marc de la finestra està etiquetat com a #5, un espaiador s'indica com a # 6, els segells es mostren en vermell (# 7), la revelació interna es troba a la part dreta (# 8) i l'ampit exterior de la finestra a l'esquerra (# 9)

Perfil de finestra de fusta EURO 68 amb vidres aïllats

El doble vidre aïllant (IG) consisteix en dos o més vidres separats per un espai per reduir la transferència de calor a través d'una part de l'envolupant de l'edifici. Una finestra amb vidre aïllant es coneix comunament com a doble vidre o finestra de doble vidre, triple vidre o finestra de triple vidre, o vidre quàdruple o una finestra de quàdruple vidre, depenent de quants vidres s'utilitzin en la seva construcció.

Les unitats de vidre aïllants (IGU) es fabriquen normalment amb vidre en gruixos de 3 a 10 mm (1/8 "a 3/8"). El vidre més gruixut s'utilitza en aplicacions especials. El vidre laminat o temperat també es pot utilitzar com a part de la construcció. La majoria de les unitats es produeixen amb el mateix gruix de vidre en ambdós panells, però aplicacions especials com l'atenuació acústica o la seguretat poden requerir que s'incorporin diferents gruixos de vidre en una unitat.

L'espai entre els panells proporciona la major part de l'efecte d'aïllament i es pot omplir d'aire, però sovint s'utilitza l'argó ja que proporciona un millor aïllament o, de vegades, s'utilitzen diferents gasos o s'hi fa el buit[1].

Contingut

Una instal·lació típica de finestres de vidre aïllades amb marcs uPVC

L'adaptació d'un segon panell de vidre per millorar l'aïllament va començar a Escòcia, Alemanya i Suïssa a la dècada de 1870. [2]

El vidre aïllant és una evolució de les tecnologies més antigues conegudes com a finestres de doble penjada i finestres de tempesta. Les finestres tradicionals de doble penjada utilitzaven un sol vidre per separar els espais interiors i exteriors.

A l'estiu, s'instal·laria una pantalla de finestra a l'exterior sobre la finestra de doble penjada per evitar animals i insectes. A l'hivern, la pantalla es va eliminar i substituir per una finestra de tempesta, que va crear una separació de dues capes entre els espais interiors i exteriors, augmentant l'aïllament de les finestres en els mesos freds d'hivern. Per permetre la ventilació, la finestra de tempesta es pot penjar de bucles de frontissa extraïbles i obrir-la amb braços metàl·lics plegables. Normalment no es va poder fer cap cribratge amb les finestres de tempesta obertes, tot i que a l'hivern, els insectes normalment no estan actius.

Les finestres i pantalles tradicionals de tempesta requereixen relativament temps i requereixen molta mà d'obra, requerint l'eliminació i emmagatzematge de les finestres de tempesta a la primavera i la reinstal·lació a la tardor i l'emmagatzematge de les pantalles. El pes del gran marc de la finestra de tempesta i el vidre fa que la substitució en pisos superiors d'edificis alts sigui una tasca difícil que requereix pujar repetidament una escala amb cada finestra i intentar mantenir la finestra al seu lloc mentre s'asseguren clips de retenció al voltant de les vores. No obstant això, les reproduccions actuals d'aquestes finestres de tempesta d'estil antic es poden fer amb vidres desmuntables al panell inferior que es poden substituir per una pantalla desmuntable quan es vulgui. Això elimina la necessitat de canviar tota la finestra de tempestes segons les estacions.

El vidre aïllat forma un sandvitx d'aire i vidre multicapa molt compacte, que elimina la necessitat de finestres de tempesta. Les mampares també es poden deixar instal·lades tot l'any amb vidres aïllats, i es poden instal·lar de manera que es permeti la instal·lació i retirada de l'interior de l'edifici, eliminant el requisit de pujar per l'exterior de l'habitatge per donar servei a les finestres. És possible adaptar els vidres aïllats als marcs tradicionals de doble penjada, tot i que això requeriria modificacions significatives a la fusta emmarcada a causa de l'augment del gruix del conjunt IG.

