

Stress termico o shock termico

Questa nota informativa introduce il concetto di stress termico che può essere indotto nel vetro per effetto dell'esposizione alla radiazione solare. Essa fornisce un quadro generale sui fattori da prendere in esame quando si voglia verificare la sicurezza termica di vetri soggetti ad esposizione solare e offre una guida su come affrontare il problema progettuale. La sicurezza termica del vetro dev'essere presa in considerazione in fase di progetto della composizione vetraria, in quanto ha implicazioni sulla scelta del tipo di vetro da utilizzare.

Stress termico nel vetro

L'intensità della sollecitazione termica dipende dalla differenza di temperatura tra la parte più calda e quella più fredda della lastra e dalla distribuzione delle temperature attraverso la stessa.

Il vetro è comunemente intelaiato circondandone i bordi tramite una guarnizione. L'area del vetro esposta alla radiazione solare assorbe calore, aumenta la propria temperatura e si dilata. I bordi del vetro, che sono schermati dalla radiazione solare, rimangono più freddi rispetto alla superficie esposta (si veda figura 1).

La differente espansione che ne risulta introduce una tensione sul bordo del vetro, e se essa supera la tensione di rottura del vetro una frattura da shock termico avrà luogo (Figura2).

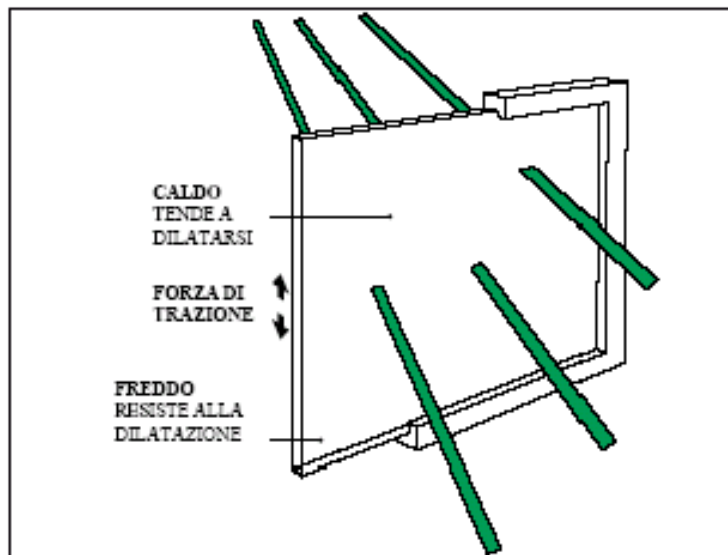


Figura 1. Centro caldo e bordo freddo – creazione dello stress termico

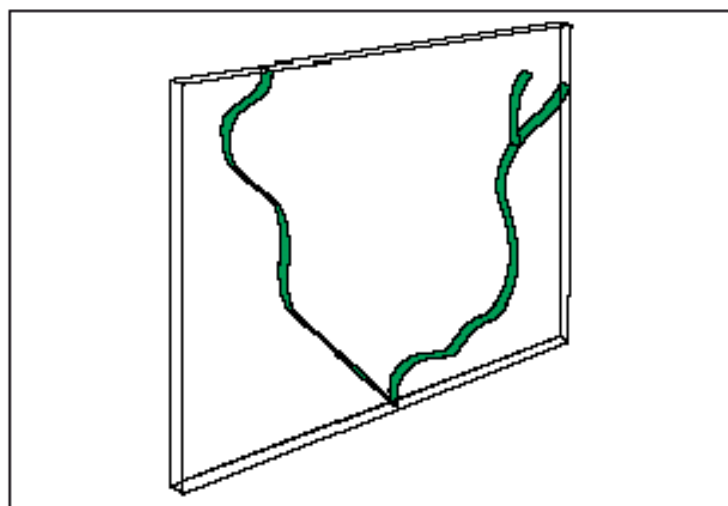


Figura 2. Tipica frattura di origine termica

Fattori che influenzano lo stress termico

Qualunque elemento che tenda ad incrementare la differenza di temperatura tra il centro (caldo) ed il bordo (freddo) del vetro, introduce stress termico. Elementi di questo tipo sono:

