

Casopis České vědeckotechnické společnosti — komitétu pro životní prostředí



**ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA**  
nositel Čestného uznání České vědeckotechnické společnosti

**Ročník 26**

**Číslo 1**

Redakční rada:

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) —  
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich, dipl. tech. — Doc. Ing. V. Chalupová, CSc. —  
Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubíček —  
Ing. Dr. M. Lázňovský — Doc. Ing. Dr. J. Mikula, CSc. — Ing. Dr. J. Němec,  
CSc. — Ing. L. Strach, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4.

#### OBSAH

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Hodnocení mikroklimatu pomocí indexu PMV . . . . .	1
Ing. V. Štochl, CSc., Ing. L. Šimeček, CSc.:	Odstranění olejového aerosolu z mikrovláknitých filtrů . . . . .	9
Ing. J. Novák, CSc.:	Silové působení odtrhávání víru na nekmitající válec a svazek výměníkových trubek . . . . .	13
Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Z. Ramík, CSc.:	Přenos tepla ve vertikálních a nakloněných štěrbinách . . . . .	29
Doc. Ing. J. Fehér, CSc.:	O výpočtech spotřeby energie na vykurovanie merného bytu . . . . .	39



#### CONTENTS

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Evaluation of microclimate by means of the PMV index . . . . .	1
Ing. V. Štochl, CSc., Ing. L. Šimeček, CSc.:	Oil aerosol removal from microfibrous filters . . . . .	9
Ing. J. Novák, CSc.:	Acting of the force of vortex shedding upon a non-vibrating cylinder and a tube bundle of heat exchanger . . . . .	13
Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Z. Ramík, CSc.:	Heat transfer in vertical and inclined slots . . . . .	29
Doc. Ing. J. Fehér, CSc.:	Calculation of the energy consumption for heating of a specific dwelling . . . . .	39

## СОДЕРЖАНИЕ

Доц. Инж. Д-р Л. Оппл, к.т.н.:	Оценка микроклимата с помощью индекса ПМВ . . . . .	1
Инж. В. Штохл, к.т.н., Инж. И. Шимечек, к.т.н.:	Удаление масляного аэрозоля из микроволокнистых фильтров . . . . .	9
Инж. Й. Новак, к.т.н.:	Силовое воздействие отрыва вихрей на неколеблющий- ся цилиндр и пучок труб теплообменника . . . . .	13
Инж. М. Павелек, к.т.н., Доц. Инж. З. Рамик, к.т.н.:	Теплопередача в вертикальных и наклонных щелях . . . . .	29
Доц. Инж. Ян Фегер, к.т.н.:	О расчете расхода энергии для отопления мерной квар- тиры . . . . .	39

•

## SOMMAIRE

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Appréciation d'un microclimat à l'aide de l'index PMV . . . . .	1
Ing. V. Štochl, CSc., Ing. L. Šimeček, CSc.:	Suppression d'un aérosol d'huile des filtres en microfibre . . . . .	9
Ing. J. Novák, CSc.:	Action des forces de détachement de tourbillons sur un cylindre non-oscillant et un faisceau de tuyaux d'un échangeur thermique . . . . .	13
Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Z. Ramík, CSc.:	Transmission de chaleur dans les fentes verticales et in- clinées . . . . .	29
Doc. Ing. J. Fehér, CSc.:	Calcul de la consommation d'énergie pour le chauffage logement spécifique . . . . .	39

•

## INHALT

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.:	Bewertung eines Mikroklimas mit Hilfe des Indexes PMV . . . . .	1
Ing. V. Štochl, CSc., Ing. L. Šimeček, CSc.:	Beseitigung eines Ölaerosols aus den Mikrofaserfiltern . . . . .	9
Ing. J. Novák, CSc.:	Kraftwirkung der Wirbeltrennung auf schwingungsfreien Zylinder und Wärmeaustauschrohrbündel . . . . .	13
Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Z. Ramík, CSc.:	Wärmeübertragung in den vertikalen und geneigten Spal- ten . . . . .	29
Doc. Ing. J. Fehér, CSc.:	Berechnung des Energieverbrauchs zur Heizung einer spe- zifischen Wohnung . . . . .	39

## HODNOCENÍ MIKROKLIMATU POMOCÍ INDEXU PMV

DOC. ING. DR. LADISLAV OPPL, CSc.

*Institut hygieny a epidemiologie, Praha*

Příspěvek obsahuje stanovení optimálních operativních teplot odpovídajících stavu tepelné neutrality. Pomocí rovnice pro index PMV (Predicted Mean Vote), udávající předpokládaný tepelný pocit, jsou stanoveny meze pásmu pohody a horní hranice přijatelných operativních teplot při symetrické tepelné zátěži člověka.

Recenzoval: Ing. Vladimír Bašus

Konečný návrh normy ISO DP 7730 „Mírné tepelné prostředí — Stanovení indexů PMV a PPD a specifikace podmínek tepelného komfortu“ [1] vychází z *Fangerovy metody* [2] stanovení tepelné bilance člověka a hodnocení jeho tepelných pocitů v určitém prostředí. K vyjádření tepelného stavu prostředí se v návrhu normy ISO používá tzv. *operativní teploty*, která je matematicky shodná s teplotou výslednou, jak vyplývá z rovnice

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A)t_r = \frac{\alpha_k \cdot t_a + \alpha_r \cdot t_r}{\alpha_k + \alpha_r}, \quad (1)$$

v níž  $t_o$  je operativní teplota,

$$A = \frac{\alpha_k}{\alpha_k + \alpha_r},$$

$t_a$  — teplota vzduchu,

$t_r$  — sálavá (účinná) teplota okolních ploch,

$\alpha_k$  — součinitel přestupu tepla konvekcí,

$\alpha_r$  — součinitel přestupu tepla radiací.

Operativní teplota je jednotná teplota černého (z hlediska tepelné radiace) uzavřeného prostoru, v němž by člověk sdílel stejný tok tepla radiací a konvekcí jako ve skutečném nejednotném prostředí. Při malé rychlosti vzduchu ( $<0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) a malém rozdílu účinné teploty okolních ploch a teploty vzduchu ( $<4 \text{ K}$ ), lze operativní teplotu počítat s dostatečnou přesností jako aritmetický průměr z teploty vzduchu a teploty účinné.

Účelem normy je předložit metodu předpovědi tepelného pocitu a stupně diskomfortu lidí vystavených mírným tepelným podmínkám a určit přijatelné tepelné podmínky pro komfort.

Tepelný pocit člověka závisí především na jeho tepelné rovnováze, která je ovlivněna činností (aktivitou) člověka, jeho oděvem a faktory okolního prostředí: teplotou vzduchu, účinnou teplotou okolních ploch, rychlosťí vzduchu a jeho vlhkosti. Známe-li tyto činitele, můžeme vypočítat index PMV (Predicted Mean Vote), udávající předpokládaný střední stupeň pohody podle hlasování osob provádějících experiment.

Druhý index-PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) podává informaci o tepelném diskomfortu nebo nespokojenosti předpověďí procenta osob pocítujících prostředí jako příliš teplé nebo příliš chladné. Pocit nespokojenosti může být způsoben tepelným diskomfortem celého těla. V tom případě lze komfortní limity vyjádřit indexy

PMV a PPD. Tepelnou nepohodu může však způsobovat také nežádoucí místní ohřívání nebo ochlazování části těla [3].

Operativní teplotu  $t_o$  odvodíme z rovnice tepelné rovnováhy člověka

$$\dot{q}_m (1 - \eta) - \dot{q}_{ev, ins} - \dot{q}_{ev} - \dot{q}_{res} = \dot{q}_k + \dot{q}_r \quad [W \cdot m^{-2}], \quad (2)$$

kde  $\dot{q}$  jsou tepelné toky vztázené na  $1 m^2$  plochy povrchu těla a indexy značí:  $m$  — metabolický,  $ev$ ,  $ins$  — difusi vodní páry pokožkou,  $ev$  — odpařováním potu,  $res$  — dýcháním,  $k$  — konvekci,  $r$  — radiaci.

$\eta$  je účinnost přeměny energetického výdeje člověka na mechanický výkon. Pro řadu činností člověka je  $\eta = 0$ . Podle Fangera je při chůzi rychlosť  $3,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a stoupání 5 %  $\eta = 0,1$ , práce u strojů 0 až 0,1, řezání ruční pilou 0,1 až 0,2, práce ve slévárně 0 až 0,1, přenášení pytlů o hmotnosti 50 kg 0,2, domácí práce 0 až 0,1.

Tepelné toky konvekci a sáláním prostupují oděvem, jehož tepelný odpor je  $R [W^{-1} \cdot m^2 \cdot K]$ , takže

$$\dot{q}_k + \dot{q}_r = \frac{1}{R} (t_k - t_p), \quad (3)$$

kde  $t_k$  je průměrná teplota pokožky,  
 $t_p$  — povrchová teplota oděvu.

Z rovnice (3) vyjádříme teplotu  $t_p$

$$t_p = \frac{f_0 (\alpha_k t_a + \alpha_r t_r) + \frac{1}{R} t_k}{f_0 (\alpha_k + \alpha_r) + \frac{1}{R}}, \quad (4)$$

kde  $f_0$  je poměr plochy oděněho a neoděněho člověka. Vyjádří se vztahy  
 $f_0 = 1,00 + 1,29 \cdot R$  pro  $R \leqq 0,078 \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ,  
 $f_0 = 1,05 + 0,645 \cdot R$  pro  $R > 0,078 \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}$ .

V rovnici (4) nahradíme  $\alpha_k t_a + \alpha_r t_r = (\alpha_k + \alpha_r) \cdot t_o$  podle rovnice (1). Takto upravený výraz pro  $t_p$  dosadíme do rovnice (3) a dostaneme

$$\dot{q}_k + \dot{q}_r = \frac{t_k - t_o}{R + \frac{1}{f_0 (\alpha_k + \alpha_r)}}. \quad (5)$$

Dosadíme-li za jednotlivé členy levé strany rovnice (2), dostaneme jednoduchý výraz

$$\dot{q}_k + \dot{q}_r = 0,48 \cdot \dot{q}_m + 10,5. \quad (6)$$

Při odvození jsme použili tato zjednodušení:  $\eta = 0$ , parciální tlak vodní páry ve vzduchu je  $p_a = 1168 \text{ Pa}$  ( $t_a = 20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_a = 50\%$ ).

Pro průměrnou teplotu pokožky uvádí Fanger vztah

$$t_k = 35,7 - 0,028 \dot{q}_m. \quad (7)$$

Rovnice (6) a (7) dosadíme do (5) a vyjádříme  $t_o$

$$t_o = 35,7 - 0,028 \dot{q}_m - (0,48 \dot{q}_m + 10,5) \left[ R + \frac{1}{f_0 (\alpha_k + \alpha_r)} \right]. \quad (8)$$

Za  $f_0$  dosadíme jeden z uvedených výrazů (podle hodnoty  $R$ ). Součinitel přestupu tepla  $\alpha_k$  v klidném vzduchu je

$$\alpha_k = 2,38 (t_p - t_a)^{0,25} \quad [W \cdot m^{-2} K^{-1}]$$

a v proudícím vzduchu

$$\alpha_k = 12,1 \sqrt{v_{ar}} \quad [W \cdot m^{-2} K^{-1}],$$

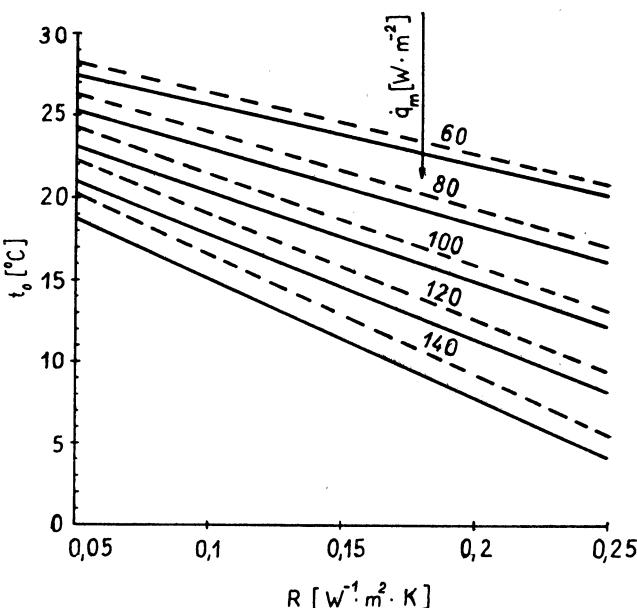
kde  $v_{ar}$  je relativní rychlosť vzduchu (vzhľadom k pohybu člověka).

