

Nejčastější poruchy tepelně tvrzeného skla

Ing. Miroslav SÁZOVSKÝ

Tepelně tvrzené sklo si získalo své výhradní postavení především v interiéru budov a to díky svému charakteristickému rozpadu po rozbití. Když se řekne bezpečnostní sklo, většina z nás si představí rovnou tepelně tvrzené sklo. Znáte však všechna skrytá rizika skla, které se slangově nazývá kalené sklo?

V článku, který lektoroval vážený pan Prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc. píše, že u tepelně tvrzeného skla lze zvláště apelovat na dodržení technologických limitů rozměrů a tvaru dílce, tolerance jejich počátečních prohnutí, specifikaci složení skla, případně estetické vady, apod.

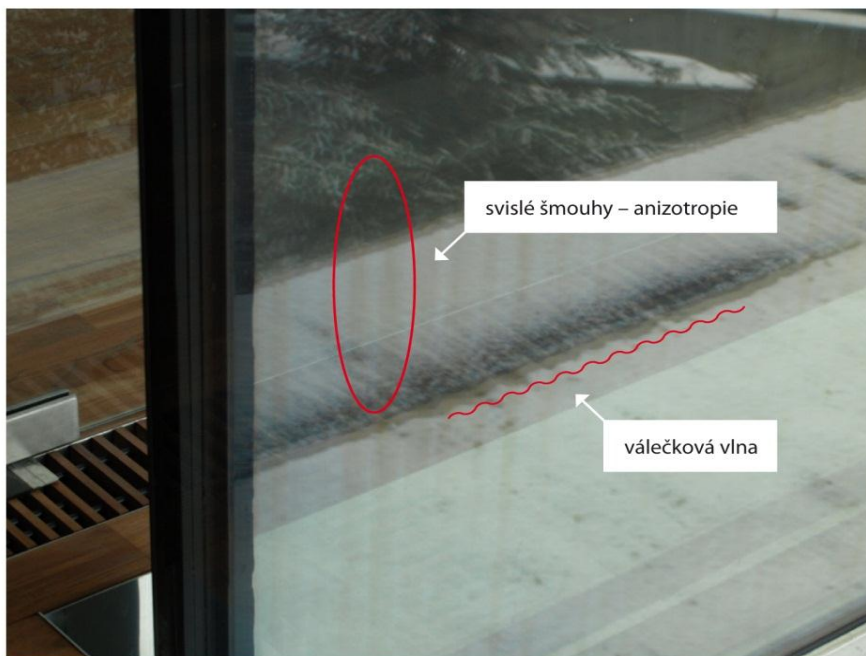
Odpovědnost vyplývající z návrhu a realizace stavebního díla s použitím konstrukčního skla má z hlediska právních předpisů obdobný charakter, jako je tomu v ostatních případech, kdy projektant navrhuje a dimenzuje např. železobetonové, ocelové či dřevěné nosné konstrukce staveb.

Vada nebo porucha nemusí být vždy způsobena chybným plněním dodavatele stavby nebo dodavatele projektové dokumentace. Příčina může spočívat také v chybném užívání stavby, nebo může být na straně investora, např. v případech, kdy požadoval zabudování nevhodných materiálů do stavby, nebo použití nevhodných konstrukcí či jejich složení (např. z úsporných důvodů). Příčina může být také mimo účastníky výstavby, např. sesuv půdy, pokles hladiny spodní vody, živelná katastrofa, otrěsy od dopravy, apod.

Samovolná exploze u tepelně tvrzeného skla

Samovolná exploze u tepelně tvrzeného skla může nastat tehdy, pokud je v hmotě skla přítomna inkluze sulfidu nikelnatého (dále jen NiS). Tato sloučenina ve skle vzniká při výrobě, kdy při tavení skla dochází ke smíchávání různých chemických látek. U běžného chlazeného skla float je tato sloučenina stabilní a za normálních podmínek použití ve stavebnictví nehrozí její aktivace vlivem změny teploty nebo tlaku vzduchu. U tepelně tvrzeného skla je situace jiná...

Při výrobě dochází k rychlému zahřátí na bod měknutí a poté k řízenému ochlazení, kdy ve středu tabule skla vzniknou tahová a u povrchu tlaková napětí. Při tomto procesu se inkluze NiS stává nestabilní a při řízeném ochlazení se nestihne vrátit do svého stabilního stavu. To u ní způsobí přecitlivělost na změnu teploty nebo tlaku a hrozí, že svým rozpínáním nebo smršťováním způsobí vnitřní mikrotrhliny, které oslabí povrchovou



tlakovou zónu, a nastane exploze tepelně tvrzeného skla. K těmto explozím dochází nejčastěji do dvou let od výroby, pak riziko klesá, ale neztratí se.

V praxi může samovolná exploze způsobit vážné škody na majetku nebo psychice osob. Nedávným případem byla exploze skleněných dveří od sprchového koutu, kde rodiče sprchovali své roční dítě.

