

Ing. arch. Jozef Kollár

VÝVOJOVÉ ETAPY ZASKLENIA BUDOV

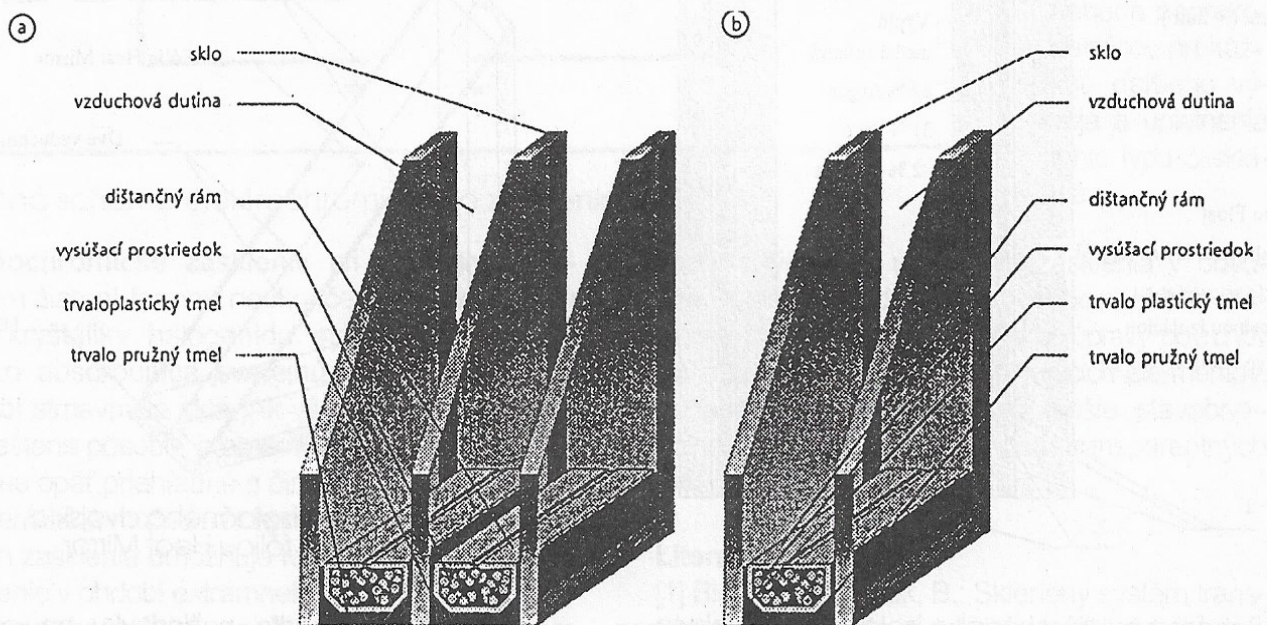
Súčasnú architektúru charakterizujú dynamické tvary, nekonvenčná až prekvapivá kombinácia farieb a aplikácia novodobých stavebných materiálov. Dynamické tvary budov vyžadujú adekvátne obalové konštrukcie, zodpovedajúce požiadavkám estetickým a stavebno-technickým. Zároveň sú kladené špecifické požiadavky na obvodové opláštenie stavby z hľadiska zabezpečenia stavebno – fyzikálnych kritérií a poskytnutia tvorby dizajnu náročného architektonického detailu.

Náročnú a nezastupiteľnú úlohu tu vykonáva sklo, transparentný stavebný materiál používaný od okenných výplní až po transparentné celoplášťové systémy obalových konštrukcií, bez ktorého si dnes nemožno predstaviť súčasnú architektúru. Sklo a hlavne sklenené systémy vykonali v 20. storočí výrazné technické a technologické vývojové skoky. Je známe, že dnešné požiadavky na praktické využitie skla sa zabezpečujú chemickým zložením

V stavebných konštrukciách sa takmer výlučne používa sklo ploché. Technologickým postupom – plavením sa vyrobili kvalitné **floatové sklá**, ktoré výrazne zlepšili fyzikálno–mechanické vlastnosti plochých skiel. Tento druh má ďalšie závažné kvalitatívne vlastnosti, ako sú vysoká priepustnosť svetla, minimum optických nedostatkov, konštatnú hrúbku a výroba umožňuje veľký rozmer. V súčasnosti sa tieto sklá výraznou mierou uplatňujú v konštrukcii opláštenia polyfunkčných budov.

Požiadavky uplatnenia si presadili aplikáciu ďalších technologických postupov, čím sa vylepšovali vlastnosti plavených skiel. Uplatnili sa postupy pokovovania mäkkého i tvrdého, farbenia skla v hmote, vrstvenie skla lepením, kalenie a ďalšie technologické úpravy a opracovania.

Súčasný vývoj stavebných materiálov je charakterizovaný výberom typov, ktoré zabezpečujú ener-



Izolačné sklá a - trojsklo b - trojsklo

alebo technologickými postupmi pri jeho výrobe. Vyrobena sklovina sa môže ďalej spracovať lisovaním, ťahaním, liatím a valcovaním. Vlastnosti možno ešte ovplyvniť ochladzovaním skla, ktoré môže byť pozvoľné alebo prudké, čo má za dôsledok jeho zvýšenú pružnosť alebo trieštivosť

getickú úsporu budov. Porovnatelnosť vlastností týchto materiálov a skla umožnilo uplatnenie systému uzavretých izolačných jednotiek. Tieto tvoria dve alebo viac sklenených tabúľ (rovnakých alebo rôznych vlastností a hrúbok) oddelených od seba dištančnými profilmi (z kovu alebo plastu), čím sa

zámerne vytvárajú rovnaké alebo rôzne medzery medzi sklami – dutiny.

Vytvorenie hermeticky uzatvorených dutín pomocou tesniacich materiálov (tmely, tesniace profily a iné) a vytvorením vzduchového vákuu v nich, alebo použitím výplne ťažkých vzácnych plynov (kryptón, argón, xenón a pod.), mnohonásobne zhodnocuje kvalitu tohto systému. Pre hodnotenie parametrov tepelno-technických vlastností sa zaviedol koeficient prechodu tepla „k“ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) Pri už „klasických“ izolačných sklách sa tepelné straty minimalizujú použitím nízkoemisných vrstiev na vnútorných povrchoch skla (vo vzduchovej dutine) a už uvedenou aplikáciou vzácnych plynov medzi sklami. Týmito úpravami sa dá dosiahnuť u dvojskiel

$$k = 1,0 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} \text{ a u trojskiel } k = 0,6 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}.$$

Pretože stupeň využitia emisií dosiahol maximum fyzikálnych možností, presadzuje sa nová technológia **evakuácie priestoru** medzi izolačnými sklami. Pomocou vytvoreného vákuu počas celého obdobia užívania skla môže tepelné straty viacnásobného tepelného systému zreteľne znížiť. Teoreticky by vákuované dvojsklo mohlo dosiahnuť $k = 0,15 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

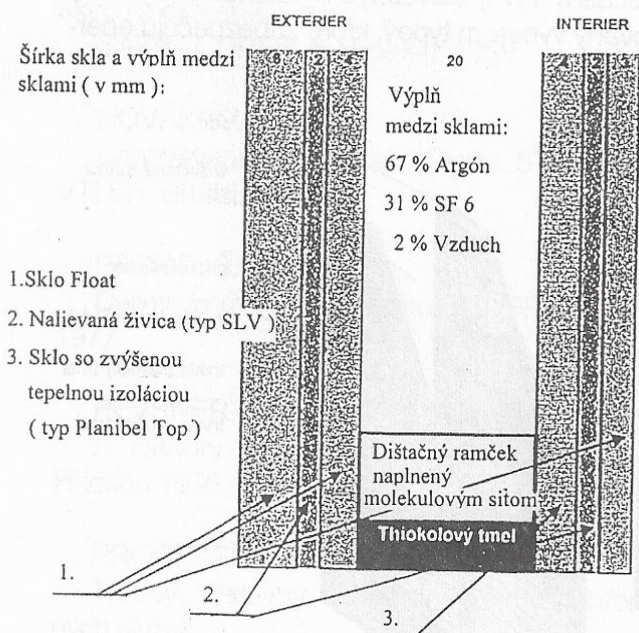


Schéma multifunkčného izolačného dvojskla

Dôležitým poznatkom je, že hrúbka takéhoto skla by zodpovedala hrúbke používaných skiel v súčasnosti. Pri vytváraní vákuu s hodnotou 10^{-4} mbar vznikajú nadmerné nároky na vzduchotesnosť, spájanie okrajov skiel.

Ďalší problém vzniká zaťažením tabúl skla vytvorením vákuu, kde vzniká tlak 10 t na m^2 , čo sa doteraz riešilo vložením dištančných guľčiek do du-

tiny medzi sklá. Toto riešenie však zvyšuje tepelné straty a tiež priehľadnosť.