Les unitats de finestres modernes amb IG solen substituir completament l'antiga unitat de doble penjada i inclouen altres millores, com ara un millor segellat entre les finestres superior i inferior i un equilibri de pes accionat per molla que elimina la necessitat de grans pesos penjants a la paret al costat de les finestres, permetent més aïllament al voltant de la finestra i reduint les fuites d'aire, proporciona una protecció robusta contra el sol i mantindrà la casa fresca a l'estiu calorosa i càlida a l'hivern. Aquests mecanismes d'equilibri accionats per molles també solen permetre que la part superior de les finestres giri cap a l'interior, permetent netejar l'exterior de la finestra IG des de l'interior de l'edifici.

La unitat de vidre aïllant, formada per dos vidres units en una sola unitat amb un segell entre les vores dels panells, va ser patentada als Estats Units per Thomas Stetson el 1865. [3] Es va convertir en un producte comercial a la dècada de 1930, quan es van presentar diverses patents i un producte va ser anunciat per la Libbey-Owens-Ford Glass Company el 1944. [4] El seu producte es va vendre sota la marca Thermopane, que havia estat registrada com a marca comercial el 1941. La tecnologia Thermopane difereix significativament de les IGU contemporànies. Els dos vidres estaven soldats junts per un segell de vidre, i els dos vidres estaven separats per menys de les 0,5 polzades (1,3 cm) típiques de les unitats modernes. [5] La marca Thermopane ha entrat en el vocabulari de la indústria del vidre com a marca genèrica per a qualsevol IGU. [cal citació]

Construcció

Vidre
El vidre d'un sol panell és un aïllant molt pobre (valor R al voltant d'1, RSI per sota de 0,2), de manera que els panells individuals proporcionen molt poc aïllament. Sovint s'utilitzen recobriments de vidre, com ara recobriments parcialment reflectants o de colors per reduir la insolació i recobriments per reflectir infrarojos.

El vidre de baixa emissivitat (vidre E baix) és una opció disponible comercialment per a la construcció d'IGU. El vidre baix E es fa aplicant un recobriment Low E a un panell de vidre. Es tracta generalment de recobriments metàl·lics, generalment aplicats sobre les segones o terceres superfícies de vidre de la unitat, que tenen l'efecte de reflectir la llum infraroja, i bloquejar o atenuar porcions dels espectres de llum ultraviolada i visible. Això pot reduir significativament el guany solar de l'IGU, que afecta tant el rendiment tèrmic (valor R) com el coeficient de guany de calor solar (SHGC). Hi ha dos tipus de recobriments baixos en E disponibles: recobriments durs i recobriments tous. Els recobriments durs es produeixen amb òxid d'estany que s'aplica quan el vidre encara està calent i s'absorbeix al vidre, i són durs i solen ser més barats. Els recobriments tous s'escampen al buit a la superfície del vidre i tenen un rendiment més alt, però s'oxiden i es fan malbé fàcilment i, per tant, han de ser protegits per un farcit de gas inert. [6]

Spacer

Espaiadors híbrids: exemples (d'esquerra a dreta): TGI, Swisspacer V, Thermix TX. N i Cromatech Ultra

Els vidres estan separats per un "espaiador". Un espaiador, que pot ser del tipus de vora càlida, és la peça que separa els dos vidres en un sistema de vidre aïllant i segella l'espai de gas entre ells. Els primers espaiadors estaven fets principalment d'acer i alumini, que els fabricants pensaven que proporcionaven més durabilitat, i el seu preu més baix significa que continuen sent habituals.

No obstant això, els espaiadors metàl·lics condueixen calor (tret que el metall es millori tèrmicament), soscavant la capacitat de la unitat de vidre aïllada (IGU) per reduir el flux de calor. També pot provocar que es formi aigua o gel a la part inferior de la unitat segellada a causa de la forta diferència de temperatura entre la finestra i l'aire circumdant. Per reduir la transferència de calor a través de l'espaiador i augmentar el rendiment tèrmic general, els fabricants poden fer que l'espaiador surti d'un material menys conductor, com ara l'escuma estructural. Un espaiador fabricat en alumini que també conté una barrera tèrmica altament estructural redueix la condensació a la superfície del vidre i millora l'aïllament, mesurat pel valor global en U.

