Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (VII)

Zavěšené sálavé panely a infračervené plynové zářiče v kombinaci s větráním

17.7.2006 | Ing. Miroslav Kotrbatý, Ing. Ondřej Hojer | RECENZOVANÝ

Při vytápění velkoprostorových objektů zavěšenými sálavými panely nebo infračervenými plynovými zářiči je vhodné jako kombinaci s větráním používat takové principy přívodu větracího vzduchu, které umožňují jeho ohřev pouze na teplotu vzduchu v oblasti pobytu člověka.

01.00 Úvod

Vytápění sálavými panely a infračervenými plynovými zářiči patří mezi nejhospodárnější otopné soustavy velkoprostorových objektů.

Mnohdy se však zapomíná na hygienické větrání, nebo se volí nevhodné kombinace vytápění a větrání. Specifické umístění otopných ploch (sálavé panely, infračervené zářiče) a jejich vlastnosti a vlastnosti ploch (stěny, střecha, podlaha, okna, světlíky) ohraničujících vytápěný prostor přímo ovlivňují jak rozložení teplot v oblasti pobytu člověka, tak i změny teploty vzduchu po výšce objektu. Všechny tyto prvky ovlivňují cirkulaci vzduchu ve vytápěném prostoru.

Detailním rozborem vlivu jednotlivých částí otopné soustavy, vlivu ohraničujících ploch, měřením v několika desítkách výrobních hal, a v poslední době simulací procesu vytápění umožňují stanovit optimální řešení větrání velkoprostorových objektů v kombinaci se sálavými panely a infračervenými plynovými zářiči.

02.10 Zavěšené sálavé panely

Sálavé panely se sestavují do pásů, které se zapojují za sebou. Zpravidla se pro jednu výrobní loď sestaví jedno otopné těleso, které může být až 500m dlouhé. Při teplotním rozdílu otopné vody 130/70°C je zřejmé, že výkon, resp. dodávka tepla na začátku a na konci takto vytvořené otopné plochy, bude rozdílná.

Jak ovlivňují jednotlivé zdroje tepla nebo chladu teplotu vzduchu a jeho cirkulaci ukáže nejlépe příklad. Na obr. č. 1 je znázorněna krajní výrobní loď průmyslové haly vytápěné zavěšenými sálavými panely (voda 130/70°C). Panely jsou sestavené do pásů tak, že respektují vlivy chladných ploch venkovní stěny. U stěny jsou navrženy teplejší pásy, uvnitř pak pásy chladnější. Tímto způsobem je nahrazena větší tepelná ztráta okrajové části objektu.

Jak se vytváří teplota vzduchu po výšce objektu?

Venkovní stěna včetně oken je vlastně chladič, který způsobuje ochlazení vrstvy vzduchu při obvodu objektu.

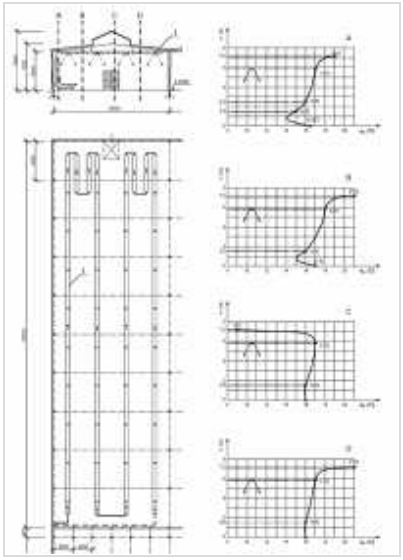
Intenzita ochlazování je dána izolačními vlastnostmi samotné stěny a oken. Chladnější vzduch klesá k podlaze, obrací se podél této plochy a vytváří tak jazyk proudící do vnitřního prostoru haly. Postupně se od teplé podlahy ohřívá. Vyšší teplota podlahy je dána dopadajícím sálavým teplem od sálavých panelů - z podlahy se vytváří tepelný akumulátor. Venkovní stěna tím přímo ovlivňuje průběh teploty vzduchu po výšce objektu. Jazyk chladnějšího vzduchu způsobí pokles teploty těsně nad podlahou. Od výšky cca 1,5m nad podlahou stoupá již teplota vzduchu průměrně o 0,3 ÷ 0,5 K/m až do úrovně roviny panelů. Zde začíná působit konvekční složka panelů a teplota vzduchu stoupá strměji. Při styku se střešním pláštěm je jeho teplota o 2 ÷ 3K vyšší - čím lepší izolace, tím vyšší teplota. Průběh teploty vzduchu po výšce objektu ve vzdálenosti cca 1m od venkovní stěny je znázorněn v řezu A. Řez B ukazuje již pokles vlivu chladnějšího vzduchu při podlaze a naopak působení zvýšené konvekce od dvou sálavých pásů v prostoru pod střešním pláštěm. Negativní vliv chladné plochy světlíku ukazuje graf v řezu C, přičemž při podlaze je již teplota vzduchu totožná s teplotou podlahy. (Pozn.: v rozlehlých halách byl rozdíl teplot vzduchu při sálavém vytápění mezi 0,1m a 1,5m nad podlahou naměřen 0,1 K.). Ve vnitřní části haly se díky nižším teplotám sálavých pásů se teplota vzduchu příliš nezvyšuje (řez D).

