

Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (XI) - 1. část

Kombinované infražářčivé soustavy (I)

Datum: 27.11.2006
Autor: Ing. Miroslav Kotrbatý, Ing. Ivana Schürková

Infražářčivé mají své technické, resp. konstrukční přednosti i nedostatky, stejně tak i rozdílné funkční vlastnosti. Z hlediska navrhování samotný princip dodávky tepla sáláním vyžaduje zcela specifický přístup při projektování resp. rozmístování zářičů ve vytápěném prostoru.

1.0 Úvod

Vytápění průmyslových hal a jiných velkoprostorových objektů pomocí infračervených plynových zářičů se v posledních letech značně rozvinulo. Nesporné snížení spotřeb tepelné energie dané principem dodávky tepla do vytápěného prostoru se pro mnohé dodavatele zařízení a i projektanty stalo zakladem při nabízení a přesvědčování investora o výhodnosti infražářčivých soustav bez ohledu na technické řešení použitého druhu zářiče a jeho konstrukci.

Jako každý jiný výrobek mají i infražářčivé své technické, resp. konstrukční přednosti i nedostatky, stejně tak i rozdílné funkční vlastnosti. Z hlediska navrhování samotný princip dodávky tepla sáláním vyžaduje zcela specifický přístup při projektování resp. rozmístování zářičů ve vytápěném prostoru. Konstrukčně nekalitní výrobek ve spojení se špatným projektem může vést ke zcela opačným výsledkům proti proklamovanému úspornému řešení. Pro hodnocení výhodnosti infražářčivové soustavy je zapotřebí vzít v úvahu následující vlivy:

- konstrukce zářičů a princip dodávky tepla do vytápěného prostoru
- provozní vlastnosti zářiče
- ovládání soustavy
- obsluha a údržba zařízení

2.0 Konstrukce zářičů a princip dodávky tepla do vytápěného prostoru

Podle způsobu spalování plynu a následném ohřevu činné otopné plochy se zářiče dělí na tmavé a světlé. Toto rozdělení vyplývá z barvy povrchu zářiče při provozu. Tmavé zářiče barvu nemění, světlé díky spalování plynu na povrchu keramických destiček a vysoké teplotě svítí.

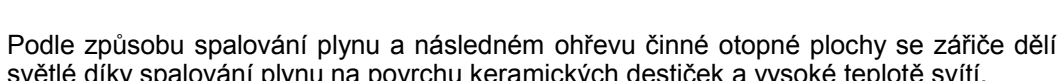
2.1 Zářiče tmavé

Tradiční plynový hořák je umístěn spolu s automatikou pro regulaci tlaku plynu před otopnou trubicí. Plamen vstupující do trubice zahřívá její povrch zhruba na 500 °C. Po průchodu zářičem klesne teplota spalin zhruba na hodnotu 160 + 250 °C. Trubice jsou buď tvaru U (obr. č. 1) nebo tvaru I (obr. č. 2). V teplotách spalin lze hledat první negativní vliv na hospodárny provoz zářiče. Uváděné rozmezí teplot spalin je dáno délkou otopné trubice. Když stejná délka a stejný průměr trubice předá výkon 20 kW (160 °C) nebo 30 kW (250 °C) je větší hodnota méně hospodárná. Tolerovat lze rozdíly ve výkonu v rozmezí 2 + 3 kW. Teploty spalin na výstupu se pak pohybují v rozmezí 160 + 200 °C.



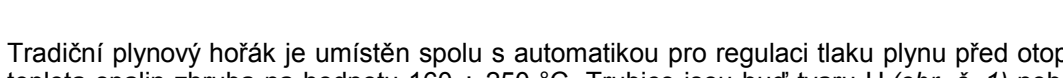
Obr. 1, 2 - Tmavý zářič KM - U a KM - I

Podstatnou roli pro hospodárnost infra-vytápění tmavými zářiči hraje konstrukce reflexního zákrytu a následné umístění zářiče do vytápěného prostoru. Zářič s mělkým jednoduchým zákrytem a bez koncových čel (obr. č. 3) lze označit jako naprosto nevhodné konstrukční řešení. Jeho sálavá účinnost se pohybuje kolem 50 %, což je na rozhraní mezi sálavou a konvektivní tělesem. Jeho umístění v horní části vytápěného prostoru pak bezpečně zajistí zařadit polovinu dodaného výkonu do ztrát. Negativní vliv na poměr sálavé a konvektivní složky má i kvalita reflexního zákrytu - lesklý hliník má větší odrazivost, avšak menší životnost proti nerezovému plechu. Proto je zapotřebí zvážit, který aspekt je v daném případě výhodnější. Naprosto nevyhovující je instalace tohoto typu zářiče v šikmém poloze (obr. č. 4).



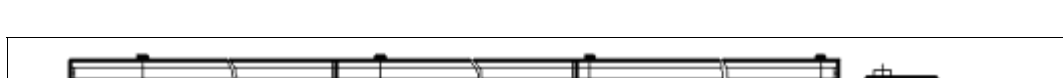
Obr. 3, 4 - Tmavý zářič s mělkým jednoduchým zákrytem a bez koncových čel vodorovně a zavěšený šikmo

Zvětšuje se jednak podíl konvektivní složky a jednak dochází i ke ztrátě části tepelné energie dané sálavou složkou. Jako příklad lze uvést zářič zavěšený šikmo pod úhlem 30° ve výšce 6 m nad podlahou. Limitní využití této složky lze uvažovat do vzdálenosti cca 18 m ve výšce 2,5 m nad podlahou (obr. č. 5 bod 6). Zbývající část jádrového sálání (úhel 24° - body 4 + 6) nad touto rovinou lze považovat za zcela ztrátovou, neboť již dopadá na plochy mimo možnost ovlivnění pohody prostředí (bod 6 až strop - h = 7 m). Část záření pohlcují též částice prachu, které pak ohřáté stoupají vzhůru pod střešní plášť. Při volbě dosahu 12 m jsou ztrátové složky ještě větší. Uváděný způsob návrhu je naprosto nevyhovující a nehospodárný. Mělké zářiče s velkým úhlem jádrového sálání **nelze vůbec navrhovat do šikmé polohy**.



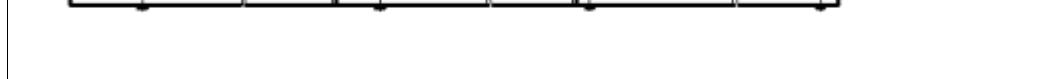
Obr. 5 - Ztrátová složka sálání při naklonění mělkého zářiče 30°

K potlačení shora uváděných negativních vlivů může přispět jak konstrukce zákrytu a jeho materiál, tak i umístění zářiče v prostoru. Menší rozptyl - úhel jádrového sálání - umožňuje hluboký zákryt a umístění otopných trubců do hloubky zákrytu. Rozdíly je pouze v průměru otopných trubců při stejné výšce jejich podložení závěsem (obr. č. 6 - KMU 30 - alfa - Φ 102/4; 108°); (obr. č. 7 - KMU 10 - alfa - Φ 76/3; 115°). Hluboký zákryt a čela na obou stranách snižují konvektivní složku.



Obr. 6, 7 - Tmavé zářiče KMU alfa 30 a KMU alfa 10

Pro vodorovné použití a tím získání většího rozptýlení se posadí otopné trubice blíže ke spodní rovině zářiče (obr. č. 8 - KMU 30 - beta - Φ 102/4; 122°) a (obr. č. 9 - KMU 10 - beta - Φ 76/3; 128°). Toto konstrukční řešení díky hlubokému zákrytu nevyužívá konvektivní složku a je vhodné ho používat v dobře izolovaných halách - větší akční rádius při stejném výkonu jako zářiče alfa.



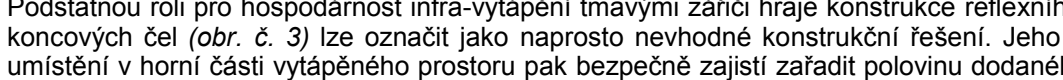
Obr. 8, 9 - Tmavé zářiče KMU beta 30 a KMU beta 10

Zářiče alfa s hlubokým zákrytem a svislými čely na obou koncích zákrytu je možné navrhovat i v šikmém osazení (obr. č. 10 - KMU 30 - alfa - Φ 102/4 - 108°) resp. (obr. č. 11 - KMU 10 - alfa - Φ 76/3 - 115°). Jsou tím odstraněny všechny negativní vlivy uváděné u zářičů s mělkým zákrytem.



Obr. 10, 11 - Tmavé zářiče KMU beta 30 a KMU beta 10 při šikmém zavěšení

Při dosahu 18 m a referenčním bodě ve výšce 2,5 m nad podlahou je nadbytečné pásmo na protilehlé stěně dané úhlem 6°, při standardním náklonu zářiče 30° od vodorovné roviny (obr. č. 12). Je proto postačující sklonit zářič pouze pod úhlem γ = 30° - 6° = 24°. Je-li protilehlá stěna ve vzdálenosti 12 m, potom postačí úhel sklonu γ = 18°. Z důvodu zachycování sálavé složky prachovými částicemi a tím snížení jejího využití, doporučuje se volit maximální dosah 12 až 15 m (obr. č. 12 bod 3).



Obr. 12 - Ztrátová složka sálání při naklonění zářiče KMU alfa 30°

Dalším vylepšením je izolace reflexního zákrytu (obr. č. 13 a obr. č. 14), která ovlivňuje využití přivedené tepelné energie o cca 3 + 5 %. Tloušťka izolace 20 mm, na horní straně hliníkové fólie. Výhodné je použití izolace u zářičů s nerezovým zákrytem - vyšší teplota povrchu proti zákrytu hliníkovému, neboť nerezový plech má větší pohltivost.



Obr. 13, 14 - Tepelná izolace tmavých zářičů KMU

Výkony tmavých zářičů popisovaných konstrukcí se pohybují v rozmezí 6 + 50 kW a délkách 3 + 12 m - tvar trubice U a 5 + 22 m - tvar trubice I.

V poslední době se objevily zářiče velkých výkonů - 100 + 150 kW tzv. kompaktní (obr. č. 15) délky až 50 m. S těmito zářiči lze vytvářet různé tvary otopné plochy (obr. č. 16) s poměrně malým úhlem jádrového sálání. Jejich výhodou spočívá v pokrytí velké vytápěné plochy a tím zabránění vyluky části výkonu v místech, kde se právě pracuje.



Obr. 15 - Kompaktní zářič v řezu



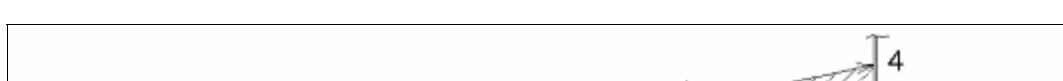
Obr. 16 - Kompaktní zářiče možnosti sestavování otopné plochy

2.2 Zářiče světlé

Velká většina světlých zářičů pracuje na principu bezplamenného katalytického spalování plynu na povrchu keramických destiček. Jejich teplota se pohybuje v rozmezí 900 + 950 °C. Podstatnou roli pro hodnocení a vhodnost použití v daném případě hraje konstrukce, materiál reflexního zákrytu a způsob odvodu spalin. Sálavá plocha keramických destiček vyzářuje tepelnou energii do poloprostoru před sebou a je na tvaru a kvalitě reflexního zákrytu, kam usměrní okrajové části sálání a tím zajistí jeho maximální využití.

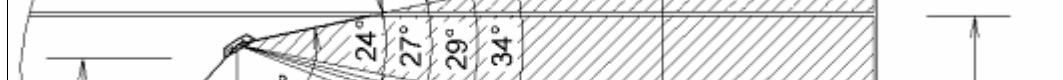
Pro dosažení rovnoměrnosti vytápění po celé ploše vytápěného prostoru je zapotřebí respektovat jak vlastnosti samotných zářičů, tak také vliv charakteru, rozměru a vlastností vytápěného objektu. Ne malou roli hraje poloha vytápěné plochy v objektu (venkovní prosklená stěna, vrata, přilehlý přístavek, vedlejší vytápěný, či nevytápěný prostor atp.) a možnost umístění zářičů (nad jeřábovou dráhu, pod jeřábovou dráhu, vodorovně, šikmo atp.). Všechny uváděné činitele mají vliv na konstrukci zářiče, resp. jeho reflexního zákrytu.

Vodorovný zářič MKV xx A (alfa) výkonu 7, 11, 15 a 18 kW - keramické destičky v jedné řadě a výkonu 25, 36 a 43 kW - keramické destičky ve dvou řadách; má reflexní zákryt s úhlem sklonu od vodorovné roviny 60°. Jádrové sálání je usměrněováno do vytápěného prostoru pod úhlem 88° (obr. č. 17). Díky této koncentraci sálavé složky do úzkého svazku je jeho použití vhodné v místech, kde je požadována intenzivnější dodávka tepla - u prosklených stěn, vrat atp. Jako reflexní materiál zákrytu je použit nerezový nebo hliníkový plech s vysokým součinitelem reflexe. Velice důležitou roli pro dosažení snížení reflexních vlastností zářiču je způsob odvodu spalin - podélná spára mezi zářičem a zákrytem. U zářičů, kde spaliny působí přímo na plech dochází během krátké doby provozu k podstatnému snížení reflexních vlastností a tím i sálavé účinnosti zářiče.



Obr. 17 - Světélé zářiče vodorovné MKV A (alfa) jednořadé, resp. dvouřadé

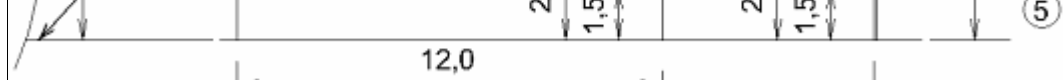
Vodorovný zářič MKV xx B (beta) výkonu 7, 11, 15 a 18 kW - keramické destičky v jedné řadě a výkonu 25, 36 a 43 kW - keramické destičky ve dvou řadách; má reflexní zákryt s úhlem sklonu od vodorovné roviny 45°. Jádrové sálání je usměrněováno do vytápěného prostoru pod úhlem 112° (obr. č. 18) Široký záběr určuje jeho použití v prostorách s menšími požadavky na dodávku tepla a vnitřní prostory hal.



Obr. 18 - Světélé zářiče vodorovné MKV B (beta) jednořadé, resp. dvouřadé

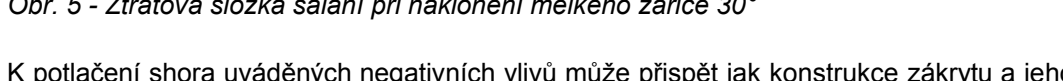
Šikmý zářič MKS xx (obr. č. 19) výkonu 7, 11, 15 a 18 kW - jednořadé a výkonu 25, 36 a 43 kW - dvouřadé; a **šikmý zářič MKP** (obr. č. 20) se liší v konstrukci reflexního zákrytu. Náklonem zářiče od vodorovné roviny (předpokládá se standardní náklon 30°) se usměrní tepelný tok do vyšších prostor vytápěného objektu. Při použití zákrytu pro vodorovnou plochu by se okrajové paprsky jádrového sálání usměrnily příliš vysoko nad vytápěný prostor, čímž by se část dodané energie "využila" pro ohřev prašných částic nad referenčními body ==> ztráta. Provedení vodorovného zářiče A (alfa) - úhel sklonu: 44° + 30° = 74° beta: 56° + 30° = 86°. Tvar zákrytu u šikmo zavěšeného zářiče má za úkol usměrnit okrajové paprsky do pracovní zóny.

Provedení **MKS** (obr. č. 19) je řešeno tak, aby se v úrovni referenčního bodu 1,5 m nad podlahou protnul okrajový paprsek vyzáření jádrového sálání ve vzdálenosti 2 h od paty vstříkacího zářiče. Tato konstrukční úprava umožňuje použití pro celoplošné vytápění - zavěšování na stěny nebo zavěšení šikmo pod úhlem 30°.



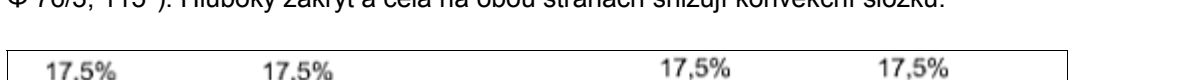
Obr. 19 - Světélé zářiče šikmé MKS jednořadé, resp. dvouřadé

Druhým variantou pro šikmé zavěšování je zákryt, který má dosah do referenčního bodu 1,5 h - označívá **MKP** (obr. č. 20). Zářič tohoto provedení je vhodný pro vytápění osamělých pracovišť a ploch s vyššími požadavky na dodávku tepelné energie (venkovní prosklená stěna, vrata, atp.).



Obr. 20 - Světélé zářiče šikmé MKP jednořadé, resp. dvouřadé

Pro získání přehledu o dosahu jednotlivých typů reflexních zákrytů je uveden obr. č. 21. Dva referenční body 1,5 m a 2,5 m nad podlahou.



Obr. 21 - Dosah jednotlivých typů světlých zářičů při různých výškách zavěšení

Literatura

- [1] Kotrbatý, M.: Sálavé vytápění - sálavé panely, infražářčivé, STP Praha 1953
- [2] Kotrbatý M.: Vytápění infračervenými plynovými zářiči. kapitola z Topenářské příručky. Vydal GAS s.r.o., Praha 2001, ISBN 8086176 - 81 - 9
- [3] <http://www.kotrbaty.cz> - prospekt infražářčiv tmavých, světlých, odborné staté z oblasti infravytápění