Un espaiador que redueix el flux de calor en les configuracions de vidre també pot tenir característiques per a l'amortiment del so quan el soroll extern és un problema.
Normalment, els espaiadors s'omplen o contenen dessecant per eliminar la humitat atrapada a l'espai del gas durant la fabricació, reduint així el punt de rosada del gas en aquest espai i evitant que es formi condensació a la superfície número 2 quan la temperatura del panell de vidre exterior cau.
Han sorgit noves tecnologies per combatre la pèrdua de calor de les barres espaiadores tradicionals, incloses millores en el rendiment estructural i la durabilitat a llarg termini del metall millorat (alumini amb barrera tèrmica) i dels espaiadors d'escuma.

Omplir gas
Una manera més antiga i establerta de millorar el rendiment de l'aïllament és substituir l'aire de l'espai per un gas de menor conductivitat tèrmica. La transferència de calor convectiva de gasos és una funció de la viscositat i la calor específica. Sovint s'utilitzen gasos monatòmics com l'argó, el krypton i el xenó, ja que (a temperatures normals) no

transporten calor en modes de rotació, donant lloc a una menor capacitat calorífica que els gasos poliatòmics. L'argó té una conductivitat tèrmica del 67% la de l'aire, el krypton té aproximadament la meitat de la conductivitat de l'argó. [7] L'argó és gairebé l'1% de l'atmosfera i està aïllat a un cost moderat. Krypton i xenó són només components traça de l'atmosfera i molt cars. Tots aquests gasos "nobles" no són tòxics, clars, inodors, químicament inerts i disponibles comercialment a causa de la seva aplicació generalitzada a la indústria. Alguns fabricants també ofereixen hexafluorur de sofre com a gas aïllant, especialment per aïllar el so. Només té 2/3 de la conductivitat de l'argó, però és estable, barat i dens. No obstant això, l'hexafluorur de sofre és un gas d'efecte hivernacle extremadament potent que contribueix a l'escalfament global. A Europa, SF
6 entra dins de la directiva F-Gas que prohibeix o controla el seu ús per a diverses aplicacions. Des de l'1 de gener de 2006, SF
6 està prohibit com a gas traçador i en totes les aplicacions excepte el commutador d'alta tensió. [8]

En general, com més eficaç sigui un gas d'ompliment en el seu gruix òptim, més prim és el gruix òptim. Per exemple, el gruix òptim per al krypton és menor que per a l'argó, i més baix per a l'argó que per a l'aire. [9] No obstant això, com que és difícil determinar si el gas d'un IGU s'ha barrejat amb l'aire en el moment de la fabricació (o es barreja amb l'aire un cop instal·lat), molts dissenyadors prefereixen utilitzar buits més gruixuts del que seria òptim per al gas d'ompliment si fos pur. L'argó s'utilitza habitualment en vidres aïllats, ja que és el més assequible. Krypton, que és considerablement més car, no s'utilitza generalment, excepte per produir unitats de doble vidre molt fines o unitats de triple vidre d'alt rendiment extremadament altes. El xenó ha trobat molt poca aplicació a les IGU a causa del cost. [10]

La tecnologia de buit també s'utilitza en alguns productes d'aïllament no transparents anomenats panells aïllats al buit.

Fabricar
Les IGU sovint es fabriquen de manera feta a mida en línies de producció de fàbrica, però també hi ha unitats estàndard disponibles. El fabricant ha de subministrar al fabricant les dimensions d'amplada i alçada, el gruix dels vidres i el tipus de vidre de cada panell, així com el gruix general de la unitat. A la línia de muntatge, els espaiadors de gruixos específics es tallen i s'acoblen en les dimensions d'amplada i alçada generals requerides i s'omplen de dessecant. En una línia paral·, els vidres es tallen a mida i es renten perquè quedin òpticament clars.