Použije se výraz, ktorý dáva vyšší hodnotu.

Součinitel přestupu tepla sáláním vychází 3,96 při součiniteli sálání absolutně černého tělesa  $5,75 W \cdot m^{-2} K^{-4}$ , součiniteli poměrné absorbce 0,97 a poměru efektivní sálající plochy oblečeného člověka k celkové ploše 0,71.

Rovnici (8) lze dobře naprogramovat i na kapesních kalkulátorech o malém počtu programovacích kroků. Např. pro kalkulačku TI-55-II dostaneme pro  $\alpha_k = 3,83 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$  ( $v_{ar} = 0,1 m \cdot s^{-1}$ ) a  $R > 0,078 W^{-1} \cdot m^2 \cdot K$  tento program:

ON/C	ON/C	0
2nd	Part 2	48.2
LRN	2nd CP	00 00
35,7 — RCL 0 × 0,028		12 00
— (RCL 0 × 0,48 + 10,5)		26 00
× (RCL 1 + (RCL 1 × 5 + 8,18) 2nd 1/x) =		45 00
RST		46 00
LRN RST		48.2
$\dot{q}_m$ STO 0		$\dot{q}_m$
R STO 1		R
R/S		$t_o$



Obr. 1. Závislost operativní teploty  $t_o$ , odpovídající pocitu tepelné neutrality, na tepelném odporu oděvu  $R$  a produkci metabolického tepla  $\dot{q}_m$  při rychlosti proudění vzduchu  $0,1 m \cdot s^{-1}$  (plně vytažené čáry) a  $0,2 m \cdot s^{-1}$  (čárkované čáry)

Na obr. 1 je graf závislosti  $t_0$  na  $R$  a  $\dot{q}_m$  při  $v_{ar} = 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (plně vytažené čáry) a při  $v_{ar} = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (čárkováné čáry). Index PMV je dán rovnicí (podle [1])

$$\text{PMV} = (0,303 e^{-0,036 \cdot \dot{q}_m} + 0,028) \{ \dot{q}_m (1 - \eta) - 3,05 \cdot 10^{-3} [5733 - 6,99 \dot{q}_m (1 - \eta) - p_a] - 0,42 [\dot{q}_m (1 - \eta) - 58,15] - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \dot{q}_m (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot \dot{q}_m (34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_o (T_p^4 - T_r^4) - f_o \alpha_k (t_p - t_a) \}. \quad (9)$$

Písmenem  $T$  jsou označeny absolutní teploty.

Povrchová teplota oděvu je

$$t_p = 35,7 - 0,028 \dot{q}_m (1 - \eta) - R [3,96 \cdot 10^{-3} f_o (T_p^4 - T_r^4) + f_o \alpha_k (t_p - t_a)]. \quad (10)$$

Index PMV je odvozen pro stacionární podmínky, avšak může být přibližně použit i při málo se měnících jedné nebo více proměnných. V tom případě se použije časově váženého průměru během jednohodinové periody.

Doporučuje se používat index PMV pouze v rozmezí  $-2$  až  $+2$ . Navíc je dále při použití indexu PMV doporučeno, aby šest hlavních parametrů bylo v následujících intervalech:

$$\dot{q}_m = 58 \text{ až } 232 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$R = 0 \text{ až } 0,31 \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

$$t_a = 10 \text{ až } 30^\circ\text{C}$$

$$t_r = 10 \text{ až } 40^\circ\text{C}$$

$v_{ar} = 0 \text{ až } 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (při lehké, hlavně sedavé činnosti, může být střední rychlosť nad  $0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  pociťována jako průvan)

$$p_a = 0 \text{ až } 2700 \text{ Pa}.$$

Rovnici (9) lze řešit počítáčem. Příslušný program v jazyku Fortran je uveden v příloze normy. Může být upraven pro malé programovatelné stolní nebo kapesní počítáče.

V rovnici (9) nahradíme  $t_a$  a  $t_r$  operativní teplotou  $t_0$  a tuto teplotu vyjádříme za předpokladu, že  $\eta = 0$ ,  $t_a = 20^\circ\text{C}$  a  $p_a = 1168 \text{ Pa}$ , rovnici

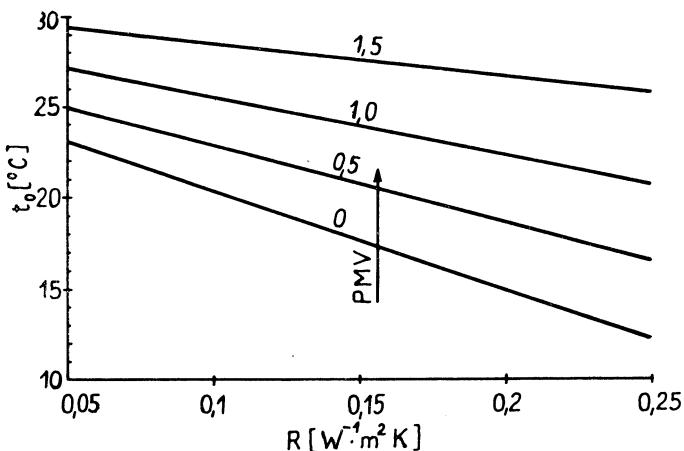
$$t_0 = \frac{\left( \frac{\text{PMV}}{0,303 \cdot e^{-0,036 \cdot \dot{q}_m} + 0,028} - 0,52 \cdot \dot{q}_m - 5,74 \right) \left[ R + \frac{1}{f_o (\alpha_k + \alpha_r)} \right] + 35,7 - 0,028 \dot{q}_m}{1 + 0,14 \left[ R + \frac{1}{f_o (\alpha_k + \alpha_r)} \right]}. \quad (11)$$

Na obr. 2 jsou vyneseny teploty  $t_0$  v závislosti na tepelném odporu oděvu  $R$  při tepelné produkci  $\dot{q}_m = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Vynesené čáry platí pro hodnoty indexu PMV 0; 0,5; 1 a 1,5. Význam jednotlivých hodnot PMV poznáme z indexu PPD, který se určí z rovnice

$$\text{PPD} = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot \text{PMV}^4 + 0,2179 \cdot \text{PMV}^2)}, \quad (12)$$

která udává procento tepelně nespokojených lidí ve velké skupině osob. Zbývající osoby skupiny se budou cítit tepelně neutrálne nebo budou vnímat prostředí jako mírně teplé či mírně chladné. Za nespokojeného je považován ten, kdo hlasuje pro stupeň | 2 | nebo | 3 |.

V tab. 1 je uvedeno rozložení individuálních tepelných pocitů podle hlasování osob vystavených různým tepelným podmínkám. Při  $\text{PMV} \pm 0,5$  je tepelně nespokojeno asi 10 %, při  $\pm 1$  je to asi 27 % nespokojených a při  $\text{PMV} = \pm 1,5$  překračuje již PPD 50 %.



Obr. 2. Operativní teploty  $t_o$  pro různé hodnoty indexu PMV při tepelné produkcii člověka  
 $\dot{q}_m = 100 \text{ W/m}^2$

Tab. 1. Rozložení individuálního tepelného pocitu vyjádřeného hlasováním pro stupně v rozmezí +2 až -2

PMV	PPD	Procento osob, které by udaly stupně		
		0 nebo	-1, 0 nebo +1	-2, -1, 0, +1 nebo +2
+2	75	5	25	70
+1	25	27	75	95
0	5	55	95	100
-1	25	27	75	95
-2	75	5	25	70

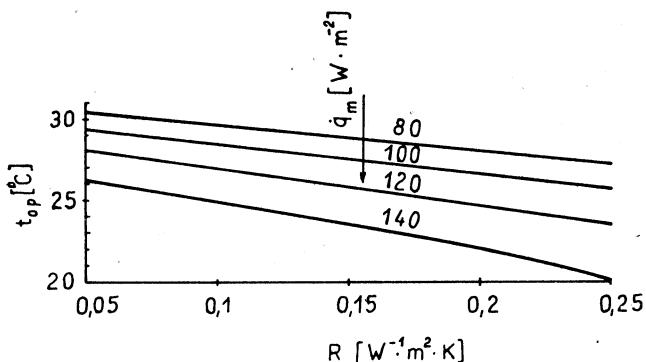
Z hlediska tepelného komfortu je doporučeno [1], aby index PPD byl  $-0,5 < \text{PMV} < +0,5$ .

Pro rozmezí pásma pohody vezmeme poloviční hodnoty odchylek teplot při  $\text{PMV} = 0,5$  oproti teplotám neutrálním. Vypočtené hodnoty rozmezí jsou uvedeny v tab. 2.

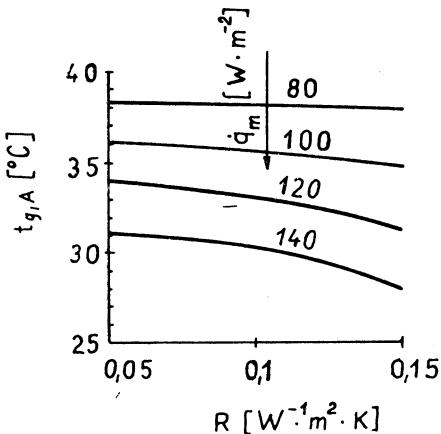
Konečně můžeme použít operativních teplot, kterým odpovídá hodnota indexu  $\text{PMV} = +1,5$ , jako horní hranici přijatelných hodnot při symetrické tepelné zátěži

Tab. 2. Přípustné odchylky od neutrální operativní teploty pro oblast tepelného komfortu

$\dot{q}_m$	$R$	0,05	0,1	0,15	0,15	0,25
80		$\pm 1,0$	$\pm 1,1$	$\pm 1,3$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$
100		$\pm 1,1$	$\pm 1,3$	$\pm 1,5$	$\pm 1,9$	$\pm 2,2$
120		$\pm 1,2$	$\pm 1,5$	$\pm 1,8$	$\pm 2,1$	$\pm 2,5$
140		$\pm 1,2$	$\pm 1,6$	$\pm 2,0$	$\pm 2,4$	$\pm 2,7$



Obr. 3. „Přijatelné“ operativní teploty  $t_{op}$  při různých hodnotách  $\dot{q}_m$



Obr. 4. Dlouhodobě únosné výsledné teploty  $t_{g,A}$  podle hygienické směrnice č. 46

člověka. Výsledek je obsažen v diagramu na obr. 3, z něhož lze odečíst „přijatelné“ operativní teploty  $t_{op}$  pro dané hodnoty  $\dot{q}_m$  a  $R$ .

Pro srovnání jsou v diagramu na obr. 4 vyneseny dlouhodobě únosné výsledné teploty  $t_{g,A}$  při relativní vlhkosti vzduchu 50 % a rychlosti  $v_{ar} = 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  podle hygienického předpisu sv. 39/1978, směrnice č. 46 o hygienických požadavcích na pracovní prostředí. Teploty  $t_{g,A}$  jsou vyšší než  $t_{op}$ , takže osoby jim vystavené budou pocítovat výrazný tepelný diskomfort.

## LITERATURA

- [1] ISO Draft Proposal DP 7730 Moderate thermal environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. 11 January 1982.
- [2] Fanger, P. O.: Thermal Comfort. Danish Technical Press. Copenhagen, 1970.
- [3] Fanger, P. O.: Local Discomfort to the Human Body Caused by Non-uniform Thermal Environments. Ann. Occup. Hyg. 20, 1977, č. 3, s. 285—291.

## ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА С ПОМОЩЬЮ ИНДЕКСА ПМВ

Доц. Инж. д-р Ladislav Oppl, к. т. н.

Статья содержит определение оптимальных эксплуатационных температур, которые отвечают состоянию тепловой нейтрализации. С помощью уравнения для индекса ПМВ (predicted mean vote) давающего предполагаемое тепловое чувство, определяются пределы комфорта и верхней границы приемлемых эксплуатационных температур при симметрической тепловой нагрузке человека.

## EVALUTION OF MICROCLIMATE BY MEANS OF THE PMV INDEX

Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.