Referenční teplota 1,5m nad podlahou je požadována t_g = 18°C. Ve všech čtyřech případech je teplota vzduchu nižší (t_v = 16°C). Vliv sálavé složky (t_s = 20 °C) pak zajišťuje její požadovanou hodnotu:

$$t_g = \frac{t_s + t_v}{2} = \frac{20+16}{2} = 18^o C$$

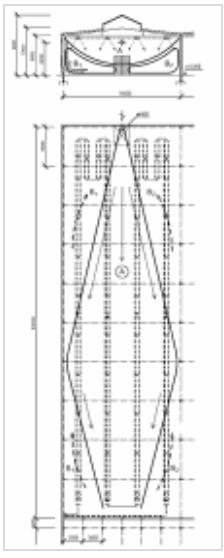
Pro hospodárnost vytápění není žádoucí zvyšovat teplotu vzduchu a tím i teplotu vzduchu pod střešním pláštěm.

Na základě uvedených poznatků bude možné navrhovat takové principy přívodu větracího vzduchu, které umožní v souladu s požadavky sálavého vytápění výrazně snížit energetickou náročnost na přípravu pracovního prostředí.



Obr. č. 1

(po kliknutí se obrázek zvětší)



Obr. č. 2

(po kliknutí se obrázek zvětší)

02.11 Rekuperační výměník s vertikálním přívodem větracího vzduchu

Výhodou rekuperačního výměníku je využití teplého polštáře vzduchu, který se tvoří pod střešním pláštěm. Jak je již z uváděných grafů zřejmé, bude pro maximální využití tepla potřebné situovat nasávací otvory rekuperačního výměníku do míst, kde se dosahuje nejvyšší teplota. V žádném případě ne do prostoru světlíku, kde je teplota vzduchu nízká. Pokud se týká dohřevu větracího vzduchu z teploty dosažené v rekuperátoru na teplotu vzduchu v pracovní zóně, je zapotřebí tuto energii započítat do výkonu sálavých panelů nebo zařadit výměník, který dohřeje vzduch na teplotu t_v = 16°C. Uvedený princip lze používat v čistých provozech a do 0,5 ÷ 1 x/hod výměny vzduchu.

02.12 Bezpotrubní přívod větracího vzduchu

Další možná kombinace sálavého vytápění a hygienického větrání, kdy je možné přivádět vzduch o teplotě stejné jaká odpovídá pocitu pohody v pracovní oblasti (t_v = 16°C) je tzv. bezpotrubní přívod. Tento princip využívá jedné velké vyústky s malým součinitelem vířivosti a velkou výstupní rychlostí (8 ÷15 m/sec). Vyústka je situována v čele haly nad podlahou ve výši cca 0,7H výšky objektu. Přívodní proud se rozvinuje v horní části objektu, v pracovní zoně pak proudí zpětné proudy v rychlostech odpovídajících hygienickým požadavkům (0,2 ÷ 0,5 m/sec - na požadovanou rychlost je veden výpočet viz lit.3).

Princip tohoto přívodu vzduchu ukazuje obr. č. 2. Přívodní proud mírně zvyšuje konvekční složku sálavých panelů, avšak také odvede teplejší vrstvu vzduchu z prostoru pod střechou do oblasti pobytu člověka. Stoupání teploty po výšce objektu u tohoto přívodu vzduchu se pohybuje v rozmezí 0,3 ÷ 0,5 K/m.

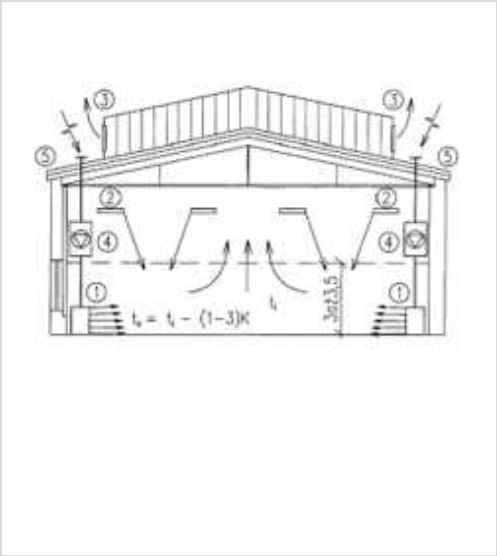
02.13 Přívod větracího vzduchu velkoplošnými vyústěmi (obr. č. 3)