Exemples de perfils moderns de finestres de plàstic i fusta amb vidres aïllats

S'aplica un adhesiu segellant primari (poliisobutè) a la cara de l'espaiador a cada costat i els panells pressionats contra l'espaiador. Si la unitat està plena de gas, es perforen dos forats a l'espaiador de la unitat muntada, s'uneixen línies per treure l'aire de l'espai i substituir-lo (o deixar-lo només al buit) pel gas desitjat. A continuació, s'eliminen les línies i es segellen forats per contenir el gas. La tècnica més moderna és utilitzar un farcit de gas en línia, que elimina la necessitat de perforar forats a l'espaiador. L'objectiu del segellant primari és evitar que el gas aïllant s'escapi i el vapor d'aigua entri. A continuació, les unitats s'envolten a la vora mitjançant segellant de polisulfur o silicona o material similar com a segellant secundari que frena els moviments del segellant primari cautxú-plàstic. El dessecant eliminarà traces d'humitat de l'espai aeri de manera que no aparegui aigua a les cares interiors (sense condensació) dels vidres que donen a l'espai aeri durant el fred. Alguns fabricants han desenvolupat processos específics que combinen l'espaiador i el dessecant en un sistema d'aplicació d'un sol pas.

Actuació
Tèrmic
L'eficiència aïllant màxima d'un IGU estàndard està determinada pel gruix de l'espai. Un major espai augmenta el valor d'aïllament fins a un punt, però finalment amb un buit prou gran, els corrents de convecció comencen a fluir portant calor entre els panells dins de la unitat. Normalment, la majoria de les unitats segellades aconsegueixen valors aïllants màxims utilitzant un espai de 16-19 mm (0,63-0,75 polzades) quan es mesuren al centre de l'IGU. [11]

El gruix IGU és un compromís entre la maximització del valor aïllant i la capacitat del sistema d'enquadrament utilitzat per transportar la unitat. Alguns sistemes de vidre residencials i més comercials poden acomodar el gruix ideal d'una

unitat de doble vidre. Sorgeixen problemes amb l'ús de triple vidre per reduir encara més la pèrdua de calor en un IGU. La combinació de gruix i pes dóna lloc a unitats massa poc resistents per a la majoria de sistemes d'envidrament residencials o comercials, sobretot si aquests panells estan continguts en marcs o faixes mòbils.

Imatges TIR de finestres equipades amb VIG[12]

Aquesta compensació no s'aplica al vidre aïllat al buit (VIG) ni als vidres evacuats,[13] ja que s'elimina la pèrdua de calor per convecció, deixant pèrdues de radiació i conducció a través del segellat de la vora i els pilars de suport necessaris sobre la zona de la cara. [14][15] Aquestes unitats de VIG tenen la major part de l'aire eliminat de l'espai entre els panells, deixant un buit gairebé complet. Les unitats VIG que actualment es troben al mercat estan segellades hermèticament al llarg del seu perímetre amb vidre de soldadura, és a dir, s'escalfa un frit de vidre (vidre en pols) amb un punt de fusió reduït per unir els components. Això crea un segell de vidre que experimenta un augment de l'estrès amb un augment de la temperatura diferencial a tota la unitat. Aquest estrès pot limitar el diferencial de temperatura màxim permès. Un fabricant proporciona una recomanació de 35 °C. Es requereixen pilars estretament espaiats per reforçar el vidre per resistir la pressió de l'atmosfera. L'espaiat i el diàmetre dels pilars limitaven l'aïllament aconseguit pels dissenys disponibles a partir de la dècada de 1990 a R = 4,7 h·°F·ft2/BTU (0,83 m2· K/W) no millor que les unitats de vidre aïllat de doble vidre d'alta qualitat. Els productes recents reclamen un rendiment de R = 14 h·°F·ft2/BTU (2,5 m2· K/N) que supera les unitats de vidre aïllat triple vidre. [15] Els pilars interns requerits exclouen les aplicacions on es desitja una vista sense obstacles a través de la unitat de vidre, és a dir, la majoria de finestres residencials i comercials i vitrines refrigerades d'aliments. Les finestres equipades amb VIG, però, tenen un rendiment baix a causa de la intensa transferència de calor de la vora. [12]

