

Zesílený odsávací systém

Reinforced exhaust system

Ing. Stanislav PATOČKA,
Doc. Ing. Eva JANOTKOVÁ, CSc.
Odbor termomechaniky a techniky
prostředí EÚ
Fakulta strojního inženýrství VUT
v Brně

Recenzent
Ing. Marcel Kadlec

V článku jsou uvedeny výsledky experimentálního výzkumu zesíleného odsávacího systému, který vzniká kombinací dvou typů proudění. Vyváženou kombinací hybnostních toků přiváděného a odsávaného vzduchu je možné výrazně změnit tvar a velikost účinné oblasti odsávání před zesíleným sacím nástavcem, která je výrazně delší účinnou oblastí odsávání než u tradičního přírubového sacího nástavce. Výsledků výzkumu je možno využít např. ve svařovnách v automobilovém průmyslu, kde velikost, tvarová různorodost a použití svářecích technologií mnohdy brání optimálnímu odsávání zdraví nebezpečných škodlivin.

Klíčová slova: lokální odsávání, zesílený sací nástavec, účinnost odsávání, metoda stopového plynu, pracovní parametr

The article deals with experimental research results of reinforced exhaust system formed by combination of two types of flow. By balanced combination of momentum flows of the supplied and exhausted airs there is possible to change markedly the form and the size of exhausting effective area in front of the reinforced exhaust hood, which is markedly longer effective exhaust area than with the traditional flanged exhaust hood. The results of the research may be utilised for example at welding plants of automobile industry, where the largeness, diversity of forms and use of welding technologies often prevents from optimum exhausting harmful substances dangerous for health.

Key words: local exhausting, reinforced exhaust hood, efficiency of exhausting, trace gas method, operating parameter

Ve většině průmyslových odvětví dochází při běžném výrobním procesu ke generování značného množství různých škodlivin, které musí být z pracovních prostor odváděny větracími soustavami. Z ekonomického i hygienického hlediska je velmi výhodné doplnit systémy celkového větrání o systémy místního odsávání, které zachycují generované škodliviny přímo v místě jejich vzniku. Místní odsávání omezuje zátěž prostoru škodlivinami a současně snižuje nároky na celkové větrání, poněvadž koncentrace škodlivin v odváděném vzduchu jsou podstatně vyšší než při celkovém větrání.

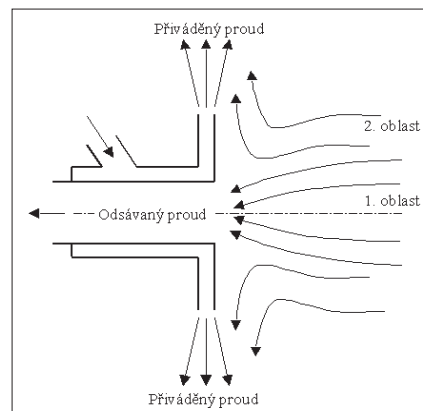
Při místním odsávání uzavřeného prostoru vzniká v tomto prostoru podtlak, který brání šíření škodlivin do okolí. K odvodu stejného toku vznikajících škodlivin se při použití lokálních sacích systémů vystačí s podstatně menším průtokem vzduchu, což také z hospodárňuje čištění odsávacího vzduchu od škodlivin před výfukem do atmosféry, popř. vrácením do provozovny (pokud je to hygienicky přípustné). Místní odsávací systémy se používají v mnoha průmyslových odvětvích pro odvod všech typů škodlivin – částicových, plyných nebo parních. Každý místní odsávací systém je tvořen sacím nástavcem, který slouží k zachycení znečištěného vzduchu co nejbližší zdroje znečištění a systémem odsávacího potrubí, kterým se vzduch obohacený o škodliviny odvádí z pracovního prostoru. Správně pracující místní odsávací systém je pak charakterizován vysokou koncentrací škodlivin v odsávaném vzduchu, malým množstvím větracího vzduchu a malou spotřebou energie.

Tradiční místní odsávací systémy, které se v průmyslových provozech běžně používají, mají mnoho nedostatků a slabin. Jejich hlavní slabinou je, že rychlost proudění odsávaného vzduchu před sacím nástavcem klesá přibližně se čtvrtcem vzdálenosti od odsávacího otvoru. Proudové pole tradičních sacích nástavců se navíc vyznačuje nesměrovostí, což znamená, že vzduch je odsáván ze všech směrů rovnoměrně. Účinnost zachycení škodlivin u takového nástavce je tedy velmi silně závislá a ovlivněná stupněm poruch v proudění vzduchu v pozadí. Aby bylo dosaženo vysoké účinnosti odsávání, musí být nástavec umístěn co nejbližší zdroji škodlivin, což však obvykle koliduje s daným výrobním procesem. Je velmi obtížné a prakticky zcela nemožné u tradičních systémů zároveň splnit dva zcela protichůdné požadavky. Na jedné straně vyžadujeme co nejvyšší účinnost zachycení, což znamená umístění nástavce co nejbližší zdroji škodlivin, a na druhé straně vyžadujeme zabezpečení určitého stupně bezpečnosti práce, což znamená zabránit kolizi sacího nástavce a daného vý-

robního procesu, tedy umístit sací nástavec do větší vzdálenosti od zdroje škodlivin. Malého zlepšení u tradičních sacích nástavců může být dosaženo přidáním příruby, která částečně zabraňuje odsávání čistého vzduchu z prostoru za sacím nástavcem. Podstatné zlepšení účinnosti zachycení vykazuje zesílený odsávací systém, který je v současné době ve stádiu výzkumu.

