

# Tepelný odpor reflexní izolace

## Thermal resistance of reflective insulation

### Abstract

Reflective insulation is an effective concept of reducing heat loss by using highly reflective or low emissivity surfaces. Reflective insulation effectively increases thermal resistance in compositions with air layers.

### 1. Funkce reflexních izolací

Reflexní izolace pracují na **odlišném principu** než tradiční tepelné izolace. Smyslem reflexních izolací je vytvořit bariéru proti sálání, jednomu ze tří mechanismů tepelného toku. V částech konstrukcí, ve kterých se vytváří podmínky pro vznik sálání, se použitím reflexních izolací mění poměr jednotlivých mechanismů tepelného toku a omezuje se celkový tepelný tok konstrukcí.

### 2. Princip

Sálání je elektromagnetické vlnění přenášející energii mezi vzdálenými povrchy materiálů (nepropustná tělesa), popřípadě i vysílána vnitřním objemem polopropustných prostředí. Sálání je charakterizováno svojí vlnovou délkou a je spojeno s teplotou sálajícího tělesa a vlastnostmi jeho ohraničení. Sálání v určité části spektra vlnových délek se označuje jako tepelné sálání, přičemž různí autoři uvádějí hranice spektra vlnových délek tepelného sálání různě. Vždy ovšem hranice probíhá mezi spektry infračerveného, viditelného a ultrafialového sálání. Z hlediska neplného významu je rozhodující oblast vlnových délek v rozsahu 0,1 až 100  $\mu\text{m}$ .

Převážná většina materiálů, včetně stavebních izolací, používaných ve stavebnictví disponuje povrchem s vysokou pohltivostí respektive emisivitou pro tepelné sálání. Skupina ušlechtilých kovů, měď, stříbro a zlato a dále **hliník**, prvek ze skupiny přechodných neželezných kovů, vykazují **vysoké hodnoty odrazivosti tepelného sálání** respektive velmi nízké hodnoty emisivity. Tyto kovy jsou v **různých vhodných aplikacích** využívány jako reflexní izolace.

### 3. Význam sálání

Jedna z nejčastěji pokládaných otázek zní, jak je sálavá složka tepelného toku významná z praktického hlediska a následně jestli její eliminování lze prospěšně využít pro účely tepelné izolace. Účinnost reflexní izolace je možné ukázat například na modele dvou dostatečně velkých rovnoběžných povrchů s teplotami  $T_1$  a  $T_2$  s emisivitou  $\varepsilon_1$  a  $\varepsilon_2$ , porovnáním hodnot součinitele přestupu tepla sáláním  $\alpha_s$  lze stanovit podle rovnice

$$\alpha_s = \{[(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4]/(t_1 - t_2)\} \cdot C_{vs}$$

Kde  $T_1$  a  $T_2$  jsou hodnoty absolutní teploty (K),  $t_1$  a  $t_2$  jsou hodnoty teploty ( $^{\circ}\text{C}$ ) a posledním činitelem je součinitel vzájemného sálání  $C_{vs}$ , zahrnující vzájemné sálání povrchů s různou emisivitou. Součinitel  $C_{vs}$  má tvar

$$C_{vs} = 1/[(1/\varepsilon_1) + (1/\varepsilon_2) - (1/\varepsilon_e)]$$

Kde  $C\check{c}$  je součinitel sálání absolutně černého tělesa, tj.  $C\check{c}=5,67 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$ .  $C_1$  a  $C_2$  jsou součiniteli sálání povrchů

$$C_1 = \varepsilon_1 \cdot C\check{c} \quad C_2 = \varepsilon_2 \cdot C\check{c}$$

Dosazením hodnot emisivity  $\varepsilon_1 = 0,05$  pro reflexní povrch a  $\varepsilon_2 = 0,9$  pro protilehlý povrch do výše uvedených rovnic můžeme dostat následující srovnání rozdílů  $\alpha_s$  pro sálání mezi povrchy o rozdílu teplot  $1^\circ\text{C}$ , bez reflexního povrchu ( $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,9$ ) a s jedním reflexním povrchem ( $\varepsilon_1 = 0,05$  a  $\varepsilon_2 = 0,9$ )

t ( $^\circ\text{C}$ )		-10	0	+10	+20	+30
$\alpha_s$ ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$ )	s reflexním	0,207	0,231	0,257	0,283	0,316
	bez	3,394	3,795	4,226	4,641	5,185
	rozdíl	3,19	3,56	3,97	4,36	4,87

t je teplota povrchu na teplejší straně.