Valor d'aïllament

Edifici d'oficines amb vidre quàdruple a Oslo, Noruega, valor U 0,29 W/m2K, R-value 20

L'eficàcia de l'aïllament es pot expressar com un valor R o un valor RSI. Com més gran és el valor, més gran és la seva resistència a la transferència de calor. Un IGU estàndard que consisteix en panells transparents sense coure de vidre (o llums) amb aire a la cavitat entre les llums normalment té un valor RSI de 0,35 K·m2/W.

Utilitzant unitats habituals dels EUA, una regla general en la construcció estàndard d'IGU és que cada canvi en el component de l'IGU resulta en un augment d'1 valor R a l'eficiència de la unitat. L'addició de gas argó augmenta l'eficiència a aproximadament R-3. L'ús de vidre de baixa emissivitat a la superfície #2 afegirà un altre valor R. IGU de triple vidre correctament dissenyades amb recobriments de baixa emissivitat a les superfícies #2 i #4 i plenes de gas argó a les cavitats. Certes unitats IG de diverses cambres donen lloc a valors R tan alts com R-24. Les unitats de vidre aïllant al buit (VIG) donen com a resultat valors R tan alts com R-15 (centre de vidre). La combinació d'una unitat VIG amb un altre panell de vidre i un espaiador de vora càlida donen lloc a R-18 (centre de vidre) o més segons els recobriments de baixa e. Les unitats dobles VIG amb espaiador de vora càlida arriben a R-25 (centre de vidre) o més depenent dels recobriments de baixa e i altres factors.

Les capes addicionals de vidre ofereixen l'oportunitat d'un aïllament millorat. Tot i que el doble vidre estàndard s'utilitza més àmpliament, el triple vidre no és infreqüent i el vidre quàdruple es produeix per a ambients freds com Alaska o Escandinàvia. [16][17] Fins i tot hi ha vidres de quíntuple i sis panells (quatre o cinc cavitats), amb factors d'aïllament de

mig panell equivalents a les parets. [18][19][20]

Aïllament acústic

Aquesta secció no cita cap font. Si us plau, ajudeu a millorar aquesta secció afegint citacions a fonts fiables. El material no subcontractat pot ser desafiat i eliminat. (novembre de 2014) (Més informació sobre com i quan eliminar aquest missatge de plantilla)

En algunes situacions l'aïllament fa referència a la mitigació del soroll. En aquestes circumstàncies, un gran espai aeri millora la qualitat d'aïllament acústic o la classe de transmissió del so. El doble vidre asimètric, utilitzant diferents gruixos de vidre en lloc dels sistemes simètrics convencionals (gruixos de vidre iguals utilitzats per a ambdues llums) millorarà les propietats d'atenuació acústica de l'IGU. Si s'utilitzen espais d'aire estàndard, es pot utilitzar hexafluorur de sofre per substituir o augmentar un gas inert[21] i millorar el rendiment d'atenuació acústica.

Altres variacions de material de vidre afecten l'acústica. Les configuracions de vidre més utilitzades per a l'amortiment del so inclouen vidre laminat amb gruix variat de la capa intermèdia i gruix del vidre. Incloure un espaiador d'aire barrera tèrmica d'alumini estructural i millorat tèrmicament en el vidre aïllant pot millorar el rendiment acústic reduint la transmissió de fonts de soroll exteriors en el sistema de fenestració.

La revisió dels components del sistema de vidre, inclòs el material espacial de l'aire utilitzat en el vidre aïllant, pot garantir una millora general de la transmissió del so.

Transmitància, absorció i reflectància
La transmitància és una mesura de la quantitat de llum visible que passa pel vidre expressat com una fracció. Part de la llum també serà absorbida i reflectida.