Optická deformace

Optickou deformací tepelně tvrzeného skla je myšleno zdeformování obrazu, který vidíme při odrazu nebo při průchodu viditelného světla. Těchto efektů se dobře využívá v zrcadlovém bludišti, ale ve stavebnictví působí vždy rušivě a jsou častým sporem při řešení reklamací, jelikož neuniknou zraku žádného zákazníka. Tyto optické deformace jsou z 90% způsobeny samotnou podstatou výroby nebo neodbornou montáží. Častou optickou deformací je tzv. válečková vlna, která vzniká při procesu tepelného tvrzení. Sklo se v peci pohybuje po speciálních válečcích, a protože je ohřáté na teplotu měknutí, dochází v závislosti na rozměru a jeho tloušťce k vytvoření mírného zvlnění (otlačení válečků) do jeho rovinného povrchu.

V praxi je třeba s těmito deformacemi počítat již v samotném návrhu a vyhodnotit, zda nebudou mít negativní vliv na celou estetiku objektu, popřípadě by měly být na všech tabulích skla stejné.

Dovolené celkové nebo místní prohnutí

Počáteční, resp. výchozí dovolené celkové nebo místní prohnutí v ploše skla je přesně definováno v normě ČSN EN 12150-1 – Sklo ve stavebnictví – Tepelně tvrzené sodnovápenatokrémicité bezpečnostní sklo – Část 1: Definice a popis.

Ze samotné podstaty procesu tvrzení není možné získat výrobek tak rovinný jako chlazené sklo. Rozdíl závisí na jmenovité tloušťce, rozměrech a poměru mezi rozměry. Z tohoto důvodu může dojít k deformaci známé jako celkové prohnutí. Deformace se musí měřit podél hran skla a podél úhlopříček jako maximální vzdálenost mezi přímým kovovým pravítkem nebo napnutým drátem a konkávním povrchem skla. Hodnota počátečního prohnutí je pak vyjádřena jako deformace (v milimetrech), dělená příslušnou měřenou délkou hrany skla nebo úhlopříčky (v milimetrech). Celkové prohnutí tepelně tvrzeného sodnovápenatokrémicitého skla, které bylo tvrzeno pomocí horizontální technologie, může být u skla 0,003 mm/1 mm. Místní prohnutí 0,5 mm/300 mm.

NAPŘÍKLAD: Tabule skla o délce hrany 3030 mm může mít prohnutí maximálně $0,003 \times 3030 = 9,09$ mm.

Dalším možným prohnutím může být prohnutí způsobené od zatížení, popřípadě vlastní tíhy. Tato prohnutí lze vypočítat a v projektové dokumentaci se s nimi může již při návrhu počítat.

NAPŘÍKLAD: U tabule skla, která byla vystavená tlaku větru nebo opírajících se osob, se sklo prohne, a protože je pružné, opět se vrátí zpět. Díky setrvačnosti dojde při návratu do původního stavu k opačnému prohnutí ve směru působení sil – tzv. kmitání. Jelikož tepelně tvrzená skla mají zvýšenou pevnost, může docházet k poměrně velkým průhybům bez porušení (prasknutí), a to v závislosti na tuhosti tabule.

POZOR: v případě, že dvě tabule skla uložíte vedle sebe způsobem, že jedna bude konvexně a druhá konkávně prohnutá, může jen díky technologii výroby vzniknout rozdíl mezi hranami.

NAPŘÍKLAD: U tabule skla o délce hrany 3030 mm až 2x9,09 mm = 18,18 mm. Tepelně tvrzené sklo může mít i místní prohnutí, které je v normě povoleno až na hodnotu 0,5 mm na délce 300 mm.

Estetické vady

Estetické vady v podobě anizotropie nebo vtisků do povrchu skla jsou neodstranitelnou vadou a je třeba s nimi počítat, tak jako s přítomností NiS, optickou deformací a prohnutím skla.

Anizotropie je jev, který se dá nazvat jako stopy po procesu tepelného tvrzení. Tyto stopy lze sledovat jen za určitých světelných podmínek, především v tzv. reflexním – Brewsterově úhlu (při tomto úhlu se stává odražené viditelné světlo polarizovaným). Většinou jsou vidět slabé barevné skvrny a pruhy, které jsou způsobeny procesem chlazení skla. Tyto esteticky nepěkné skvrny lze spatřit nejen při pohledu skrz zasklení, ale i při reflexi odraženého spektra viditelného světla. Nejlépe je můžeme vidět pod úhlem 56° (Brewsterův úhel) nebo pomocí polarizačních brýlí.

Technologické chyby výroby

Pro výrobce výrobků ze stavebního skla platí nejen národní zákony, ale i evropské směrnice (89/106/EEC) a příslušné harmonizované normy týkající se tepelně tvrzeného bezpečnostního skla:

- ČSN EN 12150-1 – Sklo ve stavebnictví – Tepelně tvrzené sodnovápenatokrémicíté bezpečnostní sklo – Část 1: Definice a popis
- ČSN EN 12150-2 – Sklo ve stavebnictví – Tepelně tvrzené sodnovápenatokrémicíté bezpečnostní sklo – Část 2: Hodnocení shody/Výrobová norma.