V snahe dosiahnuť priaznivé ukazovatele svetelné, tepelné a akustické u izolačných dvojskiel, prezentovala sa forma „**multifunkčného zasklenia**“ ako vývojový stupeň, kde spojenie skiel je plavenou živicom. Týmto boli dosiahnuté mimoriadne akustické parametre. Pri skladbe multifunkčného skla, zobrazeného schematicky na obr. 2, boli dosiahnuté tieto stavebno – fyzikálne ukazovatele:

- index vzduchovej nepriezvučnosti $R_w = 52$ dB
- súčiniteľ prestupu tepla $k = 1,57 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
- odolnosť voči mechanickému poškodeniu $A_1 - A_3$
- zvýšená protisľnečná ochrana.

Rozhodujúcou zložkou, ktorá ovplyvňuje vlastnosti týchto izolačných dvojskiel, je typ a hrúbka plavenej živice zabudovanej medzi sklá.

Vývojový postup nemožno pokladať za ukončený, priniesol tiež uplatnenie technológie **HEAT MIRROR TM** (tepelné zrkadlo). Vloženie polyesterovej fólie medzi dve transparentné sklá v izolačnom dvojskle tvorí princíp tepelného zrkadla. Fólia sa upravuje až dvanástimi emisnými vrstvami

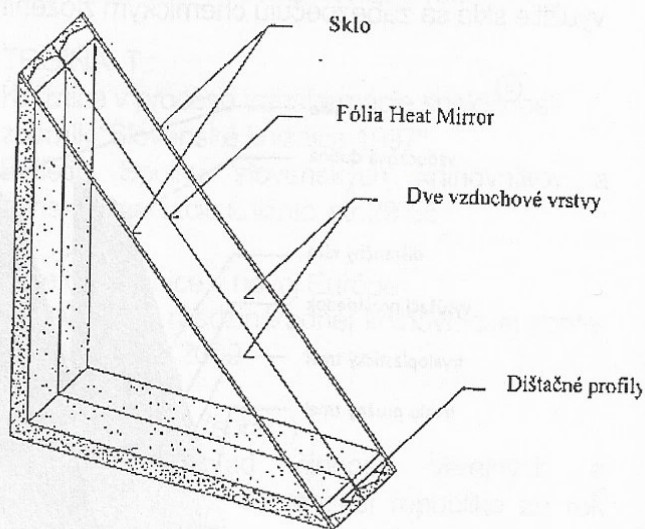


Schéma skladby izolačného dvojskla so zabudovanou fóliou Heat Mirror

oxidov kovov, podľa požiadavky na selekciu a priepustnosť slnečného žiarenia.

S použitím technológie Heat Mirror TM sa dosahuje súčiniteľ prechodu tepla $k = 1,6$ až $0,3 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, ktorý je ovplyvnený typom fólie a uplatnených vrstiev na nej.

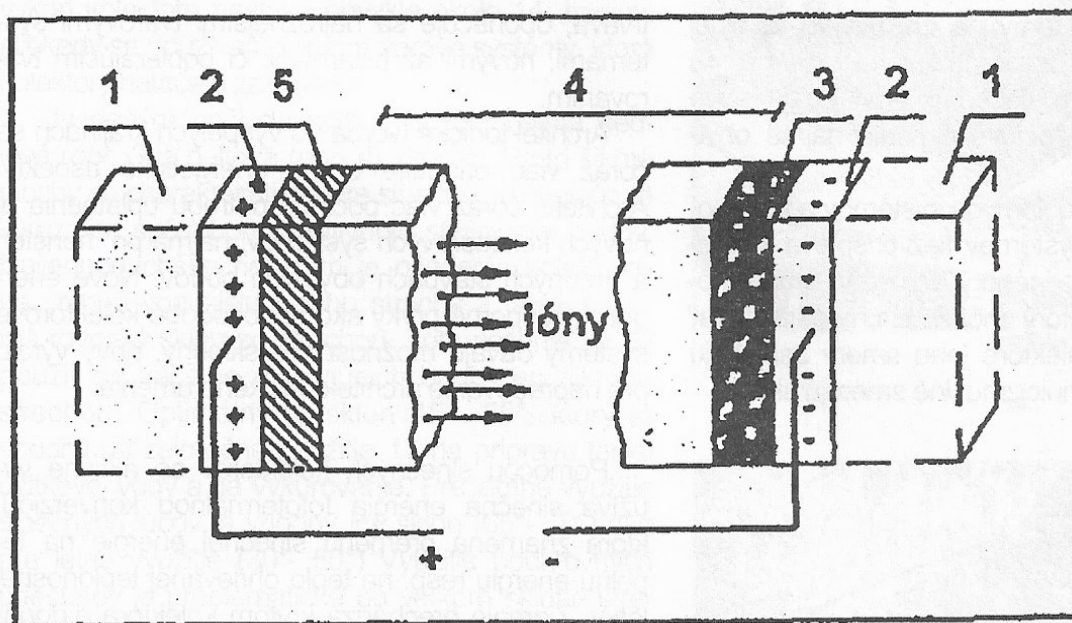
Tieto sklá možno považovať za „statické“, t.j., že optické a tepelnotechnické vlastnosti sú nemenné a stabilizované skladbou skla. Nový trend vo vývoji skiel smeruje k vytvoreniu podmienok pre zmenu

optických a tepelnotechnických vlastností elektrickou alebo neelektrickou aktiváciou.

Zmena optických vlastností môže nastať ako reakcia na zmenu: **teploty** (termochromické a termotropické materiály), **slniečného žiarenia** (fotochromické materiály, fotochromické plyny), **elektrického napätia** (tekuté kryštály, disperzné častice v priestore medzi sklami, elektrochromické materiály).

Tieto typy zasklenia sa označujú ako „vypínateľné“. Prepínať sa môžu z číreho stavu do sfarbeného a opačne „skokom“ alebo regulovane (plynulo alebo stupňovito).

Termotropické zasklenie sa „prepína“ automaticky po dosiahnutí stanovenej teploty a po stmavnutí je nepriehľadné.



Funkčná schéma elektrochromického zasklenia

Fotochromické zasklenie pri nadmernom slnečnom žiarení formou neukončeného fotoprocesu mení kryštáliky halogenidu striebra na kovové striebro absorbujúce svetelnú časť žiarenia, čo spôsobí stmavnutie skla. Ak však ultrafialové žiarenie prestane pôsobiť, prebehne opačný proces, sklo sa stane opäť priehľadné a číre. Cyklus stmavnenia a vyjasnenia skla možno mnohonásobne opakovať. Tento druh zasklenia umožňuje rovnomerné prirodzené osvetlenie v období extrémneho slnečného jasu.

Plynochromické zasklenia sú poddruhom chromogenických zasklení (ich účinnosť je pomerne nízka), v stmavnutom stave si zachovávajú vizuálny kontakt s okolím.

Elektrochromické zasklenie môže plynule meniť optické vlastnosti od číreho po farebne tónované sklo na princípe prechodu iónov medzi vhodnými vrstvami zmenou elektrického napätia. Zloženie typického elektrochromického zasklenia je schématicky zobrazené na obrázku.

V odbornej verejnosti sa predpokladá ďalší perspektívny vývoj najmä u zasklení so zabudovanými elektrochromickými materiálmi. V súčasnom období sú tieto typy zasklievania v štádiu experimentálneho vývoja a overovania. Predpokladá sa, že elektrochromické zasklenie umožní užívateľovi budovy algoritmizovať autoregulačnú odozvu budovy na dynamické zmeny vonkajšej klímy a prevádzky v budove. Elektrochromické stavebné zasklievanie umožňuje elegantným spôsobom meniť optické vlastnosti skla v širokom rozsahu. V súčasnej dobe sa predpokladá ich zmysluplná aplikácia predovšetkým v takzvaných inteligentných budovách, ktorých prevádzka je riadená počítačom. Pre potencionálnych užívateľov je

okrem technických vlastností zasklenia podstatná aj jeho životnosť, psychologický účinok a najmä cena.

Napriek obmedzenému využitiu a predpokladu protichodných názorov, dá sa predpokladať, že ekonomická hranica nebude neprekonateľnou prekážkou ďalšieho vývoja a uplatnenia tohto typu zasklenia.

Trend zvýšeného uplatnenia zasklenia v obvodovom opláštení budov vedie výrobcov skla k hľadaniu nových technológií výroby skla, úpravy povrchov skla a zabudovaniu nových doplnujúcich elementov, pomocou ktorých sa dosahujú lepšie stavebnofyzikálne a ekologické vlastnosti transparentných budov.

Literatúra

- [1] Bielek, M.– Bielek, B.: Sklenený systém transparentnej konštrukcie a jeho teplotnícká kvantifikácia. Inžinierske stavby, 44, 1996, č. 2, s.63 - 68
- [2] Hraška, J.: Elektrochromické zasklievania prichádzajú na svetový stavebný trh. Projekt a stavba, 1, 2000, č. 2, s. 24, 25, 28
- [3] Fužila, J.: Vývoj zasklenia okien. Eurostav, 2000
- [4] Vaverka, J.: Skla s nízkym součinitelem prostupu tepla. Príspevok z medzinárodnej konferencie „Transparentné konštrukcie“, Bratislava 1999