Při větších výměnách vzduchu je vhodné principu sálavého vytápění, které zvyšuje teplotu podlahy a s přispěním technologického zařízení (vývin tepla) vytváří zdroj, který ohřívá vzduch při podlaze. Právě proto je velice výhodné přivádět čerstvý větrací vzduch velkoplošnými vyústěmi (1)s teplotou nižší o 1÷3 K, než je zmiňovaná teplota vzduchu v e výšce 1,5m nad podlahou (t_v=16°C). Vhodné jsou velkoplošné vyústě instalované při podlaze. Výstupní rychlost vypouštěného vzduchu je velice malá (0,2 ÷ 0,5 m/sec) a umožňuje "proplachnout" celou pracovní oblast a pak ohřátý od podlahy a strojů stoupá pod střešní plášť. Axiálními ventilátory (3) umístěnými v nejvyšším místě se pak odvádí mimo objekt. Sálavé panely (2) zajišťují v pracovní oblasti potřebné hodnoty referenční teploty. Čerstvý venkovní vzduch (5) se přivádí do ohřívače (4), kde se zahřeje na teplotu o 1÷3k nižší než je teplota vzduchu v pracovní oblasti. Tato kombinace je proti tradičnímu řešení teplovzdušného vytápění a větrání podstatně energeticky výhodnější (cca 40 ÷ 60 % úspora tepelné energie potřebné pro ohřev větracího vzduchu). Celá tato kombinace sálavého vytápění a větrání s přívodem vzduchu velkoplošnými vyústěmi může být doplněna využitím rekuperace.

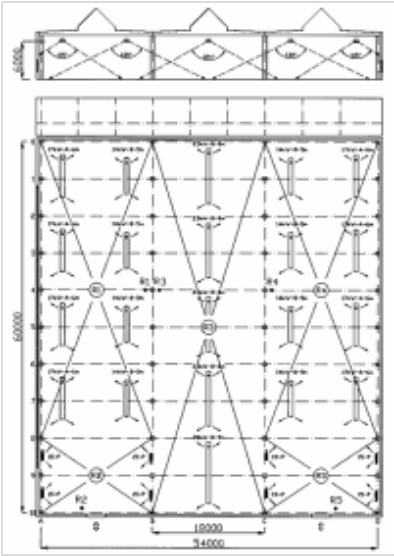
2.20 Infračervené plynové zářiče

Princip dodávky tepla při vytápění infračervenými plynovými zářiči se neliší od vytápění zavěšenými sálavými panely. Z hlediska konstrukčního provedení se vyrábějí zářiče tmavé - trubice do které je zaveden

plamen z hořáku - na konci pak odvod spalin ventilátorem mimo objekt. Povrchová teplota trubice při vstupu plamene je 500°C, při výstupu 180°C. Její barva se při provozu nemění. Proto název **tmavé**.



Obr. č. 3
(po kliknutí se obrázek zvětší)



Obr. č. 4
(po kliknutí se obrázek zvětší)

Zářiče světlé dodávají sálavé teplo z povrchu keramických destiček o teplotě 900°C a při provozu jasně svítí - proto zářiče **světlé**.

Na obr. č. 4 je uvedeno vytápění tmavými zářiči s respektováním stejných principů jako při vytápění sálavými panely - u vnějších stěn větší výkony zářičů (17 kW), uvnitř pak menší výkony (14 kW). Střední loď - pouze jedna řada zářičů (23 kW). V blízkosti vstupních vrat jsou navrženy zářiče světlé z důvodu rychlejší reakce - potřebné při otevření vrat. Zářiče tmavé nabíhají do 100% výkonu za 10 ÷ l5 min, zářiče světlé do 3 minut. Každá skupina má svůj regulační okruh (R2, R5). Větrací systémy lze doporučit stejné jako při vytápění sálavými panely.

3.0 Závěr

Při vytápění velkoprostorových objektů zavěšenými sálavými panely nebo infračervenými plynovými zářiči je vhodné jako kombinaci s větráním používat **takové principy přívodu větracího vzduchu, které umožňují jeho ohřev pouze na teplotu vzduchu v oblasti pobytu člověka**. Vyšší teploty přiváděného vzduchu zvyšují teplotu pod střešním pláštěm a tím i tepelné ztráty. Potírá se tím energetická výhoda sálavého a infravytápění.

4.0 Literatura

1/ Drkal: Zdrojové větrání a sálavé vytápění - Topenářská příručka - GAS, Praha, 2001
2/Kotrbatý: Kombinace sálavého vytápění se zdrojovým větráním - dtto, Praha, 2001
3/Bacharev Trojanovskij - Výpočet vytápění a větrání se soustředěným přívodem vzduchu, Profizdat, Moskva 1958

4/Hojer: Metodika návrhu plynových zářičů, VVI 3/2005, Praha, 2005

Datum: 17.7.2006
Autor: Ing. Miroslav Kotrbatý, Ing. Ondřej Hojer všechny články autora