Alguns tipus de llum inclouen ones de ràdio. Cal destacar que molts recobriments metal·litzats de vidre i semireflectants de baix e atenuen molt els senyals wi-fi i de telèfons mòbils. [cal citació]

Longevitat

Temperatures màximes d'estiu de l'argó de triple panell ple i IGU recobert de baix E[20]

Dependència de la temperatura de la permeabilitat primària del vapor d'aigua segellant del PIB[20]

La vida útil d'un IGU varia en funció de la qualitat dels materials utilitzats, la mida de la bretxa entre el panell interior i exterior, les diferències de temperatura, la mà d'obra i la ubicació de la instal·lació tant pel que fa a la direcció i la ubicació geogràfica, com al tractament que rep la unitat. Les unitats IG solen durar de 10 a 25 anys, amb finestres orientades a l'equador que sovint duren menys de 12 anys. Les IGU solen tenir una garantia de 10 a 20 anys depenent del fabricant. Si les IGU s'alteren (com ara la instal·lació d'una pel·lícula de control solar), el fabricant pot anul·lar la garantia.

L'Aliança de Fabricants de Vidre Aïllant (IGMA)[22] va dur a terme un extens estudi per caracteritzar les fallades de les unitats de vidre aïllants comercials durant un període de 25 anys.

Per a una unitat IG de construcció estàndard, la condensació es recull entre les capes de vidre quan el segell perimetral ha fallat i quan el dessecant s'ha saturat i, en general, només es pot eliminar substituint l'IGU. La fallada del segell i la posterior substitució donen lloc a un factor important en el cost global de la propietat de les IGU. [23]

Les grans diferències de temperatura entre els panells interiors i exteriors tensionen els adhesius espaiadors, que eventualment poden fallar. Les unitats amb una petita bretxa entre els panells són més propenses al fracàs a causa de l'augment de l'estrès.

Els canvis de pressió atmosfèrica combinats amb el clima humit poden, en casos rars, acabar provocant que el buit s'ompli d'aigua.

Les superfícies de segellat flexibles que impedeixen la infiltració al voltant de la unitat de la finestra també es poden degradar o trencar o danyar. La substitució d'aquests segells pot ser difícil d'impossible, a causa de les finestres IG que solen utilitzar marcs de canals extruïts sense cargols o plaques de retenció de segellat. En lloc d'això, els segells de la vora s'instal·len empenyent un llavi flexible unidireccional en forma de fletxa en una ranura del canal extruït i, sovint, no es pot extreure fàcilment de la ranura extruïda per substituir-la.

Al Canadà, des de principis de 1990, hi ha algunes empreses que ofereixen servei d'unitats IG fallides. Proporcionen ventilació oberta a l'atmosfera mitjançant la perforació de forats al vidre i / o espaiador. Aquesta solució sovint inverteix la condensació visible, però no pot netejar la superfície interior del vidre i la tinció que es pot haver produït després d'una exposició a llarg termini a la humitat. Poden oferir una garantia de 5 a 20 anys. Aquesta solució redueix el valor aïllant de la finestra, però pot ser una solució "verda" quan la finestra encara està en bon estat. Si la unitat IG tenia un farcit de gas (per exemple, argó o krypton o una barreja) el gas es dissipa naturalment i el valor R pateix.

Des del 2004, també hi ha algunes empreses que ofereixen el mateix procés de restauració d'unitats fallides de doble vidre al Regne Unit, i hi ha una empresa que ofereix restauració d'unitats IG fallides a Irlanda des del 2010.

Esquerdament per estrès tèrmic

Esquerdament per estrès tèrmic

L'esquerdament per estrès tèrmic no és diferent per a vidres aïllats i vidres no contaminats. Les diferències de temperatura a tota la superfície dels vidres poden provocar esquerdes del vidre. [24] Normalment es produeix quan el vidre està parcialment ombrejat i una secció s'escalfa a la llum solar. El vidre tintat augmenta l'escalfament i l'estrès tèrmic, mentre que el recuit redueix l'estrès intern integrat al vidre durant la fabricació deixant més força disponible per resistir les esquerdes tèrmiques.

L'expansió tèrmica crea pressió interna o estrès, on el material càlid en expansió es veu frenat pel material més fred. Es pot formar una esquerda si la tensió supera la resistència del material i l'esquerda es propagarà fins que la tensió a la punta de l'esquerda estigui per sota de la resistència del material. Normalment, les esquerdes s'inicien i es propaguen des de l'estreta vora de tall ombrejat on el material és feble i la tensió s'estén sobre un petit volum de vidre en comparació amb la zona oberta. El gruix del vidre no té cap efecte directe sobre les esquerdes tèrmiques de les

finestres perquè tant la tensió tèrmica com la resistència del material són proporcionals al gruix. Tot i que el vidre més gruixut tindrà més força després de suportar les càrregues de vent, normalment només és un factor important per a les grans unitats de vidre en edificis alts i el vent millora la dissipació de calor. L'augment de la resistència a les esquerdes amb vidres més prims en aplicacions residencials i comercials habituals és el resultat més fiable de l'ús de vidre temperat per satisfer els codis de seguretat de l'edifici que requereixen el seu ús per reduir la gravetat de les lesions quan es trenquen. Les tensions de tall s'han de reduir mitjançant recuit previ al tremp i això elimina les concentracions d'estrès creades durant el tall del vidre i que augmenten significativament la tensió necessària per iniciar una esquerda des de la vora. El cost de processar el vidre temperat és molt superior a la diferència de cost entre el vidre d'1/8 "(3 mm) i el material de 3/16 " (5 mm) o 1/4 " (6.5 mm), cosa que fa que els vidriers suggereixin substituir els vidres esquerdats per vidres més gruixuts. També pot evitar revelar al client que el vidre temperat s'hauria d'haver utilitzat inicialment.

Qualificació d'eficiència
Tenint en compte les propietats tèrmiques de la faixa, el marc i l'ampit, i les dimensions del vidre i les propietats tèrmiques del vidre, es pot calcular la velocitat de transferència de calor d'una finestra determinada i un conjunt de condicions. Això es pot calcular en kW (quilowatts), però de manera més útil per als càlculs de cost-benefici es pot afirmar com a kWh pa (quilowatts hora anuals), en funció de les condicions típiques de més d'un any per a una ubicació determinada. [25]

Els panells de vidre en finestres de doble vidre transmeten calor en ambdós sentits per radiació, a través del vidre per conducció i a través del buit entre els vidres per convecció, per conducció a través del marc, i per infiltració al voltant dels segells perimetrals i el segell del marc a l'edifici. Les tarifes reals variaran segons les condicions al llarg de l'any i, tot i que el guany solar pot ser molt benvingut a l'hivern (depenent del clima local), pot provocar un augment dels costos de climatització a l'estiu. La transferència de calor no desitjada es pot mitigar, per exemple, utilitzant cortines a la nit a l'hivern i utilitzant tons solars durant el dia a l'estiu. En un intent de proporcionar una comparació útil entre construccions de finestres alternatives, el British Fenestration Rating Council ha definit un WER de "Window Energy Rating", que va des d'A per al millor fins a B i C, etc. Això té en compte una combinació de la pèrdua de calor a través de la finestra (valor U, el recíproc del valor R), el guany solar (valor g) i la pèrdua per fuites d'aire al voltant del marc (valor L). Per exemple, una finestra A Rated guanyarà en un any típic tanta calor pel guany solar com perd d'altres maneres (però la majoria d'aquest guany es produirà durant els mesos d'estiu, quan la calor pot no ser necessària per l'ocupant de l'edifici). Això proporciona un millor rendiment tèrmic que una paret típica.