Požadavky zákazníků na estetiku vrstveného bezpečnostního skla jsou čím dál více náročnější a již jen málokdo si dokáže představit nerovnou hranu vrstveného skla nebo přesahy jedné z tabulí spolu s vyčnívající fólií. Velkým trendem současné doby je broušení

vrstveného bezpečnostního skla z tepelně tvrzeného skla po procesu vrstvení. Norma ČSN EN 12150-1 v kapitole 7.1 udává: UPOZORNĚNÍ – U tepelně tvrzeného sodnovápenatokrémicítého bezpečnostního skla by po tvrzení nemělo být prováděno řezání, řezání pilou, vrtání, nebo opracování hran.

Samotná podstata tepelného tvrzení je jakousi alchymíí a není známo, proč některé sklo praskne již při tepelném tvrzení, některé při chlazení a některé až při převozu na stavbu. Vždy je kvalita a míra tvrzení závislá na kvalitě hmoty skla, stavu povrchu a kvalitě opracování hran. Proto pokud se tepelně tvrzené sklo brousí i po procesu tepelného tvrzení, snižuje se nejen jeho povrchové tlakové napětí, ale i jeho pevnost v tahu za ohybu.

V praxi se setkáme s broušenými hranami po vrstvení v místech, kde jsou kladeny vysoké požadavky na estetiku hrany skla. Jsou to samonosná zábradlí, která mají plnit nejen bezpečnostní funkci proti poranění, ale musí mít i zbytkovou stabilitu po rozbití. Tyto konstrukce se stávají nebezpečným stavebním prvkem bez předvídatelných statických vlastností.

Právní předpisy

Protože se tepelně tvrzené sodnovápenatokrémicíté bezpečnostní sklo vyznačuje charakteristickými vlastnostmi bezpečnostního stavebního prvku, je zákonem stanoveno, že certifikovaný výrobce tepelně tvrzeného sodnovápenatokrémicítého bezpečnostního skla je povinen produkt označit v souladu s článkem 10 normy ČSN EN 12150-1:2000: Tepelně tvrzené sodnovápenatokrémicíté bezpečnostní sklo odpovídající normě ČSN EN 12150-1 musí být označeno trvalou značkou.

Označení musí uvádět následující informace:

- název a obchodní značku výrobce
- číslo evropské normy: EN 12150.

Tato evropská opatření se zavedla z důvodu volného přechodu hranic členů EU za účelem ochrany spotřebitele a stanovení předepsaných vlastností výrobků ve stavebnictví na základě mandátu M/135 uděleného CEN Evropskou komisí a Evropským sdružením volného obchodu.

V praxi se kvalita a splnění předepsaných vlastností tepelně tvrzeného skla prokazuje:

- EC – prohlášením shody
- označením trvalou značkou podle článku 10 normy ČSN EN 12150-1: 2000
- CE – štítkem dodaného výrobku
- předložením protokolů zkoušek podle EN 12150, část 2.

Pokud je výrobek řádně označen a výše uvedená dokumentace je předložena s pozí-

tivním výsledkem, není třeba mít pochybnosti o důvěryhodnosti výrobce ani o samotném systému kvality výroby tepelně tvrzeného sodnovápenatokrémicítého bezpečnostního skla.

V případě neprokázání požadované dokumentace má objednatel nárok na výměnu skla v celém rozsahu předmětné zakázky. Tyto případy by se dále měly řešit v rámci národní obchodní inspekce (v České republice Česká obchodní inspekce).

Vhodné použití tepelně tvrzeného bezpečnostního skla

V žádné normě nelze nalézt návody a postupy, kdy je vhodné použít tepelně tvrzené sklo a proč je pro danou aplikaci nejlepší. Nejčastějším omylem při návrhu tepelně tvrzeného skla je domněnka, že má větší pevnost proti poškrábání a menší průhyb než klasické chlazené sklo float.

Vhodné použití tepelně tvrzeného skla:

- jako bezpečnostního skla proti poranění
- v případě, že jsou kladeny vyšší nároky na pevnost v tahu při ohybu (nosné vrtané otvory, boční nárazy, riziko padání předmětů – pochůzná plochy, přírodní liviv – kroupy, riziko padání zmrzlého sněhu)
- zvýšené riziko tepelného šoku
- při dlouhodobém zatížení (nosné podložky nadlimitních tabulí skla působí na spodní hranu silou, která je rovna váze celé zasklívací jednotky dělené dvěma).

Tepelně tvrzené sklo má své specifické vlastnosti, výhody a nevýhody. Již při samotném navrhování musí projektant uvažovat nad možnými skrytými riziky, která by mohla znehodnotit velkou část projektu a způsobit spory a nepříjemné reklamace.

Zajímavý zdroj informací je tento blog o skle: <http://sazovsky.wordpress.com>



www.lop.in