- **Radiazione solare elevata:** l'intensità della radiazione sulla vetrata è determinata dalla dislocazione geografica dell'edificio, dall'orientamento della vetrata, dalla stagione, dall'ora del giorno, dalla nuvolosità, dall'inquinamento atmosferico e dalla riflessione del terreno o delle strutture adiacenti.
- **Elevato assorbimento di calore irraggiato:** la caratteristica più rilevante per il vetro in riferimento alla sicurezza termica è l'assorbimento. Tanto maggiore è l'assorbimento termico della radiazione solare, tanto più alta è la temperatura del vetro e tanto maggiore lo stress termico.
- **Pareti od oggetti retrostanti:** qualunque oggetto tenda a riflettere o reirradiare calore verso il vetro dall'interno dell'edificio va ad incrementare la quantità di calore assorbito dal vetro. Trattasi di strutture permanenti poste vicino alla superficie interna del vetro. Spesso ci si riferisce a tendaggi, spandrel o pannelli a tutt'altezza, ma possono essere anche controsoffitti sospesi, condotti di un sistema interno di riscaldamento, colonne interne o bordi di gradini sul pavimento.
- **Condizioni di bordo del vetro:** le condizioni del bordo della lastra sono estremamente importanti. Dal momento che la tensione di trazione è indotta sui bordi del vetro, la tensione di rottura del vetro è generalmente influenzata dall'estensione e dalla posizione di difetti su di esso.
- **Tipo di telaio:** la temperatura del bordo, e dunque lo stress termico del vetro, sono influenzati dal tipo e dalle proprietà del telaio. Le caratteristiche termiche dei vari materiali (cemento, metallo, legno, materie plastiche, ecc.) utilizzate per intelaiare il vetro variano in modo considerevole; oltre a questo la forma del serramento è importante in quanto determina la quantità di vetro che verrà riscaldata o meno. Una facile conduzione di calore dal serramento al muro tende ad abbassare la temperatura del bordo del vetro.
- **Ombreggiatura esterna:** ombre portate sul vetro, temporanee o permanenti, possono causare forti differenze di temperatura. Tensioni termiche addizionali vengono così indotte nel vetro quando esso è parzialmente schermato dal sole per effetto di agenti esterni come coperture, cornicioni, terrazzi, montanti sporgenti o muri contigui. Ombre possono essere proiettate anche da oggetti più distanti quali alberi o edifici circostanti.
- **Schermature interne:** Tende, avvolgibili, veneziane o altri sistemi schermanti possono interferire con il movimento naturale dell'aria a contatto col vetro. Esse possono inoltre riflettere e reirradiare la radiazione solare, incrementando la temperatura del vetro.
- **Elementi di riscaldamento:** la fonte primaria di energia che provoca lo stress termico è il sole. Fonti secondarie come radiatori o convettori per riscaldamento possono aggiungere calore supplementare al vetro ed incrementare le tensioni termiche nel vetro, specialmente quando il calore sia emesso direttamente contro la lastra.
- **Vetrature isolanti:** per le vetrate isolanti la quantità di calore trasferita dal vetro all'aria circostante è ridotta. L'effetto è ancora più pronunciato al crescere del numero di intercapedini e di lastre.
- **Elevata temperatura e flusso ridotto dell'aria:** temperatura elevata e ristagno dell'aria tendono a ridurre la quantità di calore che viene ceduto dal vetro, favorendone il riscaldamento.
- **Inclinazione della vetrata (verticale o non verticale):** l'incidenza della radiazione solare varia con l'angolo di inclinazione.
- **Finestre apribili o scorrevoli:** finestre apribili o scorrevoli possono diventare delle vere e proprie doppie, triple o quaduple vetrate quando lasciate aperte, e questo dev'essere tenuto in considerazione.
- **Film per il controllo solare:** l'applicazione di film a controllo solare a finestre esistenti può incrementare l'assorbimento di calore da parte del vetro e quindi lo stress termico.
- **Caratteristiche fisiche del vetro:** i vetri colorati (bronzo, fumè, etc); spessore vetro (solitamente superiore a 12 mm), i blindati e anche se in minor maniera i basso emissivi.

Altre potenziali cause di frattura termica

- Fratture prima del montaggio – esposizione alla radiazione diretta: la frattura termica può avvenire prima che il vetro sia montato. Le lastre lasciate impilate ed esposte alla radiazione solare diretta possono diventare estremamente calde al centro del pacco, perfino nel caso di vetro chiaro. D'altra parte i bordi si raffreddano a contatto con l'aria dell'ambiente, creando una differenza di temperatura tra il centro ed i bordi delle lastre al centro del pacco. Per questo motivo il vetro non dovrebbe mai essere stoccato a contatto diretto con la radiazione solare.
- Fratture dopo il montaggio – condizioni del sito: durante il lavoro di costruzione, ci sono spesso impalcature intorno all'edificio che possono creare ombre statiche. Se il vetro è stato soggetto a uno studio per la sicurezza termica e non è previsto che ombre statiche siano consentite (poiché esse non saranno presenti sull'edificio a lavoro finito), allora rotture termiche possono verificarsi durante la fase di costruzione. Queste possono essere evitate schermando totalmente il vetro con fogli a perdere, cosa che rappresenta una buona soluzione pratica anche per altre ragioni dal momento che in questo modo si protegge la superficie del vetro da danneggiamento e contaminazione.
- Fratture della lastra interna in vetrocamera – clima freddo: in climi freddi, è possibile che avvengano rotture termiche sulla lastra interna durante la notte. La bassa temperatura raffredda il telaio e di conseguenza il bordo del vetro, mentre la parte centrale della lastra interna è mantenuta più calda dalla temperatura della stanza. Questo effetto può essere evitato utilizzando materiali isolanti per il serramento (materie plastiche o legno) o prevedendo correttamente nei telai di metallo il taglio termico.

Valutazione della sicurezza termica

La sicurezza termica viene valutata confrontando un valore calcolato della massima differenza di temperatura che si potrà verificare sul vetro nelle sue condizioni di montaggio, con un valore di differenza di temperatura considerato sicuro per il vetro. Se questa differenza di temperatura "sicura" supera la massima differenza di temperatura calcolata per una particolare lastra di vetro, allora la vetrata si può considerare sicura da rotture termiche per quella particolare applicazione.

Il concetto di sicurezza da rottura termica è definito in un contesto di probabilità di rottura:

- Il rischio di frattura da stress termico da una lastra con buone condizioni del bordo è sufficientemente basso da poter essere accettato.
- La valutazione è valida soltanto se le condizioni del sito rispecchiano quelle ipotizzate nella valutazione della sicurezza da rottura termica.

Se il vetro non è sicuro dal punto di vista delle rotture termiche, andranno valutate delle soluzioni sul vetro e sul sistema per risolvere la situazione ed eliminare il rischio. Il vetro temprato ha una differenza di temperatura "sicura" molto più alta di quella del vetro ricotto o laminato e di conseguenza la soluzione che in genere viene presa in esame è la specifica della tempratura per il vetro scelto.