Vegeu també

Mur cortina
Envidrament quàdruple
Disseny solar passiu
Finestra

Referències

^ "Vidre aïllant al buit: passat, present i pronòstic".
^ Història del doble vidre, [Consulta: 11 febrer 2022].
^ Patent nord-americana 49167, Stetson, Thomas D., "Improvement in Window Glass", emesa el 12 d'agost de 1865
^ Bufó, Thomas C., ed. (2014). Materials de construcció del segle XX: història i conservació. Getty Publicacions. Pàg 273. ISBN 9781606063255. Vegeu la nota 25.
^ Wilson, Alex (22 de març de 2012). "La revolució en el rendiment de les finestres: part 1". Assessor d'edificis verds.
^ Popular Science Aug 1990 Vol. 237, No. 2 ISSN 0161-7370 pàgina 42
^ "Kaye i Laby. Conductivitats tèrmiques dels gasos". Arxivat de l'original el 6 October 2008. [Consulta: 7 octubre 2012].
^ "Restriccions de gas F i SF6". euractiv.com. Arxivat de l'original el 6 August 2011. [Consulta: 23 març 2018].
^ Manual ASHRAE, Volum 1, Fonaments, 1993
^ ?Còpia arxivada» (PDF). Arxivat de l'original el 2 octubre 2006. [Consulta: 8 desembre 2008].
^ Aydin, Orhan (30 de març de 2000). "Determinació del gruix òptim de la capa d'aire en finestres de doble vidre". Energia i Edificis. 32 (3): 303-308. DOI:10.1016/S0378-7788(00)00057-8.
^ Jump up to:un b Chmúrny, Ivan; Szabó, D (2019). Rendiment tèrmic de la finestra amb vidre al buit. Estudi de cas. Ciències de la Terra i del Medi Ambient. Vol. 290. p. 012076. Bibcode:2019E&ES.. 290a2076C. doi:10.1088/1755-1315/290/1/012076.
^ Norton, Brian (2013). Aprofitament de la calor solar. Springer. ISBN 978-94-007-7275-5.
^ "Desenvolupament i control de qualitat de l'envidrament al buit per N. Ng i L. Tan; Universitat de Sydney". Glassfiles.com. Arxivat de l'original el 11 July 2011. [Consulta: 5 abril 2011].
^ Jump up to:un b "Vidre aïllat al buit (VIG)". Laboratori Nacional Lawrence Berkeley. Departament d'Energia dels EUA.

[Consulta: 8 maig 2018].
^ Corporation, Bonnier (1 de febrer de 1980). "Divulgació científica". Corporació Bonnier. [Consulta: 23 març 2018]: a través de Google Llibres.
^ "La casa de vidre quàdruple utilitza bomba geotèrmica per mantenir una temperatura constant". inhabitat.com. Octubre 2013. [Consulta: 23 març 2018].
^ "Productes verds". buildinggreen.com. [Consulta: 23 març 2018].
^ "'Superwindows' Al rescat?". GreenBuildingAdvisor.com. 7 de juny de 2011. [Consulta: 23 març 2018].
^ Jump up to:un b c Kralj, Aleš; Drev, Marija; Žnidarši?, Matjaž; ?erne, Boštjan; Hafner, Jože; Jelle, Bjørn Petter (maig 2019). "Investigacions de vidres de 6 panells: Propietats i possibilitats". Energia i Edificis. 190: 61-68. DOI:10.1016/j.enbuild.2019.02.033.
^ Hopkins, Carl (2007). Aïllament acústic: Google Llibres. ISBN 9780750665261. [Consulta: 5 abril 2011].
^ "IGMA". Igmaonline.org. [Consulta: 5 abril 2011].
^ "Cost de doble vidre". Doble vidre a la web. [Consulta: 12 novembre 2021].
^ Wang, Qingsong; Haodong, Chen; Yu, Wang; Jinhua, Sol (2013). "Efecte de xoc tèrmic sobre la resposta a l'estrès tèrmic del vidre i la propagació d'esquerdes" Procedia Enginyeria. 62: 717-724. DOI:10.1016/j.proeng.2013.08.118.
^ "Dipòsit de finestres de Raleigh". Finestra Depotraleigh. [Consulta: 21 octubre 2021].

Manual de Química i Física, 62ed, CRC Press, ISBN 0-8493-0462-8

Enllaços externs

Contingut multimèdia relatiu a: Vidre aïllat a Wikimedia Commons