The article consists the determination of the optimum operative temperatures conformable to the state of the temperature neutrality. Through the equation for the PMV index (predicted mean vote) indicating expected thermal feelings, limits of the comfort zone and the upper limit of the acceptable operative temperatures during the symmetrical thermal load of a man are discussed in the article.

## BEWERTUNG EINES MIKROKLIMAS MIT HILFE DES PMV - INDEXES

Doz. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.

Der Beitrag beinhaltet eine Bestimmung der dem Wärmeneutralitätszustand entsprechenden optimalen Operativtemperaturen. Mit Hilfe der Formel für den das vorausgesetzte Wärmebehagen angebenden PMV - Index (predicted mean vote) sind die Behagengrenzen und die der Operativtemperaturen annehmbaren Obergrenzen bei symmetrischer Wärmelastung des Menschen bestimmt.

## APPRECIATION D'UN MICROCLIMAT À L'AIDE DE L'INDEX PMV

Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl

L'article présenté comprend une détermination des températures opératives optimales correspondant à l'état de la neutralité de chaleur. À l'aide de la formule pour l'index PMV (predicted mean vote) donnant le confort de chaleur supposé, on détermine les limites d'une zone de confort et les limites supérieures des températures opératives acceptables à la charge de chaleur symétrique de l'homme.

### ● Radiální ventilátory do potrubí

Fa. Helios, NSR, uvedla na trh nové ventilátory pod označením RADAX. Jsou to ventilátory, které mají spojovat výhody radiálních a axiálních ventilátorů. Jde v podstatě o radiální ventilátory uložené na plocho ve čtyřhranné troubě, takže průtok jednotkou je přímý jako u axiálních ventilátorů.

Podle výrobce mají uvedené ventilátory tyto přednosti:

- lze je vestavět do potrubí jako jeho součást,
- v důsledku toho jsou nižší nároky na montáž,

- ploché uspořádání (stranový poměr 1 : 2) umožňuje i instalaci do mezikropic,
- všechny velikosti mají motory s plynule regulovatelnými otáčkami od 0 do 100 %,
- řada pokrývá objemový průtok až do 10 000 m<sup>3</sup>/h,
- kola s dopředu zahnutými lopatkami (bubnová) mají velmi dobrou účinnost a nízkou hlučnost,
- jako příslušenství se dodávají i tlumicí vložky a uzavírací klapky.

## ● K vývoji světelných zdrojů (1)

Řadu let zajímá světelné techniky otázka frekvence sítového proudu (např. ve spojitosti s miháním světla výbojových zdrojů) nebo jinak: jaká změna 50 Hz zasáhne energeticky nebo vůbec příznivě do vývoje světelných zdrojů?

Ve vývoji zářivek (Licht 1/81) se zatím zkouší frekvence 25 kHz, zvolená údajně proto, že leží za hranicí slyšitelnosti a že (jak prokázáno) další zvyšování nevede např. ke zvětšení světelného výkonu atd.

Srovnávací tabulka pro 2 zdroje — zářivky L 58 W (50 Hz) a L 50 W (25 kHz) 150 cm napovídá, že u samotného zdroje stoupne světelný výkon o 12 % a u systému (s předřadníky) o 20 %.

Předpokládá se zářivka o  $\varnothing$  26 mm s tří-složkovým luminoforem, zvýšenou frekvencí napájecího proudu (zářez bez zapalovače)

a s elektronickými předřadníky (s malými ztrátami).

Výsledkem konstrukce je energetická úspora 43 % (přičemž se neuvažují úspory vzniklé náhradou 65W zářivky 50W). Nebylo však ještě zváženo (nebo zveřejněno), že každý rekonstruovaný zdroj bude vysílačem vysokých frekvencí (sice pod kontrolovanou hranicí 30 kHz), který ve svém okolí vytvoří intenzívní pole (intenzitu poněkud zmírní umístění zdrojů navzájem podél a napříč, při kterém se budou vektorové složky navzájem omezovat), vnímané poměrně značným počtem osob a neřešeno zůstává: budou měniče umístěny centrálně pro celou nebo alespoň část soustavy a rozvod koaxiálními kably nebo místně u jednotlivých svítidel (zdrojů) — v současných technických možnostech značně hmotné zařízení.

(LOh)

Tab. I

	50 Hz	25 kHz
Jmenovitý proud	0,67 A	0,45 A
Napětí na zářivce	110 V	113 V
Příkon zdroje	58 W	50 W
Světelný tok (barva 21)	5 400 lm	5 200 lm
Světelný výkon zdroje	91 lm/W	104 lm/W
Ztráty v předřadnicích	11 W	5,5 W
Celkový příkon	69 W	55,5 W
Světelný výkon systému	78,3 lm/W	93,7 lm/W

## ● Odborná periodika z devizové oblasti

Vzhledem k tomu, že počet dovážených periodik z devizové oblasti do ČSSR rok od roku klesá, narůstá zájem o jejich vypůjčování, popřípadě zajišťování reprodukcí vybraných článků. Přinášíme proto přehled knihoven, kde dosud odebírají větší počet zahraničních časopisů z oblasti vzduchotechniky a výtápání.

Z oboru *vzduchotechniky* odebírá nejvíce časopisů ZTK při Výzkumném ústavu vzduchotechniky, Počernická 96, 108 03 Praha 10. Časopisy zapůjčuje na omezenou dobu a v případě volné kapacity rozmožovny obstarává i v omezené míře xerokopie.

Z oboru *výtápání* odebírá časopisy a zajišťuje i reprodukce ZTK o. p. ČKD Praha, u Kolbenky 159, 190 02 Praha 9.

Také velké státní knihovny mají k dispozici

středojínní časopisy ze všech oborů a vlastní i reproducční techniku. Jsou to především:

- Státní technická knihovna, nám. Dr. Vacka 2, 113 07 Praha 1
- Slovenská technická knižnica, Gottwaldovo n. 19, 800 00 Bratislava
- Státní vědecká knihovna, Veverí 95, 662 31, Brno
- Státní vědecká knihovna, Nová radnice, 728 00 Ostrava.

*Přehled zpracovávaných periodik v ČSSR* vydává a informace o službách poskytuje UVTEI, úsek vydavatelství a reprografie, Konviktská 5, 113 57 Praha 1.

*Přehled zpracovávaných periodik v NDR* v rámci ministerstva těžkého strojírenství NDR vydává a informace o službách poskytuje UTRIN, odbor 410, U Sovových mlýnů 9, 113 56 Praha 1.

(Ku)

## ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА С ПОМОЩЬЮ ИНДЕКСА ПМВ

Доц. Инж. д-р Ладислав Оппл, к. т. н.

Статья содержит определение оптимальных эксплуатационных температур, которые отвечают состоянию тепловой нейтралитации. С помощью уравнения для индекса ПМВ (predicted mean vote) давающего предполагаемое тепловое чувство, определяются пределы комфорта и верхней границы приемлемых эксплуатационных температур при симметрической тепловой нагрузке человека.

## EVALUTION OF MICROCLIMATE BY MEANS OF THE PMV INDEX

Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.

The article consists the determination of the optimum operative temperatures conformable to the state of the temperature neutrality. Through the equation for the PMV index (predicted mean vote) indicating expected thermal feelings, limits of the comfort zone and the upper limit of the acceptable operative temperatures during the symmetrical thermal load of a man are discussed in the article.

## BEWERTUNG EINES MIKROKLIMAS MIT HILFE DES PMV - INDEXES

Doz. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.

Der Beitrag beinhaltet eine Bestimmung der dem Wärmeneutralitätszustand entsprechenden optimalen Operativtemperaturen. Mit Hilfe der Formel für den das vorausgesetzte Wärmebehagen angebenden PMV - Index (predicted mean vote) sind die Behagengrenzen und die der Operativtemperaturen annehmbaren Obergrenzen bei symmetrischer Wärmelastung des Menschen bestimmt.

## APPRÉCATION D'UN MICROCLIMAT À L'AIDE DE L'INDEX PMV

Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl

L'article présenté comprend une détermination des températures opératives optimales correspondant à l'état de la neutralité de chaleur. À l'aide de la formule pour l'index PMV (predicted mean vote) donnant le confort de chaleur supposé, on détermine les limites d'une zone de confort et les limites supérieures des températures opératives acceptables à la charge de chaleur symétrique de l'homme.

### ● RADIÁLNÍ VENTILÁTORY DO POTRUBÍ

Fa. Helios, NSR, uvedla na trh nové ventilátory pod označením *RADAX*. Jsou to ventilátory, které mají spojovat výhody radiálních a axiálních ventilátorů. Jde v podstatě o radiální ventilátory uložené na plocho ve čtyřhranné troubě, takže průtok jednotkou je přímý jako u axiálních ventilátorů.

Podle výrobce mají uvedené ventilátory tyto přednosti:

- lze je vestavět do potrubí jako jeho součást,
- v důsledku toho jsou nižší nároky na montáž,

- ploché uspořádání (stranový poměr 1 : 2) umožňuje i instalaci do mezinárodních,
- všechny velikosti mají motory s plynule regulovatelnými otáčkami od 0 do 100 %,
- řada pokrývá objemový průtok až do 10 000 m<sup>3</sup>/h,
- kola s dopředu zahnutými lopatkami (bubnová) mají velmi dobrou účinnost a nízkou hlučnost,
- jako příslušenství se dodávají i tlumící vložky a uzavírací klapky.

## ● K vývoji světelných zdrojů (1)

Řadu let zajímá světelné techniky otázka frekvence sítového proudu (např. ve spojitosti s mísáním světla výbojových zdrojů) nebo jinak: jaká změna 50 Hz zasáhne energeticky nebo vůbec příznivě do vývoje světelných zdrojů?

Ve vývoji zářivek (Licht 1/81) se zatím zkouší frekvence 25 kHz, zvolená údajně proto, že leží za hranicí slyšitelnosti a že (jak prokázalo) další zvyšování nevede např. ke zvětšení světelného výkonu atd.

Srovnávací tabulka pro 2 zdroje — zářivky L 58 W (50 Hz) a L 50 W (25 kHz) 150 cm napovídá, že u samotného zdroje stoupne světelný výkon o 12 % a u systému (s předřadníky) o 20 %.

Předpokládá se zářivka o  $\varnothing$  26 mm s tří-složkovým luminoforem, zvýšenou frekvencí napájecího proudu (zářebe bez zapalovače)

a s elektronickými předřadníky (s malými ztrátami).

Výsledkem konstrukce je energetická úspora 43 % (přičemž se neuvažují úspory vzniklé náhradou 65W zářivky 50W). Nebylo však ještě zváženo (nebo zveřejněno), že každý rekonstruovaný zdroj bude vysílačem vysokých frekvencí (sice pod kontrolovanou hranicí 30 kHz), který ve svém okolí vytváří intenzívní pole (intenzitu poněkud zmírní umístění zdrojů navzájem podél a napříč, při kterém se budou vektorové složky navzájem omezovat), vnímané poměrně značným počtem osob a neřešeno zůstává: budou měniče umístěny centrálně pro celou nebo alespoň část soustavy a rozvod koaxiálními kably nebo místně u jednotlivých svítidel (zdrojů) — v současných technických možnostech značně hmotné zařízení.

(LCh)

Tab. I

	50 Hz	25 kHz
Jmenovitý proud	0,67 A	0,45 A
Napětí na zářivce	110 V	113 V
Příkon zdroje	58 W	50 W
Světelný tok (barva 21)	5 400 lm	5 200 lm
Světelný výkon zdroje	91 lm/W	104 lm/W
Ztráty v předřadnicích	11 W	5,5 W
Celkový příkon	69 W	55,5 W
Světelný výkon systému	78,3 lm/W	93,7 lm/W

## ● Odborná periodika z devizové oblasti

Vzhledem k tomu, že počet dovážených periodik z devizové oblasti do ČSSR rok od roku klesá, narůstá zájem o jejich vypújčování, popřípadě zajišťování reprodukcí vybraných článků. Přinášíme proto přehled knihoven, kde dosud odebírají větší počet zahraničních časopisů z oblasti vzduchotechniky a vytápění.

Z oboru vzduchotechniky odebírá nejvíce časopisy ZTK při Výzkumném ústavu vzduchotechniky, Počernická 96, 108 03 Praha 10. Časopisy zapůjčuje na omezenou dobu a v případě volné kapacity rozmnožovny obstarává i v omezené míře xerokopie.