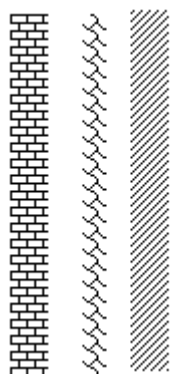
Rozdíl mezi tepelnými toky sáláním je v daném případě závislý od okolních podmínek, průměrně však  $4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$  a je tedy z hlediska energetického smysluplné se sálou součástí dále kalkulovat, navíc když teplotní rozdíl mezi okrajovými povrchy vymezujícími vzduchovou vrstvou bývá zpravidla několikanásobně vyšší než  $1^\circ\text{C}$ .

Je-li otázka významu sálání zodpovězena, pak se dále zajímejme, jak vyjádřit získanou energetickou úsporu pomocí tepelného odporu, přinášeného reflexní izolací. Tepelný odpor reflexní izolace je možné vypočítat nepřímo jako tepelný odpor skladby vrstev:  
Reflexní povrch – vzduchová vrstva – protilehlý povrch.

#### 4. Reflexní izolace a vzduchová vrstva

Proces sdílení tepla ve vzduchové vrstvě je kombinovaným dějem, podílí se na něm všechny tři transportní mechanismy sdílení tepla a poměr mezi jednotlivými mechanismy je proměnlivý a závisí od okolních podmínek.

#### 5. Příklad výpočtu



Pro účel výpočtu tepelného odporu oboustranné reflexní izolace tedy uvažujeme skladbu:

Povrch  $\varepsilon_0 = 0,9$

Vzduchová vrstva o tloušťce  $d = 0,025 \text{ m}$

Reflexní povrch  $\varepsilon_r = 0,05$

Extrudovaný pěnový polyetylén o tloušťce  $8\text{mm}$   $R = 0,77\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

Reflexní povrch  $\varepsilon_r = 0,05$

Vzduchová vrstva o tloušťce  $d = 0,025 \text{ m}$

Povrch  $\varepsilon_0 = 0,9$

Obr.1 - Vertikálně orientovaná skladba (vodorovný tepelný tok)

$$h_{ro} = 4 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot T^3 = 4 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 290^3 = 5,53$$

$$E = 1/[(1/\varepsilon_1) + (1/\varepsilon_2) - 1] = 1/[(1/0,05) + (1/0,9) - 1] = 0,0497$$

$$h_r = E \cdot h_{ro} = 0,0497 \cdot 5,7 = 0,275$$

$h_a$  je větší z hodnot 1,25 a  $0,025/d = 0,025/0,025=1$  z toho plyne, že

$$h_a = 1,25$$

Tepelný odpor jedné vzduchové vrstvy je

$$R_g = 1/(h_a + h_r) = 1/(1,25 + 0,275) = 0,656 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Analogicky lze dopočítat tepelný odpor další vzduchové vrstvy. Celkový tepelný odpor oboustranné reflexní izolace v daných podmínkách je

$$0,656 + 0,656 + 0,77 = 2,082 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

## 6. Závěr

Reflexní izolace mají svoji podporu ve světě, kde existuje velká skupina výrobců a kde například působí i asociace výrobců reflexních izolací RIMA (Reflective Isulation Manufactures Association).

Z porovnání výpočtů podle normy ČSN EN ISO 6946 a provedeného měření reflexní izolace podle STN 727012 1-2 vyplývá, že tepelně izolační vlastnosti zjištěné experimentálně jsou lepší, než vypočtené hodnoty (odchylka kolem 6%).

## Literatura

1. Internetové stránky – <http://www.rima.net>
2. ČSN EN ISO 9288 Tepelná izolace – Šíření tepla sáláním – Fyzikální veličiny a definice.
3. HALAHYJA, M., CHMÚRNY, I., STERNOVÁ, Z. Stavebná tepelná technika, Tepelná ochrana budov, vydavatelstvo Jaga group, Bratislava 1998.
4. ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda