

Kde se selským rozumem nevystačíme

Když by Vám někdo řekl, ať si natřete vnitřek tavící nebo ohřívací pece nazeleno, abyste uspořili 8% energie a zrychlili tavbu či ohřev vsázky také o několik procent, tak ho už asi dál poslouchat nebudete a vyhodíte ho ze dveří. A přesto to měření v provozech potvrdilo! Abychom pochopili, musíme se podívat na přenos a ztráty tepla při teplotách nad 500 °C.

Čím vyšší teplota v peci je, tím více se při přenosu tepla uplatňuje sálání, tedy elektromagnetické záření v infračerveném oboru. Při teplotách nad 750 °C sálání už zcela převažuje, protože roste se čtvrtou mocninou absolutní teploty. Při tom hraje dost podstatnou roli tzv. emisivita, tedy schopnost pohlcovat a vyzařovat teplo. Fyzikálním ideálem je tzv. „černé těleso“, jehož emisivita je 1, neboli 100%. Umí tedy pohltnout a vyzářit veškeré teplo.

Materiály používané v konstrukci pecí mají emisivitu podstatně menší. Vyzdívkou podle typu od 0,35 (vláknité izolace) po 0,45 až 0,55 (dinas, šamot, korund, SiC). Ocelové vodou chlazené stěny nezaokrouhlené zhruba 0,6, ale po krátké době provozu tato hodnota klesne až k 0,4. Čím je teplota povrchu vyšší, tím je emisivita obvyklých konstrukčních materiálů nižší. To v praxi znamená, že stěny a víko pece vyzáří do vsázky méně než 50% přivedeného tepla. Kam jde ten zbytek do 100%? – Odvede se vedením napříč vyzdívkou do pláště pece a do okolí nebo do chladící vody, pokud je víko nebo stěna kovová a chlazená. Menší část odejde do komína či výfuku se spalinami či pecní atmosférou.

K tomu je potřeba dodat ještě vysvětlení, jak se přenáší teplo sáláním v plynech. Zatímco tuhá tělesa absorbují a vyzařují teplo spojitě, tedy na všech vlnových délkách, v plynech to tak není. Tam tento děj probíhá v úzkých (tzv. absorpčních) pásech. Proto mluvíme o absorpčním pásmu určitých vlnových délek vodní páry, CO₂, dusíku atd. Například vodní pára (běžný produkt spalování zemního plynu) má nejvýznamnější absorpční pásy kolem dvou, tří a šesti mikrometrů. Vlnové délky mezi těmito absorpčními pásy jsou tzv. „volná okna“. V nich je daný plyn pro tepelné záření zcela průhledný. Záleží tedy na chemickém složení plynu.

A teď se konečně dostáváme k tomu zelenému nátěru – našemu keramickému povlaku BG HitCoat®. Jeho emisivita je až 0,95 – blízka ideálnímu černému tělesu, a to i při vysokých teplotách. Na rozdíl od oceli nebo šamotu se emisivita vysoceemisivního povlaku s rostoucí teplotou významně nesnižuje. Stačí nástřík tlustý 100 až 150 mikrometru a přestanete ohřívat pecní atmosféru nebo odvádět teplo vyzdívkou, ale 95% veškerého tepla se vrátí do vsázky. Lze to snadno ověřit, protože hutní procesy bývají relativně krátké. Povlak pohltí teplo plynu vyzářené na vlnových délkách příslušných



BG SYS HT s.r.o.

INŽENÝRING • REALIZACE HIGH-TECH

530 03 PARDUBICE, HOLUBOVA 389, TELEFON: 466-264-565

WWW.BGSYSHT.EU

BGSYSHT@BGSYSHT.CZ

absorpčních pásů a vyzáří je v celém spektru spojitě, takže jen jeho malá část se vrátí do plynu, ale většina ohřeje vsázku.

► Na elektrické obloukové peci s vodou chlazeným trubkovým víkem poklesl ohřev (vstup/výstup) chladící vody z původních 5 až 8 °C na 1 až 2 °C po aplikaci vysoceemisivního nástřiku. Doba tavby se zkrátila o 3 minuty. Po sejmutí víka přecházelo z červeně rozpáleného stavu do tmavého mnohem rychleji než před nanesením povlaku. Přichycená struska tento šok nevydržela a odpadala. Předtím vytvářela narůstající vrstvu.

► Teplota ocelového pláště jiné pece se šamotovou vyzdívkou tloušťky 600mm poklesla po aplikaci HitCoatu o 17 °C.

► Teplota spalin plynové pece v komíně poklesla po aplikaci HitCoatu o 26 °C.

Závěr:

BG HitCoat® není zrcadlo, které by vracelo veškeré záření zpět na stejné vlnové délce, na jaké je přijalo. Není to ani tepelná izolace, která by takto snižovala odvod tepla vyzdívkou či chlazenou stěnou ven z pece. To by při jeho malé tloušťce nebylo ani možné. Funguje na principu tělesa s takřka dokonalou emisivitou právě při těch vlnových délkách a teplotách, kde je to nejvíce užitečné. Povlak pohltí většinu sálavého (ale i konvektivního) tepla z rozžhavené atmosféry nebo elektrického oblouku a vyzáří je takřka vše zpět na jiných vlnových délkách, aby se neohřívaly spaliny, ale vsázka. Přitom paradoxně povrchová teplota vyzdívky nestoupne, ale poklesne, což její životnosti prospívá. Je to kvantový jev, na který selský rozum nestačí; naopak se to zdá naprosto nelogické. Přesto to v praxi funguje a rádi to přijedeme předvést i do Vašich provozů. To, že BG HitCoat® prodlužuje i životnost vyzdívek a kovových částí pecí je bonus, který k úsporám energií dostanete navíc. Ale ekonomicky to zanedbatelné není. Návratnost vynaložených nákladů bývá extrémně krátká.

P.S. Kdo radši věří výpočtům, může si dosadit do vztahu, který vše výše uvedené popisuje:

$$Q_e = E_s \cdot \sigma \cdot (T_s^4 - T_v^4),$$

kde

Q_e = vyzářený tepelný tok [$W \cdot m^{-2}$]

E_s = emisivita stěny nebo povlaku [bezrozměrná]

σ = Stefannova-Boltzmannova konstanta [$5,670400 \cdot 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$]

T_s = povrchová teplota stěny [K]

T_v = teplota vsázky [K]



BG SYS HT s.r.o.

INŽENÝRING • REALIZACE HIGH-TECH

530 03 PARDUBICE, HOLUBOVA 389, TELEFON: 466-264-565

WWW.BGSYSHT.EU

BGSYSHT@BGSYSHT.CZ