Z oboru vytápění odebírá časopisy a zajišťuje i reprodukce ZTK o. p. ČKD Praha, u Kolbenky 159, 190 02 Praha 9.

Také velké státní knihovny mají k dispozici

stěžejní časopisy ze všech oborů a vlastní i reproducční techniku. Jsou to především:  
— Státní technická knihovna, nám. Dr. Vacka 2, 113 07 Praha 1  
— Slovenská technická knižnice, Gottwaldovo n. 19, 800 00 Bratislava  
— Státní vědecká knihovna, Veveří 95, 662 31, Brno  
— Státní vědecká knihovna, Nová radnice, 728 00 Ostrava.

*Přehled zpracovávaných periodik v ČSSR* vydává a informace o službách poskytuje ÚVTEI, úsek vydavatelství a reprografie, Konviktská 5, 113 57 Praha 1.

*Přehled zpracovávaných periodik v NDR* v rámci ministerstva těžkého strojírenství NDR vydává a informace o službách poskytuje UTRIN, odbor 410, U Sovových mlýnů 9, 113 56 Praha 1.

(Ku)

# ODSTRANĚNÍ OLEJOVÉHO AEROSOLU Z MIKROVLÁKNITÝCH FILTRŮ

ING. VÁCLAV ŠTOCHL, CSc., ING. JAROSLAV ŠIMEČEK, CSc.

*Institut hygieny a epidemiologie, Praha*

Při provozu pneumatických náradí v dolech, strojírenských závodech apod. vniká často do pracovního ovzduší olej ve formě jemného aerosolu. Pro stanovení koncentrace oleje v ovzduší byla již dříve vypracována hmotnostní metoda s použitím membránových filtrů, spočívající v dokonalém odstranění oleje z odebraného vzorku trojnásobnou extrakcí filtru v petroleu. Předložená práce se zabývá aplikací této metody na analytické filtry z organických mikrovláken AFPC.

*Recenzovala: RNDr. Běla Stárková, CSc.*

## 1. ÚVOD

Při provozu důlních mechanismů jako vrtacích kladiv a jiných pneumatických úderných nástrojů, mazaných různými typy olejovačů znečištuje ovzduší vedle hlavní škodliviny — prachu také jemně dispergovaný olejový aerosol [1]. Přítomnost oleje v pracovním ovzduší byla prokázána také v některých strojírenských provozech [2]. Problematikou olejového aerosolu se zabývali ve VVUÚ, Ostravě-Radvanicích [3], kde byly zkoušeny různé typy olejovačů u vrtacích kladiv a navrženy různé způsoby zachycování olejového aerosolu. Před časem byla v IHE (Praha) vyvinuta metoda stanovení koncentrace olejového aerosolu na základě vhodné extrakce membránových filtrů typu SYNPOR (Synthesia, Uhříněves) petroletem [4—6]. Disperzita aerosolu byla zjišťována mikroskopickou metodou a pomocí dvoustupňového prachoměru DP-20. Cílem této práce je ověření uvedené extrakční metody pro použití mikrovláknitých filtrů typu AFPC (Slovenské lučobně závody, n. p., Hnúšťa-Likier) při odběru vzorků prašného a olejového aerosolu v důlním ovzduší.

## 2. POSTUP A VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Jemné kapky olejového aerosolu, rozprášeného v důlním ovzduší, se při měření prašnosti ovzduší zachycují spolu s pevnými prachovými částicemi na použitém filtru. Extrakci oleje z filtru petroletem lze hmotnostně zjistit podíl olejového a prašného aerosolu v ovzduší. Bylo nutno zjistit, zda dříve popsaný způsob trojnásobné extrakce petroletem vyhovuje také pro mikrovláknité filtry AFPC (průměr 35 mm), tj. nastává-li kvantitativní odstranění oleje a nedochází-li k odplavování pevných prachových částic z povrchu filtru rozpouštědlem.

Byly sledovány tyto otázky:

- způsob vysoušení mikrovláknitých filtrů před měřením,
- vliv extrakce na čisté, nekontaminované filtry,
- extrakce oleje bez prachu,
- extrakce směsi oleje a prachu.

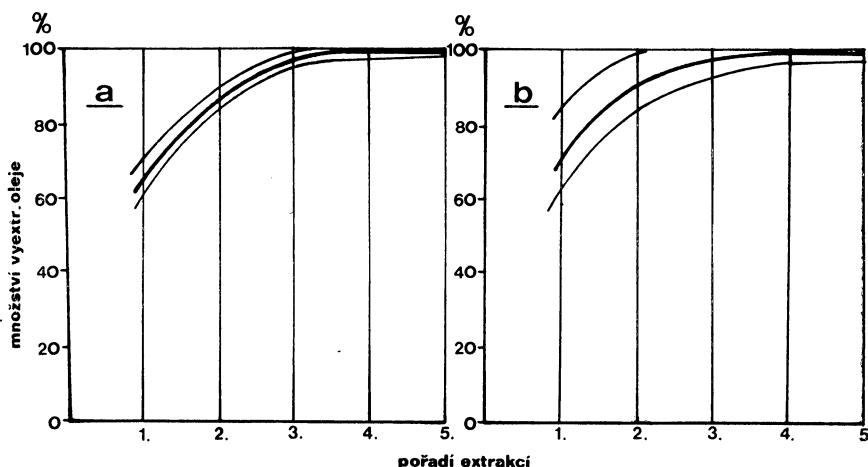
Pro každou zkoušku bylo použito sady pěti filtrů.

- Při sušení předem zvážených filtrů v exsikátoru se silikagelem po dobu čtyř

hodin činily střední odchylky od původní hmotnosti  $\pm 0,20\%$ . Vzhledem k nízkým hmotnostním změnám je doba sušení 4—6 hodin postačující.

b) Čisté mikrovláknité filtry byly extrahovány několikanásobně petroléterem a sledovaly se změny jejich původní hmotnosti. Po extrakci činily střední odchylky od původní hmotnosti  $\pm 0,17\%$ , při maximální odchylce  $0,35\%$ . Možno tedy říci, že extrakce nemá vliv na hmotu filtru.

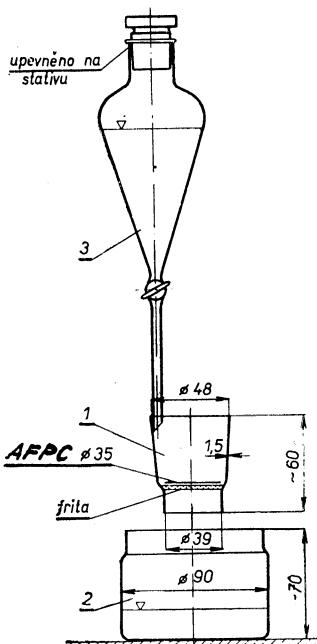
c) Na předeš zvážené mikrovláknité filtry jsme pomocí rozprašovače (fixírky) nastříkali v jemných kapičkách na povrch filtru olej M 6 a vážením zjistili navážky oleje na jednotlivých filtrech. Po každé z pěti provedených extrakcí petroléterem bylo zjištováno hmotnostní množství odstraněného oleje. Výsledky jsou znázorněny



Obr. 1. Závislost množství celkem vyextrahovaného oleje v % na počtu provedených extrakcí  
(a — olej bez pevných příměsí, b — směs prachu a oleje)

na obr. 1a. Při prvé extrakci se odstranilo 80,7—84,4 % (středně 82,49 %) z celkového množství oleje, při druhé extrakci 93,3—94,3 % (středně 93,81 %) a při třetí extrakci 97,2—98,9 % (středně 98,24 %) oleje. Veškerý olej se nepodařilo odstranit ani čtvrtou a pátkou extrakcí. Zbytek oleje 1,8 % po třetí extrakci lze však již zanedbat.

d) Mikrovláknité filtry jsme uměle zaprášili křemenným prachem a zjistili jeho navážky (4—6 mg). Poté byly filtry opět postříkány olejovým aerosolem a sledovány hmotnostní úbytky filtrů po trojnásobné postupné extrakci petroléterem. Aby nedocházelo k odplavování prachových částeček z povrchu filtru, bylo použito extrakční zařízení na obr. 2. Aparatura sestává ze tří nádobek: nádobky 1 s fritou, na níž je uložen čistou stranou dolů filtr, a v níž probíhá vlastní extrakce, nádobky 2, do níž se zachycuje petroléter po extrakci, znečištěný olejem a vytékající z nádobky 1 a nádobky 3, z níž se čistý petroléter vypouští po stěně nádobky 1, a to jen v takovém množství (asi 1 ml), aby došlo k dokonalému smočení celé frity a celého filtru. Po každé extrakci bylo provedeno vážení za účelem zjištění hmotnostního úbytku extrahovaného oleje. Po prvé extrakci se odstranilo 80,7—92,5 % (středně 85,44 %) oleje, po druhé extrakci 92,0—99,6 % (středně 95,58 %) oleje a po třetí extrakci 95,7—99,8 % (středně 98,32 %) oleje. Získané výsledky jsou znázorněny na obr. 1b.



Obr. 2. Schéma zařízení pro extrakci oleje z filtrů

Výsledné hmotnosti vyextrahovaných filtrů s prachem byly po třetí extrakci téměř shodné s původními hodnotami před extrakcí; nedošlo tedy k podstatnému odplavení prachových částic z povrchu filtru. Je zajímavé, že extrakce oleje z filtrů v přítomnosti prachových částic probíhá poněkud rychleji, než extrakce samotného oleje z filtru.

Popsaná metoda může být použita pro stanovení koncentrace olejového aerosolu nebo stanovení obsahu oleje v celkovém vzorku. Trojnásobná extrakce filtrů v petroleáteru je tedy při chybě stanovení uvedených veličin pod 3 % dostačující.

### 3. ZÁVĚR

Bylo ověřeno použití dříve popsané metody odstranění olejového aerosolu z filtrů jejich extrakcí v petroleáteru při použití mikrovláknitých filtrů AFPC k měření prašnosti. Po trojnásobné extrakci tímto rozpouštědlem nedochází při dodržování správného postupu k odplavování pevných prachových částic z povrchu filtrů a extrakce oleje probíhá kvantitativně téměř stoprocentně.

### LITERATURA

- [1] Kubálek, J.: Olejový aerosol v důlním ovzduší. Rudy 15 (1967), 2: s. 62—63.
- [2] Kočka, L.: Olejový aerosol v ovzduší pracovišť strojírenských závodů a rudných dolů. Zdravotní technika a vzduchotechnika 8 (1965), 2: s. 75—80.
- [3] Opatření ke snížení koncentrace olejového aerosolu v důlním ovzduší a výzkum zařízení

k zachycení olejových aerosolů z pneumatických vrtacích kladiv. Závěr. zprávy VVUÚ Ostrava-Radvanice č. 6514 (1965) a č. C-11-20-5/10 (1967).

[4] Šimeček, J.: Výzkum vzniku aerosolů při provozu pneumatických úderných nástrojů. Dílčí zpráva úkolu Ex-35-6/71. IHE-Praha, 1971.

[5] Šimeček, J.: Stanovení koncentrace a disperzity olejového aerosolu. Zdravotní technika a vzduchotechnika 15 (1972), 5: s. 213—221.

[6] Šimeček, J.: Bestimmung der Ölkonzentration durch Extraktion von Membranfiltern im Petroläther. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Arbeitshygiene 7 (1972), 11: s. 326—328.

## УДАЛЕНИЕ МАСЛЯНОГО АЭРОЗОЛЯ ИЗ МИКРОВОЛОКНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ

Инж. Вацлав Штодхл, к. т. н.

Инж. Ярослав Шимечек, к. т. н.

При эксплуатации пневматических инструментов<sup>1</sup> на шахтах, машиностроительных заводах и т. д. проникает в рабочую среду часто масло в форме тонкого аэрозоля. Для определения концентрации масла в воздухе был уже раньше разработан весовой метод, основанный на полном удалении масла из отобранного образца тройной экстракцией фильтра в петролэфире. В статье описывается применение этого метода для аналитических фильтров из органических микроволокон АФПЦ.

## OIL AEROSOL REMOVAL FROM MICROFIBROUS FILTERS

Ing. Václav Štochl, CSc.

Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

During operation of pneumatic tools in mines, engineering works and so on, oil penetrates often in a form of fine aerosol into working atmosphere. Weight method based on thorough oil removal from the taken sample by triple filter extraction in petroleum ether has been developed already earlier. Application of this method on analytical filters from organic microfibres AFPC is discussed in the article.