1. ZESÍLENÝ ODSÁVACÍ SYSTÉM

V roce 1965 C. P. Aaberg vynalezl a poprvé popsal nový zesílený odsávací systém, který je dnes znám pod názvem REEXS (Reinforced Exhaust System) [1]. Aaberg dokázal, že kombinací dvou známých typů proudění, jmenovitě přívodu vzduchu a jeho odsávání, je možné zvýšit odsávací rychlost vzduchu, která je typická pro tradiční sací nástavec, stejně jako dosáhnout směrovosti proudového pole. Vyváženou kombinací toků přiváděného a odsávaného vzduchu, která je známá jako zesílený princip lokálního odsávání, se může vytvořit proud vzduchu, který se skládá ze dvou dobře definovaných oblastí a směřuje k odsávacímu otvoru. Vzduch pohybující se v první oblasti, soustředěně kolem osy proudu, je vtahován do odsávacího otvoru, zatímco vzduch, který se nachází ve druhé oblasti, obklopující první oblast, je unášen od sacího nástavce radiálním proudem přiváděného vzduchu. Účinná oblast odsávání se tak stává podstatně delší a koncentrovanější do oblastí podél osy sacího nástavce. Geometricky je návrh zesíleného sacího nástavce velmi podobný tradičnímu sacímu nástavci kruhového průřezu s přírubou. Jediným, ale podstatným rozdílem je vybavení zesíleného sacího nástavce speciálně zkonstruovanou přírubou, která umožňuje radiální přívod vzduchu přes velmi úzkou štěrbinu (obr. 1).



Obr. 1 Příčný řez zesíleným sacím nástavcem

Základní pracovní parametr, který ovlivňuje funkci zesíleného odsávacího systému, je okamžitý poměr hybnostních toků přiváděného a odsávaného toku vzduchu l , který je definován vztahem (1):

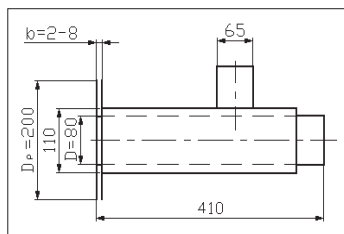
$$l = \frac{\dot{m}_{pr} \cdot u_0}{\dot{m}_{od} \cdot w_0} \quad (1)$$

kde \dot{m}_{pr} , \dot{m}_{od} je hmotnostní tok přiváděného resp. odsávaného vzduchu, u_0 je výtoková rychlost radiálního proudu přiváděného vzduchu, w_0 je rychlost odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu nástavce.

Ze vztahu (1) vyplývá, že tradiční sací nástavec můžeme popsat parametrem $l = 0$.

2. MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ A METODA

Pro experimentální výzkum účinnosti odsávání zesíleného sacího nástavce metodou stopového plynu bylo navrženo a zkonstruováno experimentální zařízení podrobně popsané v [2]. Nejdůležitější částí experimentálního zařízení, jež je tvořeno větvemi odsávacího a přiváděcího potrubí a zařízením pro měření metodou stopového plynu, je zesílený sací nástavec (obr. 2) o následujících základních rozměrech: průměr sacího otvoru $D = 80$ mm, průměr příruby $D_p = 200$ mm a nastavitelná šířka štěrbin pro přívod radiálního proudu vzduchu jež nabývala při měřeních hodnot $b = 2, 4, 8$ mm. Měřicí zařízení je osazeno průtokoměry pro měření průtoků odsávaného a přiváděného vzduchu a také potřebnými odběry tlaků a teplot. V odsávacím potrubí je pak instalován odběr vzorku odsávaného vzduchu, který je přiváděn do analyzátoru.



Obr. 2. Schéma zkoumaného sacího nástavce

Pro kvantitativní posouzení účinnosti odsávání zesíleného sacího nástavce byla použita již zmíněná metoda stopového plynu [3]. Jde o poměrně novou a progresivní metodu využívanou pro analýzu větrání. Tato metoda umožní stanovit rozložení koncentrací látek, což bývá v oblasti větrání často žádanou informací. Princip metody je velmi jednoduchý, její náročnost spočívá především v nárocích, které jsou kladeny na jednotlivé součásti měřicího systému. Nejdůležitějším článkem celého měřicího systému je vlastní analyzátor plynů, jehož přesnost stanovení koncentrace stopového plynu v příslušném vzorku vzduchu ovlivňuje přesnost měření účinnosti odsávání. Pro uvedený výzkum byl použit vysoce přesný analyzátor plynů Multi – gas monitor typ 1302 od firmy Brüel & Kjær.

