

Reflexní tepelná technika a termo-reflexní fólie

Odráživé (reflexní) materiály se používají po celém světě, i když u nás možná méně než v zemích s dlouhou tradicí suché výstavby, jako např. v USA. Vhodnou kombinací klasických a odráživých materiálů lze docílit pozoruhodných tepelně izolačních vlastností u konstrukcí a často současně řešit i požadavky na parotěsnost. Současná technika docíluje vysokých a dlouhodobých hodnot odrazivosti povrchů pro tepelné záření odpovídající teplotám kolem 15 °C.

Vzduchová mezera $d = 200$ mm ohraničená pevným stavebním materiálem o obvyklé poměrné emisivitě $\varepsilon_s = 0,9$ (bezrozměrná poměrná emisivita neboli sálavost ε se číselně shoduje s pohltivostí, dolní index „s“ označuje stěnu) propouští tepelnou energii s intenzitou, která závisí na termodynamických teplotách okrajových stěn T_e a T_i podle vzorce

$$I = \sigma \cdot \frac{T_e^4 - T_i^4}{(2/\varepsilon_s - 1)} + \lambda \cdot \frac{T_e - T_i}{d} \quad (1)$$

kde $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m²·K⁴) je Stefanova - Boltzmannova konstanta, $\lambda = 0,025$ W/(mK) je součinitel tepelné vodivosti vzduchu.

Celková hustota toku energie dutinou se skládá z radiální složky (první člen) a složky vedení tepla vzduchem (druhý člen). Mluvíme-li zde o emisivitě nebo pohltivosti záření, máme vždy na mysli elektromagnetické záření, které vyzařují tělesa o teplotě kolem 15 °C (± 30 °C) s maximem vlnové délky kolem 10 mikrometrů (± 1 mikrometr). Vztah mezi termodynamickou a Celsiovou teplotou je $T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$. Důležitým předpokladem pro následující úvahy je, že plocha desek ohraničujících mezery je mnohem větší než tloušťka mezery.

Z tab. 1 je na první pohled vidět, že dominantním mechanismem transportu tepla vzduchovou mezerou je sálání popsané prvním členem v rovnici (1), které pro rozdíl teplot 36 °C (okrajové teploty jsou 21 °C resp. -15 °C) přibližně patnáctkrát převyšuje transport vodivostními mechanismy. Snadno spočítáme, že prostup tepla vedením je v tomto případě jen 9 W/m². Radiální mechanismus je velmi rychlý, v podstatě „dálkový“ způsob transportu energie, a proto součinitel prostupu tepla U nezávisí (u prvního členu) na tloušťce mezery.

Tab. 1	$t_i = 21$ °C ; $t_e = -15$ °C		$t_i = 21$ °C ; $t_e = 10$ °C	
	$d = 100$ mm	$d = 200$ mm	$d = 100$ mm	$d = 200$ mm
I , W/m ²	150	145,8	51,9	50,48
U , W/(m ² K)	4,17	4,05	4,71	4,6
λ W/(mK)	0,42	0,81	0,47	0,92



Mezera s odrazivou fólií

Přibližně do středu mezery umístíme oboustrannou odrazivou fólii s emisivitou $\varepsilon = 0,1$ (doplňk 0,9 do čísla jedna považujeme na odrazivost – tedy 90 % dopadajícího záření se od fólie odráží). Emisivity (pohltivosti) stěn zůstávají $\varepsilon_s = 0,9$. Přidáním fólie s dvěma odrazivými plochami do mezery přejde vztah (1) na tvar:

$$I = \sigma \cdot \frac{T_e^4 - T_i^4}{(2/\varepsilon_s + 2n/\varepsilon - (n+1))} + \lambda \cdot \frac{T_e - T_i}{d} \quad (2)$$

Tímto jednoduchým opatřením (alespoň na papíře, nemluvíme o realizaci), docílíme snížení celkového prostupu tepla na úroveň, kdy je sálavá složka transportu tepla významně potlačena. Ukazuje to přesvědčivě tab. 1. Pro konkrétní rozdíl teplot 36 °C, okrajové teploty 21 °C resp. -15 °C a při tloušťce mezery 100 mm se přidáním fólie sníží prostup tepla ze 150 W/m² na pouhých 17,5 W/m². Formální součinitel tepelné vodivosti takto upravené mezery klesne z 0,42 W/(mK) na 0,049 W/(mK), tedy na hodnotu dobrých tepelných izolantů.

Tab. 2	$T_i = 21$ °C ; $T_e = -15$ °C		$T_i = 21$ °C ; $T_e = 10$ °C	
	$d = 100$ mm	$d = 200$ mm	$d = 100$ mm	$d = 200$ mm
I , W/m ²	17,5	13,04	5,72	4,34
U , W/(m ² K)	0,49	0,36	0,52	0,39
λ W/(mK)	0,049	0,072	0,052	0,079

Dnešní fólie dosahují odrazivosti až 97 %. Dosazením do vzorce (2) pro mezery tloušťky 100 mm a okrajové teploty 21 °C resp. -15 °C se celkový tok tepla sníží na $I = 11,54$ W/m², což odpovídá součiniteli tepelné vodivosti $\lambda = 0,032$ W/(mK).



Mezera s více odrazivými fóliemi

Přidáním dalších odrazivých fólií do mezery lze tepelný odpor mezery postupně vylepšovat, ovšem už pomaleji a jen k hodnotám, které konvergují k tepelnému odporu pro vzduch bez příspěvku sálání. Příslušný obecný vztah (3) pro intenzitu tepelného toku vzduchovou mezerou s n oboustranně odrazivými fóliemi ukazuje, že s rostoucím n konverguje první člen k nule a pro transport tepla se pak uplatní jen člen se součinitelem tepelné vodivosti vzduchu:

$$I = \sigma \cdot \frac{T_e^4 - T_i^4}{(2/\epsilon_s + 2/\epsilon - 2)} + \lambda \cdot \frac{T_e - T_i}{d} \quad (3)$$

Konvergence k nule pro velká n platí dokonce i pro neodrazivé fólie. To však už spíše připomíná fyzikální popis dutinového systému termoizolačních cihel.



Vlastnosti a životnost odrazivých povrchů

Čtenář pravděpodobně zjistil, že místo instalace odrazivých fólií do mezery lze stejného výsledku docílit aplikací odrazivého povrchu na jedné nebo obou stěnách ohraničujících mezeru.



Často bývá diskutováno, jak lze vlastně odrazivost fólií v oblasti vlnových délek kolem 10 mikrometrů zjistit a jaká je životnost těchto tepelných zrcadel. Vzhledem k tomu, že tepelné záření je ve srovnání s optickým viditelným zářením dlouhovlnné (žlutozelená barva ve středu viditelného spektra má délku vlny jen 0,5 mikrometrů), lze vyslovit následující tvrzení:

- docílit vysoké odrazivosti je snazší pro dlouhovlnné tepelné záření než pro viditelné,
- zatímco povrch optického zrcadla musí být hladký při rozlišení 0,5 mikrometrů, povrch tepelného zrcadla „jen“ při rozlišení 10 mikrometrů; dobré tepelné zrcadlo může být na oko matné,
- životnost tepelných zrcadel je stejná nebo vyšší než u optických zrcadel ze stejného materiálu,
- tloušťka kovové vrstvy tepelného zrcadla by měla být větší než 10 mikrometrů, aby záření neprostupovalo za zrcadlo.

Závěr

Aplikací reflexních povrchů s vysokým součinitelem odrazivosti (nízkou emisivitou) na vnitřní stěny vzduchové mezery nebo aplikací odrazivé fólie do mezery lze snížit tepelný prostup mezerou na úroveň blízkou hodnotám odpovídajícím prosté tepelné vodivosti vzduchu bez radiačních mechanismů. □

AKTUALITY



Dne 13. února 2007 se konala tisková konference společnosti ABF, a.s. k blížícímu se veletrhu **Bazény, sauny & solária**

wellness, který se bude konat v Pražském veletržním areálu ve dnech 8. - 11. 3. 2007. Letos se jedná už o čtvrtý ročník, který obsahuje původem dvě samostatné akce: **Bazény, sauny & solária** a výstavy **Bazény – Wellness**. Na základě připomínek jednotlivých vystavovatelů byla upravena nomenklatura a změny zasáhly všechny hlavní oborové skupiny. Výstavní plocha bude rozčleněna do tří základních bloků:

1. akvaparky, veřejné bazény, bazénové technologie, úprava vody, stavební a projekční firmy, asociace, školy atd.,
2. privátní bazény, spa, sauny, solária,
3. wellness, fitness.

V současnosti je už přihlášeno více než 60 firem s expozicemi na celkové výstavní ploše kolem 7 000 m².

V rámci tohoto veletrhu se bude konat **Wellness kongres**, akce, která zaujmě především ženy. Jako celek se Wellness kongres zaměřuje na kulturu těla, mysl a duše. Návštěvník bude mít možnost zacvičit si pod odborným vedením předních lektorů či celebrit ze showbizny a sportovního světa. A komu dojdou tělesné síly, bude si moci vybrat z pestrého wellness programu něco pro dosažení celkové osobní pohody nebo navštíví některou z přednášek či workshopů s tematikou zdravého životního stylu. **Wellness kongres mohou zájemci o wellness aktivity navštívit v sobotu 10. 3. 2007.**