## BESEITIGUNG EINES ÖLAEROSOLS AUS DEN MIKROFASERFILTERN

Ing. Václav Štochl, CSc.

Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

Bei einem Betrieb der pneumatischen Werkzeuge in den Gruben, Maschinenbaufabriken und dergleichen dringt das Öl in Form von feinem Aerosol oft in die Arbeitsatmosphäre ein. Für die Bestimmung der Ölkonzentration in der Atmosphäre wurde die auf vollkommenen Ölbesetzung aus einer abgenommenen Probe mit Hilfe der dreifachen Filterextraktion im Petroläther beruhende Gewichtsmethode mit Benutzung der Membranfilter schon früher ausgearbeitet. Die vorgelegte Arbeit befasst sich mit Applikation dieser Methode auf die analytischen Filter aus organischen Mikrofasern AFPC.

## SUPPRESSION D'UN AÉROSOL D'HUILE DES FILTRES EN MICROFIBRE

Ing. Václav Štochl, CSc.

Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

Au cours d'une marche des outillages pneumatiques dans les mines, les usines de mécanique et ainsi de suite, l'huile en forme d'un aérosol fin pénètre dans l'atmosphère de travail souvent. Pour la détermination de la concentration de l'huile dans l'atmosphère, la méthode par poids utilisant les filtres à membrane et se fondant sur la suppression complète de l'huile d'un échantillon prélevé à l'aide de l'extraction triple d'un filtre dans l'éther de pétrole était élaborée depuis longtemps. Le travail présenté s'occupe de l'application de cette méthode aux filtres analytiques en microfibres organiques AFPC.

# SILOVÉ PŮSOBENÍ ODTRHÁVÁNÍ VÍRŮ NA NEKMITAJÍCÍ VÁLEC A SVAZEK VÝMĚNÍKOVÝCH TRUBEK

ING. JOSEF NOVÁK, CSc.

*SVÚSS Praha-Běchovice*

Tento článek, určený konstruktérům vzduchotechnických zařízení, pojednává o vzniku a odhadu velikosti vztlaku a odporu působících na válcové těleso a svazek trubek při periodickém odtrhávání vírů.

*Recenzoval: ing. Vlastimil Svoboda, CSc.*

## SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ

$a$	— průměr válce resp. charakteristický rozměr tělesa,
$L$	— délka tělesa,
$\rho$	— hustota tekutiny,
$U$	— přítoková rychlosť tekutiny resp. relativní rychlosť tělesa vůči tekutině daleko před ním,
$f_s$	— frekvence odtrhávání vírů od nekmitajícího tělesa, tj. Strouhalova frekvence,
$S = f_s a/U$	— Strouhalovo číslo,
$Re = Ua/\nu$	— Reynoldsovo číslo,
$\nu$	— kinematická viskozita tekutiny,
$t$	— čas, stáří vírů,
$F_L(t)$	— vztlak na válec,
$F_D(t)$	— odpor působící na válec,
$C_L(t)$	— součinitel vztlaku,
$C_D(t)$	— součinitel odporu,
$C_L$	— amplituda součinitele vztlaku,
$C_D$	— součinitel středního odporu,
$\Delta C_D$	— součinitel amplitudy pulsující složky odporu,
$l$	— podélná rozteč vírů,
$h$	— příčná rozteč vírů,
$\Gamma$	— cirkulace (intenzita) víru,
$u$	— postupná rychlosť víru vzhledem k tekutině daleko před tělesem,
$C, M$	— indexy,
$v_r$	— obvodová rychlosť víru,
$r$	— vzdálenost od středu víru,
$r^*$	— poloměr jádra viskózního víru,
$r_*, r_t$	— charakteristické poloměry u turbulentního víru,
$U_{red}$	— střední rychlosť tekutiny v nejužší mezeře mezi trubkami ve svazku,
$l_o$	— příčná a podélná rozteč trubek ve svazku.

## 1. ÚVOD

Je známou skutečností, že tělesa ponořená do proudu tekutiny nebo se pohybující klidnou tekutinou jsou často buzena ke kmitání silami, které jsou v tomto proudu produkovaný. Toto kmitání snižuje životnost zařízení a někdy vede i k jeho rychlé havárii. Proto je třeba se jím zabývat.

Ze zařízení nebo jeho součástí, kterých se tento jev týká, jmenujme alespoň svazky trubek výměníků tepla, teploměrné jímky, různé držáky a mříže v potrubí a ve vstup-

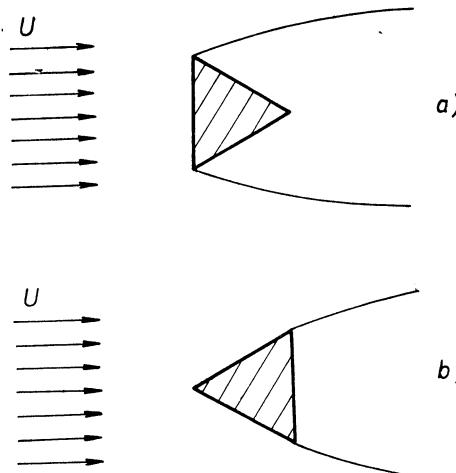
ních hrdlech kompresorů a ventilátorů a venkovní vzduchovody či plynovody vystavěné větru.

Příčinami uvažovaných proudových sil budících kmitání jsou obvykle turbulence proudu a odtrhávání vírů od těles. Nebezpečnějším z těchto jevů se však jeví odtrhávání, a to proto, že na rozdíl od turbulence probíhá na jedné frekvenci nebo těsně kolem jedné frekvence. Při tomto jevu vznikají dvě síly, které působí na dané těleso, a to vztlak a odporník. Jejich proměnlivé složky však mají různou intenzitu. Vztlak působí na těleso ve směru kolmém na proud a pulsuje s frekvencí uvažovaného odtrhávání. Odporník pak pulsuje s frekvencí dvojnásobnou, a to podél směru proudu. Je-li průřez tělesa souměrný ke směru přítokového proudu, jak je tomu např. u kruhového válce nebo kruhového kuželeta, pulsuje vztlak kolem nuly. Pulsace odporníku probíhají však vždy kolem určité střední hodnoty.

Jeví-li se tedy tyto síly, nebo alespoň uvažovaný vztlak, tak intenzivní příčinou kmitání tělesa, budeme se v tomto článku zabývat jimi. Současně s tím však pojednáme o podmínkách jejich vzniku a příslušné výrovné cestě. Vzorce pro jejich výpočet uvedeme v tomto článku, ale jen pro případ nekmitajícího tělesa válcového tvaru s kruhovým průřezem. Kmitajícím případem se pak budeme zabývat v příštím článku. Důvodem k tomuto rozdělení látky je odlišné chování sil v těchto případech. Přitom pro válcové těleso kruhového průřezu jsme se rozhodli proto, že je nejlépe prozkoumáno a je častým konstrukčním prvkem.

## 2. PRODUKCE VZTLAKU A ÚLOHA REYNOLDOVA ČÍSLA PŘI ODTRHÁVÁNÍ VÍRŮ

Uvažovaný vztlak a odporník, produkovaný příslušným odtrháváním vírů, jsou jistě důsledkem rozdělení tlaku na povrchu tělesa při tomto jevu. Ukažme si to na příkladě trojbokého hranolu, jehož průřez je pro jednoduchost tvořen rovnostranným trojúhelníkem. Nechť toto těleso je umístěno napříč rovnoměrného proudu tekutiny tak, že jedna jeho povrchová plocha je natočena kolmo proti proudu (obr. 1a). Tehdy jedna



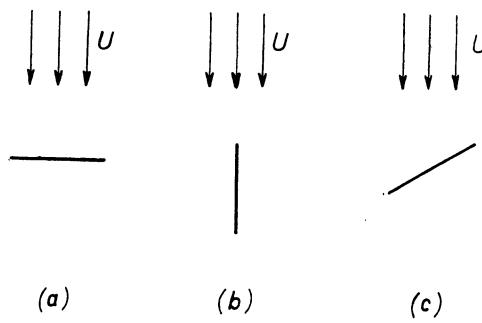
Obr. 1. Polohy trojbokého hranolu v příčném proudu tekutiny

jeho hrana se nachází na náběžné straně a místo odtrhávání proudu je dáno bočními hranami, které jsou vpředu. Budeme-li podle zvyku části tělesa za místem odtržení proudu říkat „zadní část tělesa“, pak celý takto postavený hranol je z aerodynamického (hydrodynamického) hlediska tvořen svou „zadní částí“, na které se uplatňují důsledky právě uvažovaného odtrhávání proudu. Odtržený proud, přesněji řečeno jeho třetí vrstvy, se střídavě na každém boku tělesa začnou svinovat ve víry, které po svém dotvoření se od tělesa oddělí a odplují po proudu. Protože tento jev tvoření vírů se periodicky opakuje za oběma boky tělesa, vznikne šachovnicově uspořádaná vírová cesta, která spolu s oblastí uvažovaného formování vírů tvoří vírový úplav tělesa. Tělesu s odtrháváním proudu říkáme pak neaerodynamické nebo též neúplně obtékané těleso. Obtékanou částí tohoto tělesa, tj. částí s přilehlým prouděním je pak přední část před bodem odtržení proudu.

Uvažovaný hranol v uvažované poloze má tedy maximální zadní část, na které se maximálně projevuje příčný silový účinek odtrhávání vírů, tj. vznik vztlaku na těleso. Jestliže bychom však tento hranol natočili proti proudu jeho hranou a na úběžnou stranu dali kolmo jeho protilehlou stěnu (*obr. 1b*), pak by se proud od takto postaveného hranolu odtrhával opět od bočních hran, ale těleso by nemělo žádnou „zadní část“, ale jen zadní kolmou stěnu. Na toto těleso by tedy odtrhávání víru nedalo v příčném směru vůbec žádnou silovou výslednici, nevznikl by žádný vztlak.

V obou uvedených případech by však vznikl odpor působící na těleso.

Kdybychom na rozdíl od předešléjícího případu uvažovali velmi slabou (teoreticky nekonečně tenkou) rovnou desku, postavenou kolmo na proud (*obr. 2a*), pak



Obr. 2. Polohy rovné desky v příčném proudu tekutiny

by na ní působil jen odpor. Při její poloze v rovině proudu (*obr. 2b*) působila by na ní jen podélná třecí síla. Vztlak i odpor při odtrhávání vírů by však u této desky vznikl při její šikmé poloze podle *obr. 2c*.

Shrneme-li tedy, pak ke vzniku vztlaku — příčné síly — na těleso v důsledku periodického odtrhávání je zapotřebí, aby toto těleso mělo svou „zadní část“ [1]. Ke vzniku odporu však stačí jen zadní stěna tělesa.

U tělesa, jehož povrch je tvořen plynule zakřivenou plochou, závisí místo odtrhávání proudu a tím i vlastní počátek oblasti formování vírů na Reynoldsově čísle  $Re = Ua/\nu$ . Toto je také jedna z cest, po které se uplatňuje vliv tohoto na uvažovaný vztlak a odpor.

$V Re$  pak značí:

$U$  — přítokovou rychlosť proudu resp. relativnú rychlosť tělesa vůči tekutině daleko před ním,  
 $a$  — charakteristický rozměr profilu tělesa, obvykle čelní, u kruhového válce průměr,  
 $\nu$  — kinematickou viskozitu tekutiny.

Je zvykem jmenovaný vztlak  $F_L(t)$  a odpor  $F_D(t)$  vyjádřit formou

$$F_L(t) = \frac{1}{2} \varrho U^2 a L C_L(t), \quad (1)$$

$$F_D(t) = \frac{1}{2} \varrho U^2 a L C_D(t), \quad (2)$$

tj. nechat je reprezentovať bezrozměrnými součiniteli  $C_L(t)$  a  $C_D(t)$ .

Přitom je  $\varrho$  — hustota tekutiny,  
 $L$  — délka tělesa,  
 $t$  — čas.

U tělesa obecného průřezu jsou pak součinitelé  $C_L(t)$  a  $C_D(t)$  složeni ze svých středních hodnot a pulsujících částí. U kruhového válce má vztlak jen pulsující složku. V případě odporu vyjadřujeme součinitele  $C_D(t)$  formou

$$C_D(t) = C_D + \Delta C_D(t), \quad (3)$$

kde je  $C_D$  — střední hodnota,  
 $\Delta C_D(t)$  — pulsující složka.