Systém pro měření metodou stopového plynu se skládá ze zařízení pro:

- přívod stopového plynu umožňující vhodným způsobem generovat dané množství stopového plynu do příslušného místa v prostoru,
- odběr vzorků vzduchu z příslušných míst v měřicím prostoru,
- přívod k a z analyzátoru plynů, pro měření koncentrace stopového plynu ve vzorku vzduchu odebraného z příslušného místa v měřicím prostoru.

3. POPIS MĚŘENÍ

Měření metodou stopového plynu nám umožní získat hodnoty koncentrací stopového plynu ve vzorcích vzduchu. Při měření byl zdroj stopového plynu přemísťován v prostoru před sacím nástavcem po zvolené síti bodů. Vzdálenost jednotlivých bodů byla rovna průměru odsávacího otvoru zesíleného sacího nástavce (80 mm). Pro každou polohu zdroje stopového plynu byla měřena jeho koncentrace v odsávaném vzduchu i v pozadí. Účinnost odsávání lokál-

ním sacím nástavcem z daného místa v prostoru jsme pak stanovili z naměřených hodnot koncentrací stopového plynu vztahem:

$$\alpha = \frac{C_{od} - C_{po}}{C_r} \quad (2)$$

kde C_{od} je koncentrace stopového plynu v odsávaném vzduchu, C_{po} je koncentrace stopového plynu v pozadí, C_r je referenční koncentrace, která odpovídá 100 % zachycení stopového plynu.

Při všech měřeních byl sací nástavec situován v kartézském souřadném systému x, y, z , tak, že střed odsávacího otvoru ležel v počátku souřadného systému a jako stopový plyn byl použit oxid uhličitý CO_2 .

Na základě volby objemového toku odsávaného vzduchu byl nastaven pracovní režim systému místního odsávání. Jako základní byl zvolen objemový tok odsávaného vzduchu $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a jako alternativní hodnota objemového toku odsávaného vzduchu byla zvolena hodnota $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Uvedeným hodnotám odpovídají rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce $w_{od} = 8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $w_{od} = 12,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, což je běžně používané rozmezí rychlostí proudění odsávaného vzduchu ve vzduchovodech v průmyslových aplikacích. Velikosti objemových toků radiálně přiváděného vzduchu byly následně voleny tak, aby sací nástavec pracoval při zvoleném objemovém toku odsávaného vzduchu ($150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ nebo $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) s hodnotami pracovního parametru $l = 0$ (tradiční sací nástavec), $l = 0,3$, $l = 0,6$ a $l = 0,9$. Za základní hodnotu přívodní štěrbin byla zvolena šířka $b = 4$ mm a alternativně $b = 2$ a 8 mm.

4. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

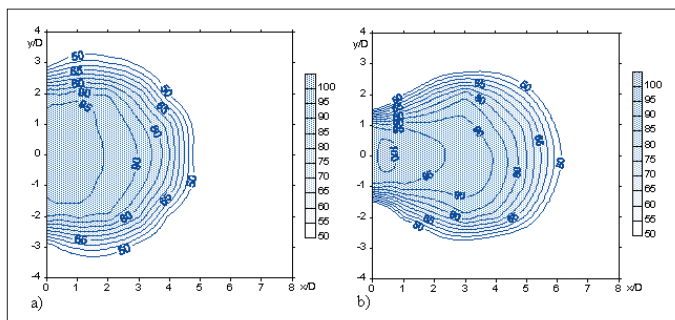
V článku jsou dále uvedeny ukázky výsledků experimentálních měření v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce (rovina $z = 0$) jak s tradičním přírubovým sacím nástavcem ($l = 0$), tak se zesíleným sacím nástavcem pracujícím s hodnotami pracovního parametru $l = 0,3$, $l = 0,6$ a $l = 0,9$. Naše pozornost byla zaměřena především na ověření vlivu pracovního parametru l na tvar a velikost účinné oblasti odsávání, dále na vliv objemového toku odsávaného vzduchu na velikost účinné oblasti odsávání a v neposlední řadě také na vliv geometrie zesíleného sacího nástavce na účinnost odsávání.

Závislost účinné oblasti odsávání na pracovním parametru l

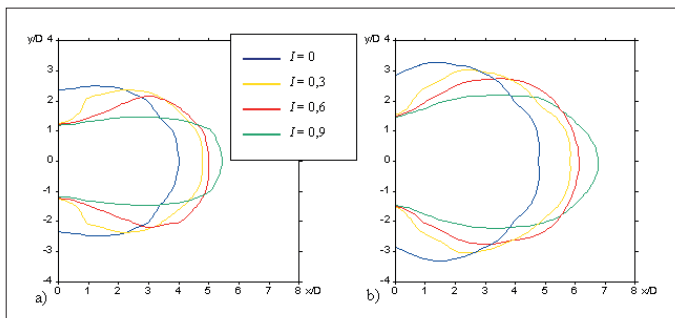
Základní pracovní parametr zesíleného odsávacího systému l – rov. (1), nám určuje především tvar účinné oblasti odsávání. Ověřili jsme závislosti tvaru na pracovním parametru l měřeními účinnosti odsávání pro tradiční přírubový sací nástavec ($l = 0$) a zesílený sací nástavec pracující s hodnotami pracovního parametru $l = 0,3$, $l = 0,6$ a $l = 0,9$ při stejné hodnotě objemového toku odsávaného vzduchu $V_{od} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Šířka přívodní štěrbin u zesíleného sacího nástavce byla $b = 4$ mm a objemový tok radiálně přiváděného vzduchu tak činil $58,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ při velikosti pracovního parametru $l = 0,3$ a dále pak $82,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a $100,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ při hodnotách pracovního parametru $l = 0,6$ a $l = 0,9$. Výsledky těchto měření jsou publikovány v [4] a [5]. Ukázka výsledků měření v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce s tradičním sacím nástavcem ($l = 0$) a zesíleným sacím nástavcem pracujícím s hodnotou pracovního parametru $l = 0,6$ je na obr. 3a, respektive na obr. 3b. Ze srovnání obrázků je patrný podstatný rozdíl ve tvaru a délce oblasti z níž jsou škodliviny účinně odsávány. Při stejném objemovém toku odsávaného vzduchu je účinná oblast zesíleného odsávacího systému pracujícího s hodnotou operačního parametru $l = 0,6$ výrazně delší a více koncentrovaná do oblasti podél osy sacího nástavce než u tradičního odsávacího systému.

Pro porovnání tvarů účinných oblastí odsávání pro zesílený sací nástavec pracující s různými hodnotami pracovního parametru l a s konstantní hodno-

tu objemového toku odsávaného vzduchu $\dot{V}_{od} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ jsme zobrazili vybrané izočary účinnosti odsávání 75 % a 50 % vždy v jednom obrázku pro všechny proměřované pracovní parametry l ($l = 0, l = 0,3, l = 0,6$ a $l = 0,9$) – obr. 4. V obr. 4a jsou zobrazeny izočary odpovídající účinnosti odsávání 75 % v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce a v obr. 4b účinnosti odsávání 50 %. Z porovnání výsledků měření je zřejmé, že při stejném objemovém toku odsávaného vzduchu se účinná oblast odsávání zesíleného odsávacího systému s rostoucí velikostí pracovního parametru l výrazně prodlužuje a také koncentruje do oblasti podél osy sacího nástavce. Z obr. 3 a obr. 4 je také patrné, že všechna uvedená měření proběhla v laboratorních podmínkách, jelikož znázorněné účinné oblasti odsávání můžeme považovat za symetrické vzhledem k ose sacího nástavce.



Obr. 3 Účinnost odsávání v % v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce při $\dot{V}_{od} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
a) tradiční odsávací systém $l = 0$, b) zesílený odsávací systém pracující s parametrem $l = 0,6$



Obr. 4 Isočary účinnosti odsávání α pro $l = 0, l = 0,3, l = 0,6$ a $l = 0,9$ v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce při $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
a) $\alpha = 75 \%$, b) $\alpha = 50 \%$

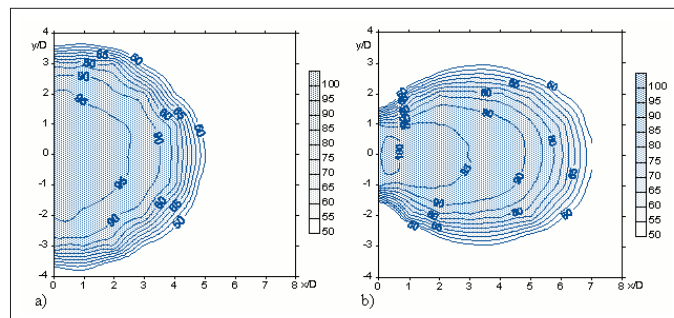
Závislost účinné oblasti odsávání na objemovém toku odsávaného vzduchu

V další části našeho výzkumu jsme věnovali pozornost zkoumání závislosti velikosti a tvaru účinné oblasti odsávání na objemovém toku odsávaného vzduchu. Při zkoumání uvedeného vlivu jsme vzájemně porovnali měření při dvou objemových tocích odsávaného vzduchu \dot{V}_{od} ($150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) a při hodnotách pracovního parametru l – $l = 0, l = 0,3, l = 0,6$ a $l = 0,9$. Radiální proud vzduchu byl při všech měřeních přiváděn štěrbinou o šířce $b = 4 \text{ mm}$. Změna objemového toku odsávaného vzduchu se projevila zvýšením rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce z $8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na $12,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, což znamená, že došlo k celkovému nárůstu rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce o 47 %.

Ukázka výsledků měření při objemovém toku odsávaného vzduchu $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ s tradičním ($l = 0$) a zesíleným sacím nástavcem pracujícím s hodnotou pracovního parametru $l = 0,6$ je na obr. 3a, respektive na obr. 3b. Výsledky stejných měření při objemovém toku odsávaného vzduchu $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ opět s tradičním sacím nástavcem ($l = 0$) a zesíleným sacím nástavcem pracujícím

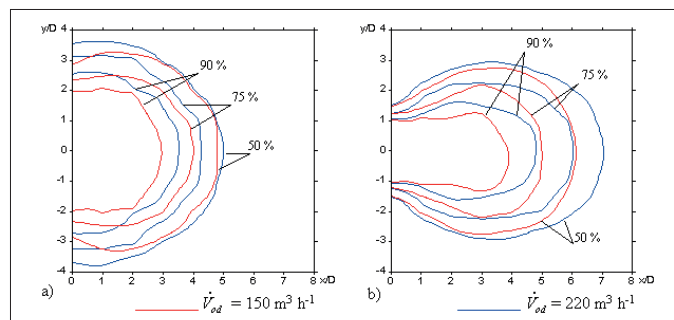
s hodnotou pracovního parametru $l = 0,6$ jsou pak na obr. 5a, respektive na obr. 5b. Porovnáme-li velikosti účinných oblastí odsávání pro tradiční přírubový sací nástavec (obr. 3a a obr. 5a) zjistíme, že zvýšení rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce o 47 % se výrazně projeví na velikosti a tvaru účinné oblasti odsávání tradičního přírubového sacího nástavce pouze v oblasti vysokých účinností odsávání (účinnost odsávání kolem 90 %). Ve větší vzdálenosti od příruby sacího nástavce se již zvýšení rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce prakticky neprojeví na délce účinné oblasti odsávání a dochází jen k zvětšení šířky celé oblasti.

Naopak porovnáním výsledků měření se zesíleným sacím nástavcem pracujícím s hodnotou pracovního parametru $l = 0,6$ při dvou objemových tocích odsávaného vzduchu ($150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ – obr. 3b a $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ – obr. 5b) zjistíme, že zvýšení rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce o 47 % se projeví v prodloužení účinné oblasti odsávání na všech hladinách účinnosti a ne jen v těsné blízkosti sacího nástavce. Na daném místě musíme také podotknout, že stejných výsledků (prodloužení účinné oblasti odsávání na všech hladinách účinnosti a ne jen v těsné blízkosti sacího nástavce) jsme dosáhli i u zesíleného sacího nástavce pracujícího s hodnotami operačního parametru $l = 0,3$ a $l = 0,9$.



Obr. 5 Účinnost odsávání v % v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce při $\dot{V}_{od} = 220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
a) tradiční odsávací systém $l = 0$, b) zesílený odsávací systém pracující s parametrem $l = 0,6$

Pro porovnání chování tradičního a zesíleného odsávacího systému pracujícího s hodnotou pracovního parametru $l = 0,6$ při zvýšení rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce z $8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na $12,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ jsme znázornili vybrané izočary účinnosti odsávání 90, 75 a 50 % v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce pro obě proměřované hodnoty objemového toku odsávaného vzduchu ($150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) v jednom obrázku a to pro tradiční sací nástavec v obr. 6a a pro zesílený odsávací systém pracující s hodnotou pracovního parametru $l = 0,6$ v obr. 6b.



Obr. 6 Isočary účinnosti odsávání 90, 75 a 50 % v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce pro dva různé objemové toky odsávaného vzduchu
a) $l = 0$, b) $l = 0,6$

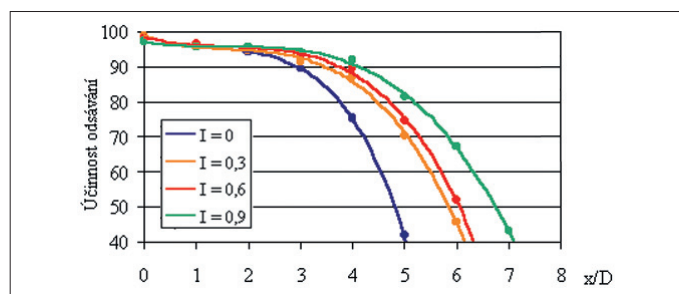
Z výsledků výzkumu závislosti velikosti účinné oblasti odsávání na objemovém toku odsávaného vzduchu vyplývá, že zesílený odsávací systém se jeví

pro praxi výhodnější než systém tradiční i z toho důvodu, že v případě nutnosti můžeme u zesíleného odsávacího systému výrazně zvětšit dosah účinné oblasti odsávání pouhým zvýšením rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce při zachování velikosti pracovního parametru I .

Výsledky uvedených experimentů nám umožnily vyjádřit závislost účinnosti odsávání α v ose zesíleného sacího nástavce na bezrozměrné vzdálenosti od jeho příruby x/D pro různé proměřované pracovní parametry I ($I = 0, I = 0,3, I = 0,6$ a $I = 0,9$). Uvedenou závislost jsme popsali polynomem čtvrtého stupně:

$$\alpha = A(x/D)^4 + B(x/D)^3 + C(x/D)^2 + D(x/D) + E \quad (3)$$

Koeficienty A až E v rovnici (3) nabývají pro hodnoty pracovního parametru $I = 0, I = 0,3, I = 0,6$ a $I = 0,9$ a konstantní objemový tok odsávaného vzduchu $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ jemuž odpovídá rychlost odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce $w_{od} = 8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ hodnot uvedených v tab. 1. Funkční závislost je zobrazena na obr. 7.

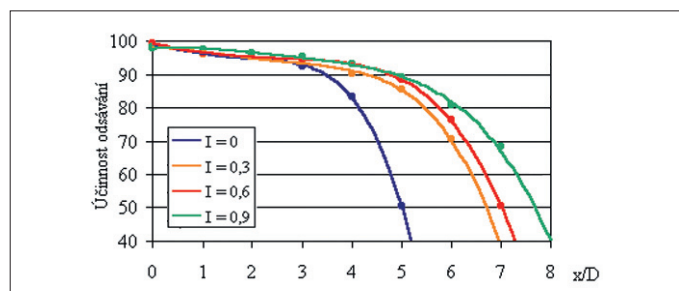


Obr. 7 Účinnosti odsávání v ose sacího nástavce pro $w_{od} = 8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a pro různé hodnoty I

Tab. 1 Koeficienty A až E v rovnici (3) pro $w_{od} = 8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a pro různé hodnoty I

	A	B	C	D	E
$I = 0$	-0,12	0,11	0,84	-3,17	98,29
$I = 0,3$	-0,003	-0,53	2,70	-5,38	98,82
$I = 0,6$	-0,03	-0,20	1,37	-3,09	98,22
$I = 0,9$	0,002	-0,35	1,63	-2,63	97,21

Pro objemový tok odsávaného vzduchu $220 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ jemuž odpovídá rychlost odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce $w_{od} = 12,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pak koeficienty A až E v rovnici (3) nabývají pro hodnoty pracovního parametru $I = 0, I = 0,3, I = 0,6$ a $I = 0,9$ hodnot uvedených v tab. 2. V grafické podobě je tato funkční závislost zobrazena na obr. 8.



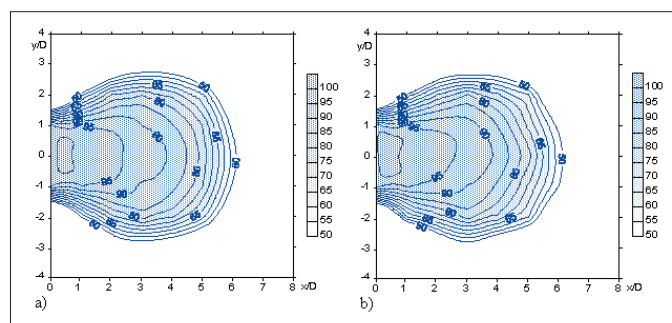
Obr. 8 Účinnosti odsávání v ose sacího nástavce pro $w_{od} = 12,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a pro různé hodnoty I

Tab. 2 Koeficienty A až E v rovnici (3) pro $w_{od} = 12,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pro různé hodnoty I

	A	B	C	D	E
$I = 0$	-0,29	1,62	-2,44	-1,25	98,84
$I = 0,3$	-0,09	0,77	-2,09	0,26	98,17
$I = 0,6$	-0,06	0,34	-0,19	-2,39	99,15
$I = 0,9$	-0,05	0,45	-1,71	1,42	97,89

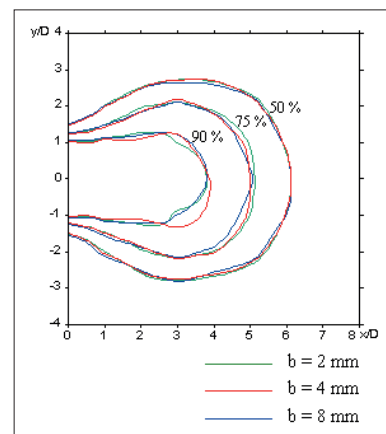
Závislost účinné oblasti odsávání na geometrii zesíleného sacího nástavce

V dalších experimentech jsme soustředili pozornost na zkoumání závislosti účinné oblasti odsávání na geometrii zesíleného sacího nástavce. Jedním z činitelů, které mají přímou souvislost s geometrií zesíleného sacího nástavce je šířka štěrbin b , kterou je přiváděn radiální proud vzduchu. Ze základního pracovního parametru I – rov. (1) vyplývá, že tvar proudového pole zesíleného sacího nástavce je určen pouze velikostí odsávaného toku a hodnotou parametru I . Uvedené tvrzení samozřejmě platí jen pro sací nástavec určitých rozměrů (v našem případě byl průměr sacího otvoru 80 mm a průměr příruby 200 mm). Můžeme tedy říci, že pokud je hodnota parametru I konstantní tzn., že při konstantním hybnostním toku odsávaného vzduchu se nemění také hybnostní tok radiálně přiváděného vzduchu, zůstává tvar proudového pole před zesíleným sacím nástavcem neměnný bez ohledu na velikost výtokové rychlosti radiálního proudu, nebo velikost šířky přivodní štěrbin. Pro ověření nezávislosti tvaru a velikosti účinné oblasti odsávání na šířce přivodní štěrbin při zachování konstantní hodnoty objemového toku odsávaného vzduchu a velikosti pracovního parametru I sloužila měření se zesíleným sacím nástavcem, který pracoval s objemovým tokem odsávaného vzduchu $V_{od} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ při hodnotě pracov-



Obr. 9 Účinnost odsávání v % v horizontální rovině procházející osou zesíleného sacího nástavce pracujícího s parametrem $I = 0,6$ a s šířkou štěrbin a) $b = 2 \text{ mm}$, b) $b = 8 \text{ mm}$

ního parametru $I = 0,6$. Šířka přivodní štěrbin b nabývala během měření hodnot 2, 4 a 8 mm, což při konstantní hodnotě parametru $I = 0,6$ odpovídalo objemovým tokům radiálně přiváděného vzduchu $58,07 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, $82,12 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a $116,19 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Ukázka výsledků měření v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce je pro štěrbinu šířky $b = 4 \text{ mm}$ na obr. 4b, pro $b = 2 \text{ mm}$ na obr. 9a a pro $b = 8 \text{ mm}$ na obr. 9b. Pro větší názornost porovnání měření jsme dále zobrazili vybrané izočary účinnosti odsávání 90, 75 a 50 %



Obr. 10 Izočary účinnosti odsávání 50, 75 a 90 % v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce pro $V_{od} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, $I = 0,6$ a šířky štěrbin $b = 2, 4$ a 8 mm

v horizontální rovině procházející osou sacího nástavce pro jednotlivé šířky štěrby b (2, 4 a 8 mm) – obr. 10.

Z porovnání obr. 3b a obr. 9 a následně z obr. 10 je pak zcela zřejmé, že tvar a velikost účinné oblasti odsávání zesíleného sacího nástavce závisí jen na velikosti hybnostního toku odsávaného vzduchu a na velikosti pracovního parametru l . Činnost uvedeného systému je naopak zcela nezávislá na velikosti šířky štěrby a velikosti objemového toku radiálně přiváděného vzduchu pokud dojde k zachování hybnostního toku radiálně přiváděného vzduchu.

Experimentální výzkum ukázal, že činnost zesíleného sacího nástavce je určena základním pracovním parametrem l , který je definován jako poměr hybnostních toků radiálně přiváděného vzduchu a odsávaného vzduchu. S rostoucí hodnotou tohoto parametru dochází k výraznému prodloužení účinné oblasti odsávání, koncentrované do oblastí podél osy sacího nástavce.

Z experimentálního výzkumu dále vyplývá, že zesílený odsávací systém je daleko účinnějším prostředkem pro lokální odvod škodlivin z místa jejich vzniku než tradiční přírubový sací nástavec a umožňuje efektivní odvod škodlivin i z oblastí ve větší vzdálenosti od sacího nástavce v porovnání se systémem tradičním. Je zde vyjádřena funkční závislost účinnosti odsávání v ose zesíleného sacího nástavce na vzdálenosti od jeho příruby pro různé stavy proměřovaného systému. Závislost pro sací nástavec pracující s hodnotami pracovního parametru $l = 0, l = 0,3, l = 0,6$ a $l = 0,9$ je vyjádřena polynomem čtvrtého stupně, jehož koeficienty jsou stanoveny pro rychlosti odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu sacího nástavce $8,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $12,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Výsledky publikované

v tomto článku rozšiřují znalosti o účinnosti zesíleného odsávacího systému o optimálních pracovních parametrech za podmínek reprezentujících některé běžné pracovní situace.

Publikované výsledky byly získány za finančního přispění ČR – Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory výzkumu a vývoje při řešení projektu COST G3. 50 a výzkumného záměru CEZ: J22/98:262100001.

Kontakt na autory: patocka@dt.fme.vutbr.cz, janot@eu.fme.vutbr.cz

Použité zdroje:

- [1] PEDERSEN, L. G., NIELSEN, P. V. *Exhaust System Reinforced by Jet Flow*. VENTILATION '91. Proceedings of International Conference on Ventilation, Cincinnati, Ohio, 1991
- [2] PATOČKA, S., JANOTKOVÁ, E. *Vývoj experimentálního zařízení pro výzkum lokálního odsávání*. Proceedings of Colloquium on Fluid Dynamics 2000, Praha, 2000, s. 95–98
- [3] *Airflow Paterns within Buildings Measurement Technique*. Technical Note AIVC 34, December 1991
- [4] PATOČKA, S., JANOTKOVÁ, E. *Vzájemné porovnání účinnosti zachycení lokálních odsávacích systémů*. Konference klimatizace a větrání 2002, Praha, 2002, s. 150–154.
- [5] PATOČKA, S., JANOTKOVA, E. *Capture Efficiency Measurement of Local Reinforced Exhaust System*. ROOMVENT 2002. Proceedings of 8th International Conference on air Distribution in Rooms, Copenhagen, Denmark, 2002, p. 681–684. ■

*** První evropská konference o moderní technice v budovách**

24. října 2002 se ve Štrasburku konala první konference o obnovitelných energiích a elektřině. Konference se zúčastnilo 110 odborníků a to 72 z Francie, 23 z Německa, 13 ze Švýcarska a 2 z Lucemburku.

Přednášky a diskuse odborníků se zaměřily na téma energeticky úsporných a ekologických řešení v rámci aktuálních evropských nařízení. Těžištěm projednávaných technik byla především fotovoltaika a tepelná čerpadla. Přítomní byli seznámeni se zajímavými projekty a realizacemi ve svých zemích. Ve všech zúčastněných zemích je instalace zařízení s obnovitelnými energiemi státně nebo i regionálně subvencována.

Pokud se týče fotovoltaiky, solární program ve Francii započal v r. 1999, kdy bylo instalováno 150 solárních zařízení, koncem roku 2001 jich bylo již téměř 4500 a do roku 2006 má jejich celkový počet vzrůst na téměř dvacetinásobek.

V Německu se trh fotovoltaiky od začátku 90tých let postupně vyvíjel tak, že koncem roku 2000 činil jejich počet téměř 17 000 a do roku 2004 jich má být na 75 000.

U tepelných čerpadel ve Francii, od roku 1997, kdy byl iniciován program podpory tepelných čerpadel, stoupl do roku 2001 počet jejich ročních instalací desateronásobně. Z instalovaných zařízení je 45 % tepelných čerpadel vzduch/voda (hlavně na západě), 30 % geotermických (především na východě) a 25 % vzduch/vzduch (zejména na jihu).

V Německu se očekává v nejbližších letech náhrada 1,6 mil. starých vytápěcích zařízení za nová, což je šance především pro tepelná čerpadla. Ve Švýcarsku se odhaduje, že do roku 2010 se tepelné čerpadlo stane vedle biomasy nejdůležitějším alternativním zdrojem energie.

Podle statistik bylo v roce 2000 instalováno tepelných čerpadel ve Švédsku 370 000, v Rakousku 149 000, Švýcarsku 67 000, v Německu 63 000, ve Francii 30 000, v Nizozemí 29 500, ve Finsku 15 000, v Belgii 6500 a ve Velké Británii 3000.

CCI 13/2002

(Ku)

*** Šestimocný chrom zatím nekončí!**

Podle nové směrnice EU 2002/525/EC, schválené koncem roku 2002, se odkládá vstup v platnost směrnice EU 2000/53/EC, již se k 1. 7. 2003 s ohledem na životní prostředí a recyklaci zakazovaly v automobilu povrchové úpravy se šestimocným chromem (dále Cr^{VI}), toxické kovy olovo, rtuť, kadmium a PVC.

Nová směrnice odkládá zákaz Cr^{VI} s definitivní platností na 1. 7. 2007; u olova stanovuje řadu výjimek s různým vstupem zákazu v platnost podle druhu výrobku a užití v době od 1. 7. 2004 do 1. 7. 2008, podobně jako u kadmia, kde zákaz vstupuje v platnost nejdříve u Ni-Cd baterií elektrických vozidel dnem 1. 1. 2006. Olovo v automobilových bateriích není zatím dotčeno ani novou směrnicí.

Chrom Cr^{VI}, považovaný též za karcinogenní, se vyskytuje v povrchových úpravách tzv. žlutým chromátem spojovacího materiálu (šrouby, matky, podložky, nýty aj.) a různých kovových dílů (hadicové svorky, pružiny, závěsy dveří, sestavy zámků aj.). Směrnice se týká i dílů s Cr^{VI} po další úpravě a lakování. Úpravy tzv. modrým chromátem s trojmocným chromem Cr^{III} se za karcinogenní nepovažují, jsou přípustné a směrnici podobně jako žluté chromování dotčeny nejsou.

Přestože zákaz těžkých kovů a Cr^{VI} v automobilech byl odložen, očekává se, že k jejich zákazu dojde i u dalších výrobků. Podobně jako pro recyklaci automobilů EU schválila návrh směrnice pro recyklaci elektrických a elektronických zařízení, podle níž budou po 1. 1. 2007 zakázány chrom Cr^{VI}, olovo, kadmium, rtuť a požární retardanty plastů polybromdifenylether (PBBE) a polybromdifenylether (PBDE). Pro získání shody CE by se i naši výrobci měli s tímto problémem brzy vyrovnat.

Povrchové úpravy bez Cr^{VI} jsou již vyvinuty, standardizovány a užívány v automobilech. Jsou to neelektrolytické povlaky s mikrolamelárním zinkem, zinkem s hliníkem, s ekologickými pojivy organických titanátů, zirkonátů a silikátů na vodní bázi a galvanické povlaky zinku s pasivací bez Cr^{VI}. Nevýhodou nových povlaků je vyšší cena, mají však vyšší životnost a odolnost proti korozi.

Tiskové informace k veletrhu Surface Technology, Hannover 2002 a Odpady, č. 2/2003. (AB)