Poznamenali jsme, že vztlak má frekvenci odtrhávání víru. Za tuto frekvenci však považujeme jen frekvenci odtrhávání od jednoho boku tělesa. Této veličině v případě nekmitajícího tělesa pak říkáme frekvence Strouhalova a označujeme ji symbolem  $f_s$ . Pro bezrozměrnou formu této frekvence se zavedlo známé Strouhalovo číslo

$$S = f_s a / U. \quad (4)$$

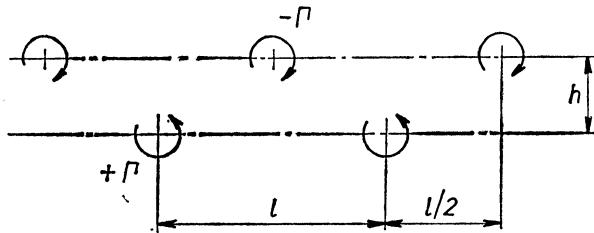
U nekmitajícího kruhového válce při nižších Reynoldsových číslech lze  $C_L(t)$  a  $\Delta C_D(t)$  vyjádřit formou

$$C_L(t) = C_L \sin 2\pi f_s t, \quad (5)$$

$$\Delta C_D(t) = \Delta C_D \sin 4\pi f_s t, \quad (6)$$

kde je  $C_L$  — amplituda součinitele vztlaku,  
 $\Delta C_D$  — amplituda součinitele pulsující složky odporu.

Poznamenali jsme také, že poloha místa odtrhávání proudu, resp. mezní vrstvy od kruhového válce, závisí na Reynoldsově čísle  $Re$ . Bude tedy jistě účelné stručně popsat odtrhávání proudu a tvoření vírové cesty za tímto tělesem v závislosti na tomto čísle  $Re$ . Tak při velmi malých  $Re$  je kruhový válec v příčném laminárním proudu obtékán úplně. Netvoří se tedy žádná úplavová oblast za tělesem. Proud je deformován jen mezními vrstvami splývajícími z boků válce. Při vzrůstu  $Re$  asi na 5 dojde však již k odtržení mezních vrstev od tělesa. Tyto dvě vrstvy se svinují nejdřív do dvou poměrně souměrných víru přilnutých k zadní části tělesa. Tak jak  $Re$  dále roste, tyto víry se deformují a prodlužují směrem po proudu. Přitom se jeden zvětšuje rychleji než druhý, až tato asymetrie přejde na střídavé tvoření a oddělování víru od boků válce a jejich odplouvání po proudu. Tak vznikne vírová cesta. To začíná při  $Re$  asi 40 až 50. Mezi touto velikostí  $Re$  a hodnotou asi 125 až 150 mají odtrže-



Obr. 3. Schéma Kármánova teoretického modelu vírové cesty

né víry poměrně pravidelný tvar, vzniklá vírová cesta je periodická v čase a prostoru a je nejpodobnější známému Kármánovu teoretickému modelu, složenému podle obr. 3 ze dvou nekonečně dlouhých rovnoběžných řad přímočarých potencionálních vírů o nekonečně velkém příčném rozpětí. V těchto řadách mají víry konstantní podélnou rozteč  $l$  po proudu a stejnou cirkulaci  $\Gamma$  lišící se u řad jen znaménkem. Teoretický poměr příčné  $h$  a uvažované podélné rozteče  $l$  je podle Kármána

$$h/l \doteq 0,280\ 55 \quad (7)$$

a je to podmínka stability tohoto modelu. Postupná rychlosť středu vírů v tomto modelu vůči tekutině v nekonečnu, tedy rychlosť celé vírové cesty, je pak dána vzorcem

$$u = \frac{\Gamma}{2l} \tgh \frac{\pi h}{l}. \quad (8)$$

Uvážíme-li, že hořejší poměr  $h/l$  je řešením rovnice

$$\cosh \frac{\pi h}{l} = \sqrt{2}, \quad (9)$$

je předcházející rychlosť

$$u = \frac{\Gamma}{2l\sqrt{2}}. \quad (10)$$

Aproximujeme-li nyní proudění ve vírovém úplavu za válcem předcházejícím Kármánovým modelem, vychází pro střední součinitel odporu  $C_D$  podle Kármánovy [2] analýzy vzorec

$$C_D = \frac{\Gamma}{Ua} \left[ \frac{\Gamma}{\pi Ua} + 2 \left( 2 \frac{fl}{U} - 1 \right) \frac{h}{a} \right] \frac{a}{l}, \quad (11)$$

který lze též uvážit ve tvaru

$$C_D = \frac{h}{a} \left[ 2 \frac{\Gamma}{Ul} - \frac{h}{l} \left( \frac{\Gamma}{Ul} \right)^2 \right] \quad (12)$$

nebo ve tvaru

$$C_D = 4 \left[ \frac{u}{U} \left( 1 - 2 \frac{u}{U} \right) \frac{h}{l} \sqrt{2} + \frac{2}{\pi} \left( \frac{u}{U} \right)^2 \right] \frac{l}{a} \quad (13)$$

a pro amplitudu součinitele vztlaku  $C_L$  vzorec [3]

$$C_L = \frac{1}{2} \frac{\Gamma}{Ua} \left( 3 \frac{fl}{U} - 2 \right), \quad (14)$$

který lze též uvážit ve tvaru

$$C_L = \frac{1}{2} \frac{l}{a} \frac{\Gamma}{Ul} \left( 1 - \frac{3}{2\sqrt{2}} \frac{\Gamma}{Ul} \right) \quad (15)$$

nebo ve tvaru

$$C_L = \sqrt{2} \frac{u}{U} \left( 1 - 3 \frac{u}{U} \right) \frac{l}{a}. \quad (16)$$

K těmto vzorcům pro amplitudu součinitele vztlaku lze pak připojit i vzorec *Chenův* [4]

$$C_{Lm} = \frac{1}{2} \frac{l}{a} \left( \frac{\Gamma}{Ul} \right)^2 \quad (17)$$

a *Chaplinův* [4]

$$C_{LC} = \frac{l}{a} \frac{\Gamma}{Ul} \left( 1 - \frac{1}{2\sqrt{2}} \frac{\Gamma}{Ul} \right), \quad (18)$$

který vznikl opravením předcházejícího Chenova vzorce.

Aplikace vzorců (11) až (18) tedy předpokládá, že podobně jako u Kármánova modelu, je i ve skutečnosti  $h/l = \text{konst.}$ , resp.  $h = \text{konst}$  a  $l = \text{konst}$  po proudu, a že se zanedbává viskozita tekutiny a postupná turbulizace vírové cesty. Z těchto předpokladů je však u skutečné vírové cesty splněn jen předpoklad  $l = \text{konst.}$  Příčná rozteč víru  $h$  se po proudu mění. Vliv viskozity lze v Kármánově modelu postihnout dosazením viskózních vírů, u nichž obvodová rychlosť  $v_r$  je dána vzorcem

$$v_r = \frac{\Gamma}{2\pi r} \left[ 1 - \exp \left( -1,26 \frac{r^2}{r_*^2} \right) \right] \quad (19)$$

a jejichž jádro má poloměr

$$r_* = \sqrt{5,04 \nu t}, \quad (20)$$

který je definován místem maximální rychlosti  $v_{r,\max}$  (obr. 4).

V těchto vzorcích je

$r$  — vzdálenost od středu víru,

$t$  — stáří či doba života víru,

$\nu$  — viskozita tekutiny,

$\Gamma$  — celková cirkulace víru.

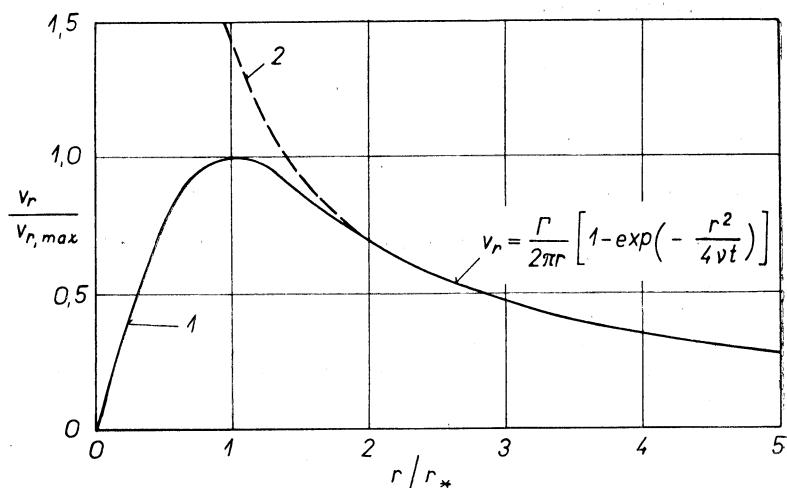
Jestliže se do obr. 4 vynese také průběh obvodové rychlosti izolovaného potenciálního víru

$$v_{r,pot} = \frac{\Gamma}{2\pi r}, \quad (21)$$

ukáže se, že vně jádra se  $v_r$  viskózního víru shoduje s  $v_{r,pot}$ , tj. viskózní vír se v této části chová jako vír potenciální. To pak vede k tomu, že v Kármánově modelu se

nemusejí všechny potenciální víry nahrazovat viskozními víry, ale nahrazení stačí provést jen v okolí místa pozorování.

Ovšem ve skutečné vírově cestě se víry chovají podle (19) jen při malých Reynoldsových číslech  $Re$ . S růstem tohoto čísla dochází totiž k postupné turbulizaci mezní vrstvy na válci a proudění v blízkém úplavu a rovněž růst turbulizace probíhá



Obr. 4. Obvodová rychlosť izolovaného víru  $v_r$  (1 — viskozní vír, 2 — potenciální vír)

v úplavu směrem po proudu. S rostoucím  $Re$  roste také intenzita interakce jader viskozních vírů s válcem a mezi sebou. Tyto okolnosti vedou k tomu, že s růstem  $Re$  se ztrácí postupně pravidelnost tvoření vírů a stabilita vírové cesty. Vírová cesta za válcem není tedy po své celé délce stabilní. Délka stabilního úseku — oblasti této cesty se s růstem  $Re$  zkracuje při současném zkracování délky oblasti formování vírů. Existence regulární vírové cesty byla např. při pokusech [5] konstatována do  $Re \approx 125$ . Růst intenzity turbulence ve vírovém úplavu rovněž znesnadňuje identifikaci periodicity úplavu. Tuto vlastnost se zatím podařilo objevit asi do  $Re \approx 2 \cdot 10^7$ , a to u válce hladkého a za předpokladu nízké hladiny turbulence přítokového proudu. Přitom bylo ovšem pozorováno, že i při nižší hodnotě  $Re$ , než je předcházející mez, uvažovaná periodicitu může přechodně vymizet.

Tedy při vyšších  $Re$  má proudění ve vírové cestě za kruhovým válcem charakter turbulentního proudění. *Bloor a Gerrard* [6] zkoumali zde víry pomocí *Hoffmannova a Joubertova* matematického modelu opraveného ve vnitřní oblasti jádra. Tento model je charakterizován takto: Vně turbulentního jádra víru, které má poloměr  $r_t$ , se tangenciální rychlosť víru  $v_r$  řídí podobně jako u potenciálního víru rovnice (21), kde  $\Gamma$  je celková cirkulace víru. Pro  $r < r_t$  se cirkulace víru mění již s tímto  $r$ . Mezi místem maximální rychlosti  $v_{r,\max}$  na poloměru  $r_*$  a místem na poloměru  $r_t$  se obvodová rychlosť víru  $v_r$  mění podle logaritmického zákona

$$v_r = \frac{\Gamma}{2\pi r} \frac{1 + 0,9292 \ln(r/r_*)}{1 + 0,9292 \ln(r_t/r_*)}. \quad (22)$$

Na poloměrech  $r < r_*$  Hoffmann a Joubert předpokládají rotaci víru jako u pevného tělesa, tj. s obvodovou rychlostí

$$v_r \sim r.$$

Bloor a Gerrard právě zkoumají vliv proměnlivosti rychlostního rozdělení ve vnitřním jádře víru, tj. pro  $r < r_*$ . Pro ten účel upravují předcházející Hoffmannův a Joubertův předpoklad na formu

$$v_r = \frac{\Gamma}{2\pi r} \frac{V}{1 + 0,9292 \ln(r_t/r_*)}, \quad (23)$$

kde pro  $V$  vyšetřují tyto čtyři reprezentace:

1.  $V = (r/r_*)^2$ ,  $v \sim r$  — čili jde o rotaci jako u tuhého tělesa,
2.  $V = r/r_*$ , tj.  $v_r$  nezávisí na  $r$ ,
3.  $V = \frac{1 - \exp[1 - 1,26(r/r_*)^2]}{1 - \exp(-1,26)}$ , což vyjadřuje exponenciální rychlostní rozdělení viskozního víru,
4.  $V = 1 - \exp[-1,26(r/r_*)^2]$ .

Tento poslední případ vyšetřovali Bloor a Gerrard jako výsledek vypuštění jmenovatele z výrazu ad 3., aby se tak přizpůsobili daným okolnostem. Soudí, že pro vnitřní jádro víru ( $r < r_*$ ) se nejlépe hodí reprezentace ad 3.

### 3. VELIKOST SOUČINITELŮ $C_D$ , $C_L$ , $\Delta C_D$ U KRUHOVÉHO VÁLCE V PŘÍČNÉM PROUDU

Hned na počátku poznámenejme, že jak součinitele středního odporu  $C_D$  tak součinitele amplitudy vztlaku  $C_L$  lze při periodickém odtrhávání víru od kruhového válce v příčném proudu přibližně počítat pomocí úplavových veličin, a to s použitím rovnic (11) až (18). Poněvadž tento postup dává jen orientační výsledky, byl součinitel středního odporu  $C_D$  u uvedeného válce určen experimentálně. Výsledky podle literatury ukazuje obr. 5. Poněvadž součinitel amplitudy vztlaku  $C_L$  se i u kruhového válce určuje experimentálně obtížně, vypočítali jsme ho pomocí rovnice [7]

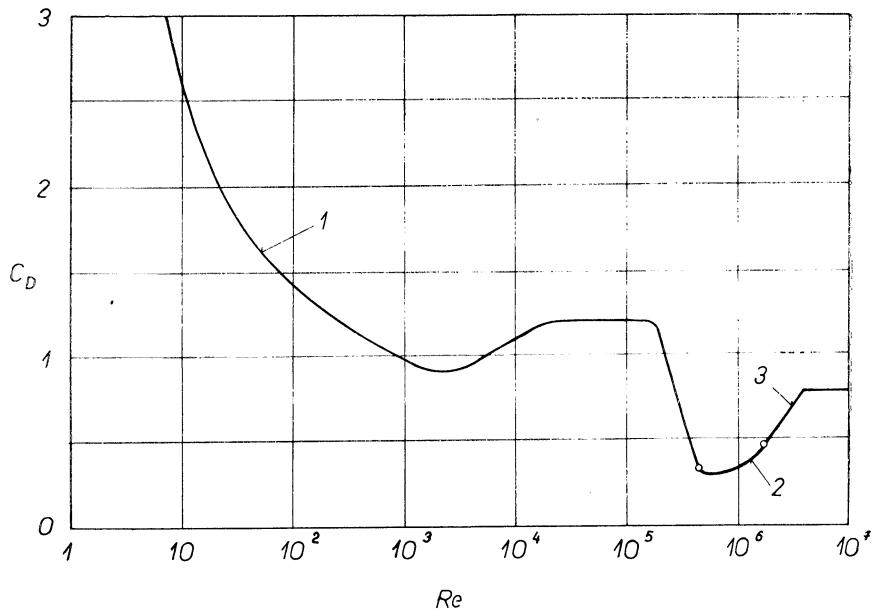
$$C_D = 0,9594 \frac{l}{a} - 0,3318S \left( \frac{l}{a} \right)^2 - 0,6276S^2 \left( \frac{l}{a} \right)^3, \quad (24)$$

$$C_L = \sqrt{2} \left( 1 - S \frac{l}{a} \right) \left( 3S \frac{l}{a} - 2 \right) \frac{l}{a}, \quad (25)$$

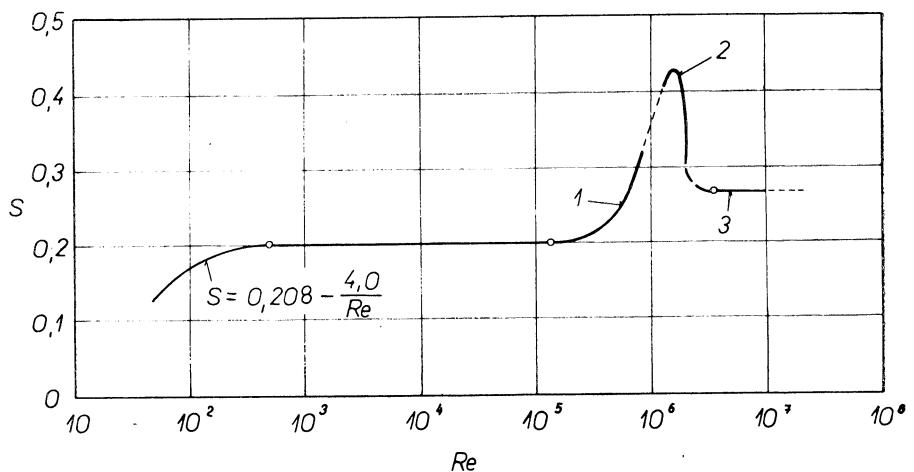
získaných úpravou rovnic (12) a (14). Do téchto rovnic jsme za součinitele středního odporu  $C_D$  dosazovali hodnoty z diagramu na obr. 5 a za Strouhalovo číslo  $S = f_sa/U$  hodnoty ze stylizovaného empirického diagramu na obr. 6. Výsledek výpočtu spolu s některými experimentálními údaji  $C_L$  ukazuje obr. 7. Z porovnání obr. 5 a obr. 7 plyne, že v intervalu  $Re = 10^3$  až  $2 \cdot 10^5$  lze při orientačních úvahách u sledovaného kruhového válce volit

$$C_L \doteq 0,5C_D \quad (26)$$

a  $C_D \doteq 1$ .



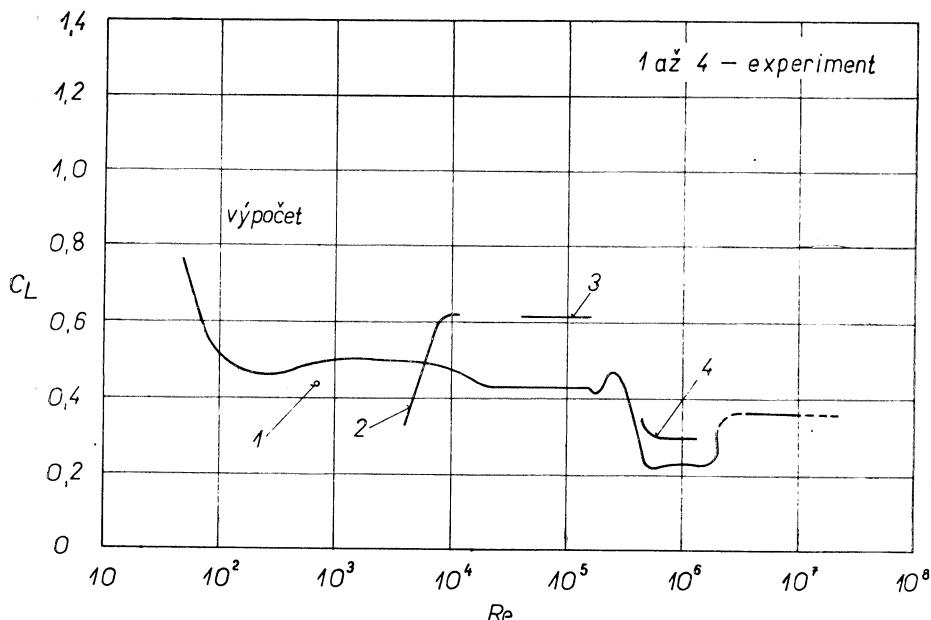
Obr. 5. Experimentální průběh součinitele středního odporu  $C_D$  u kruhového válce v příčném proudu (1 — Wiesselberger [8], 2 — Delany a Sorensen [9], 3 — Roshko [10])



Obr. 6. Zjednodušený empirický průběh Strouhalova čísla  $S$  kruhového válce v příčném proudu (1 — Relf a Simmons [11], 2 — Delany a Sorensen [9], 3 — Roshko [10])

Z obr. 7 také plyně, že uvedené experimentální údaje celkem obстоjně sledují průběh vypočtené křivky  $C_L$ , a to i přesto, že Kármánův teoretický model, který byl použit při odvození výpočtových rovnic (24) a (25), je nejbližší skutečné výrovné cestě vlastně jen do  $Re = 125$  (150), a to ještě jen v jejím počátečním úseku (stabilní oblast).

Protože pro součinitele amplitudy pulsující složky odporu nebyl dosud odvozen žádny výpočtový vzorec a jiných údajů je o něm poskrovnu, uvedeme alespoň dvě



Obr. 7. Průběh součinitele amplitudy vztlaku  $C_L$  u kruhového válce v příčném proudu (1 — Schwabe [12], 2 — Bishop a Hassan [13], 3 — McGregor [14], 4 — Fung [15])

empirické relace pro jeho odhad. Tak pomocí *Bishopových* a *Hassanových* experimentálních výsledků v intervalu  $Re = 6 \cdot 10^3$  až  $1,1 \cdot 10^4$  jsme odvodili

$$\Delta C_D \doteq 0,1 C_L \quad (27)$$

a z výsledků *Fungových* [15] pro  $Re = 6 \cdot 10^5$  až  $1,4 \cdot 10^6$

$$\Delta C_D \doteq 0,3 C_L. \quad (28)$$

Tyto výsledky ukazují, že pulsující složka odporu je u kruhového válce jen zlomkem pulsujícího vztlaku. To je také hlavní příčina, proč této složce byla dosud věnována tak malá pozornost. Přesto u slabě tlumených systémů by i tato veličina mohla vybudit kmity. Doporučujeme proto příslušný systém i od frekvence této složky odladit nebo u tohoto systému alespoň zesílit tlumení.

#### 4. SOUČINITELÉ $C_D$ , $C_L$ , A $\Delta C_D$ U PRAVIDELNÝCH SVAZKŮ TRUBEK

Tyto součinitely by pro spolehlivější řešení svazků trubek bylo třeba opět určit experimentálně. Protože tento postup je velmi nákladný a obtížný, navrhujeme pro orientační odhad poloempirický výpočtový postup, vycházející ze znalosti Strouha-lova čísla svazku  $S = f_s a/U$  (kde je  $U$  — přítoková rychlosť proudu ke svazku,  $a$  — vnější průměr trubky a  $f_s$  frekvence odtrhávání víru od bodu nekmitající trubky). Tento postup spočívá v tom, že nejdříve pomocí *Chenovy* [16] empirické relace

$$C_D = 0,222 \frac{1}{S} - 0,0028 \frac{1}{S^2} \quad (29)$$

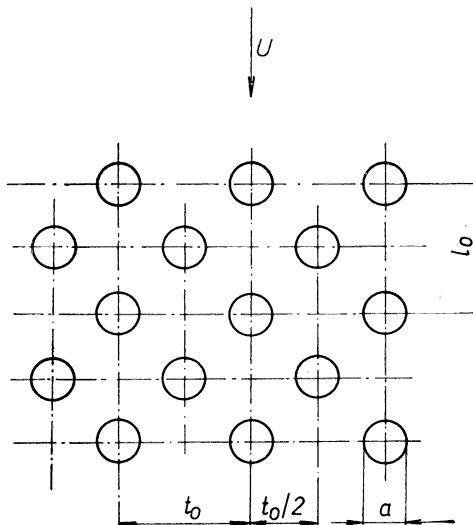
určíme hodnotu součinitela středního odporu  $C_D$  pro svazek. Tento výsledek dosadíme do levé strany rovnice (24), kterou řešíme vzhledem k poměrné rozteči víru  $l/a$ . Protože tato rovnice je kubická, má tři kořeny  $l/a$ . Z nich vybereme nejpravděpodobnější, kterým je větší kladný, a ten dosadíme do relace

$$C_L = 2\sqrt{2S} \left(1 - S \frac{l}{a}\right) \left(\frac{l}{a}\right)^2, \quad (30)$$

získané úpravou relace (18). Tím dostaneme hledanou hodnotu součinitela amplitudy vztlaku na trubku ve svazku  $C_L$ . Součinitel amplitudy pulzující složky odporu lze pak odhadnout pomocí relace

$$\Delta C_D = k C_L, \quad (31)$$

v níž součinitel  $k$  je třeba určit empiricky nebo při odhadních výpočtech pro něho použít hodnoty z (27) resp. (28).



Obr. 8. Schéma svazku trubek s přesazenými řadami

Příklad číselného výpočtu touto metodou uvádí spolu s posouzením příslušné odezvy svazku trubek práce [17]. V této práci se řeší svazek s přesazenými řadami trubek podle schématu na obr. 8. Vnější průměr trubek  $a = 25$  mm, poměrná příčná rozteč trubek  $t_0^* = t_0/a = 1,28$  a poměrná podélná rozteč  $l_0^* = l/a = 2,22$ . Střední rychlosť vody v nejužší mezeře mezi trubkami v řadě je

$$U_{\text{red}} = 1,135 \text{ m/s} \quad (32)$$

a průměrná přítoková rychlosť vody ke svazku  $U$ , přepočtená pomocí rovnice

$$U = U_{\text{red}} \frac{t_0^* - 1}{t_0^*}, \quad (33)$$

je

$$U = 0,248 \text{ m/s.} \quad (34)$$

Strouhalovo číslo tohoto svazku

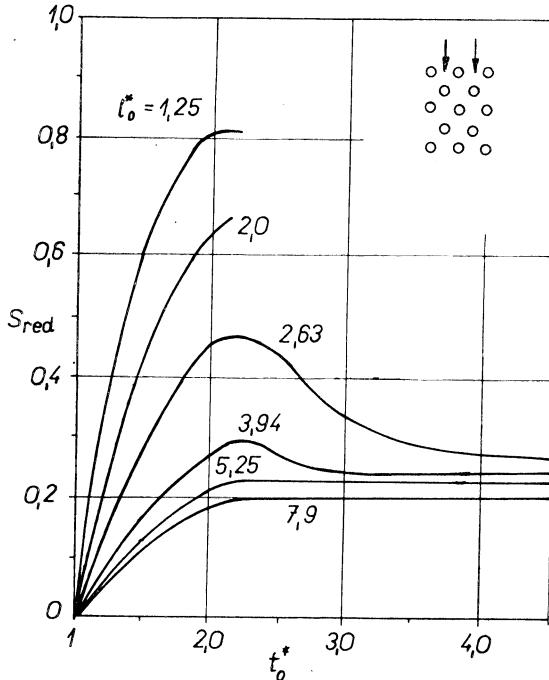
$$S_{\text{red}} = \frac{f_s a}{U_{\text{red}}}, \quad (35)$$

odečtené z Chenova diagramu, uvedeného na obr. 9, je pak

$$S_{\text{red}} = 0,236 \quad (36)$$

a odpovídající Strouhalovo číslo  $S = f_s a/U$  vztažené k rychlosti  $U$  je

$$S = 1,079. \quad (37)$$



Obr. 9. Strouhalovo číslo  $S_{\text{red}}$  svazku trubek s přesazenými řadami

Součinitel odporu tohoto svazku  $C_L$  podle (29) je

$$C_L \doteq 0,203 \quad (38)$$

a kořeny rovnice (24) pro tyto hodnoty  $C_L$  a  $S$  jsou

$$\begin{aligned} (l/a)_1 &\doteq -1,494, \\ (l/a)_2 &\doteq 0,246, \\ (l/a)_3 &\doteq 0,758. \end{aligned} \quad (39)$$

Z nich uvážíme nejpravděpodobnější třetí hodnotu 0,758. S použitím tohoto kořene a  $S$  podle (37) dostaneme z (30) tuto hodnotu součinitele amplitudy vztlaku na trubky svazku

$$C_L \doteq 0,296. \quad (40)$$

Tento součinitel je vztažen k rychlosti  $U$ . Vztáhneme-li jej však k rychlosti  $U_{\text{red}}$ , dostaneme

$$C_{L\text{red}} = C_L \left( \frac{t_0^* - 1}{t_0^*} \right)^2 = 0,0142. \quad (41)$$

Amplituda vztlaku na 1 m délky trubky je potom

$$F_L = \frac{1}{2} \rho U_{\text{red}}^2 a C_{L\text{red}} \doteq 0,23 \text{ N/m} \quad (42)$$

a tuto hodnotu používáme jako výchozí při posuzování dynamické odezvy (kmitání) svazku na vztlak od odtrhávání víru

$$F_L(t) = F_L \sin 2f_s t, \quad (43)$$

kde frekvence  $f_s$  je dána vzorcem

$$f_s = S_{\text{red}} U_{\text{red}} / a \doteq 10,7 \text{ Hz}. \quad (44)$$

Předcházející výpočet je jen odhadní, protože pro jeho ověření nemáme přímé experimentální podklady. Podle orientačních pokusů Chena [18] nevypadá však předložená metoda tak špatně. Ukazuje to tabulka 1, v níž jsou vyneseny hodnoty  $C_{L\text{red}}$  změřené tímto autorem a hodnoty námi vypočtené.

Tab. 1. Změřené a vypočtené hodnoty součinitele amplitudy vztlaku  $C_{L\text{red}}$  u svazku trubek ( $R_{\text{red}} = U_{\text{red}} a / \nu$ ).

Experiment [18]				Výpočet
$t_0^*$	$t_0^*$	$R_{\text{red}} 10^{-3}$	$C_{L\text{red}}$	$C_{L\text{red}}$
1,46	2,84	0,79	0,63	0,5
4,62	2,63	42,5	0,87	0,59

Je přirozené, že existence chvění trubek ve výměnících tepla byla již mnohokrát objevena a byla také příčinou silných potíží při provozu zařízení. Je proto třeba tomuto jevu věnovat patřičnou pozornost, a to již při projekci zařízení.

## 5. ZÁVĚR

Při posuzování kmitání těles vyvolaného odtrháváním vírů vycházíme od případu nekmitajícího tělesa. Pro toto těleso, za které jsme zvolili kruhový válec v proudu tekutiny, uvádíme vzorce pro odhad vztlaku a odporu vyvolané tímto jevem. Pomocí těchto vzorců pak u tohoto tělesa počítáme velikost součinitele tohoto vztlaku. Pro praktické odhady uvádíme však i způsob výpočtu vztlaku a odporu od odtrhávání vírů u svazku trubek výměníků tepla. Tím získáváme podklady pro konstruktéry příslušných vzduchotechnických a teplotechnických zařízení, u nichž se jev odtrhávání vírů může objevit.

## LITERATURA

- [1] Parkinson, G. V.: Mathematical Models of Flow-Induced Vibrations of Bluff Bodies. Flow-Induced Structural Vibrations, ed. N. Naudaseher, 1974 (IUTAM-IAHR Symposium, Karlsruhe 1972).
- [2] Kármán, Th. von—Rubach, H.: Über den Mechanismus des Flüssigkeits- und Luftwiderstandes. Phys. Zeitschrift, Bd. 18, 1912, s. 49.
- [3] Sallet, D. W.: The Lift Force Due to on Kármán Vortex Wake. J. of Hydronautics, Vol. 7, 1973, s. 161.
- [4] Chen, Y. N.: Fluctuating Lift Forces of the Kármán Vortex Streets on Single Circular Cylinders and in Tube Bundles. Part 2 — Lift of Single Cylinder. Trans. ASME, J. Eng. for Ind., 1972, s. 613.
- [5] Schaefer, J. W.—Eskinazi, S.: Analysis of the Vortex Street Generated in a Viscous Fluid. J. Fluid Mech., Vol. 6, 1959, s. 241.
- [6] Bloor, M. S.—Gerrard, J. H.: Measurement on turbulent vortices in a cylinder wake. Proc. Roy. Soc. London A, col. 294, 1966, s. 319.
- [7] Novák, J.: Odpor a vztlak působící na válcové těleso při periodickém odtrhávání vírů. Zdravotní technika a vzduchotechnika, ročník 22, 1979, č. 4, str. 193.
- [8] Wiesselberger, C.: Neuere Feststellungen über die Gesetze des Flüssigkeits- und Luft. Widerstandes. Phys. Zeitschrift, Bd. 22, 1921, s. 321.
- [9] Delany, N. K.—Sorenson, N. E.: Low Speed Drag of Cylinders of Various Shapes. NACA T. N. 3038, 1953.
- [10] Roshko, A.: Experiments on the flow past a circular cylinder of very high Reynolds number. J. Fluid. Mech., Vol. 10, 1961, s. 345.
- [11] Reft, E. F.—Simmons, L. F. G.: The Frequency of Eddies Generated by the Motion of Circular Cylinders through a Fluid. A.R.C., R. a M., No. 917, 1924.
- [12] Schwabe, M.: Über Druckvermittlung in der nicht stationären ebenen Strömung. Ing.-Archiv, Bd. 5, 1935, s. 34.
- [13] Bishop, R. E. D.—Hassan, A. Y.: The lift and drag forces on a cylinder in a flowing fluid. Proc. Roy. Soc. London A, vol. 277, 1964, s. 32.
- [14] McGregor, D. M.: An experimental investigation of the oscillating pressures on a circular cylinder in a fluid stream. Univ. Toronto Inst. Aerophys., Tech. Note No. 14, 1957.
- [15] Fung, Y. C.: Fluctuating Lift and Drag Acting on a Cylinder in a Flow at Supercritical Reynolds Numbers. J. of Aerospace Sci., Vol. 27, 1960, s. 801.
- [16] Chen, Y. N.: Ursache und Vermeidung rauchgasreicher Schwingungserscheinungen in Kesselanlagen infolge Brenngasdrall-Instatilität und Kármán-Wirbelstrassen. Mitteilungen der VGB 51, Heft, 2, 1971, s. 113.
- [17] Novák, J.—Dvořák, P.—Kouba, J.: Směrnice pro určení úrovně budících sil a odezvy ve svazku mezichladiče ČKD. Výzkumná zpráva ŠVÚSS 81-03021, 1981, SVÚSS Praha-Běchovice.
- [18] Chen, Y. N.: Fluctuating Lift Forces of the Karman Vortex Streets on Single circular Cylinder and Tube Bundles. Part 3 — Lift Forces in Tube Bundles. ASME Paper N. 71 — Vibr. 13, 1971.

## **СИЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТРЫВА ВИХРЕЙ НА НЕКОЛЕБЛЮЩИЙСЯ ЦИЛИНДР И ПУЧОК ТРУБ ТЕПЛООБМЕННИКА**

*Инж. Йозеф Новák, к. т. н.*

В настоящей статье пред назначенной для конструкторов воздухотехнического оборудования, рассматривается проблема возникновения и оценки величины подъемной силы и сопротивления, действующих на отдельное цилиндрическое тело и пучок труб теплообменника при периодическом отрыве вихрей.

## **ACTION OF THE FORCE OF VORTEX SHEDDING UPON A NON-VIBRATING CYLINDER AND A TUBE BUNDLE OF A HEAT EXCHANGER**

*Ing. Josef Novák, CSc.*

The article which is meant for air conditioning equipment designers deals with the origin and magnitude estimation of the lifting and resistance forces acting upon a cylindrical body and a tube bundle of a heat exchanger during periodic vortex shedding.

## **KRAFTWIRKUNG DER WIRBELTRENNUNG AUF SCHWINGUNGSFREIEN ZYLINDER UND WÄRMEAUSTAUSCHROHRBÜNDEL**

*Ing. Josef Novák, CSc.*

Dieser den Konstrukteuren lufttechnischer Anlagen bestimmte Aufsatz behandelt die Entstehung und Schätzung der Auftriebs- und Widerstandsgrößen, die einen allein stehenden Zylinderkörper und ein Wärmeaustauschrohrbündel bei periodischer Wirbeltrennung beeinträchtigen.

## **ACTION DES FORCES DE DÉTACHEMENT DE TOURNILLONS SUR UN CYLINDRE NON-OSCILLANT ET UN FAISCEAU DE TUYAUX D'UN ÉCHANGEUR THERMIQUE**

*Ing. Josef Novák, CSc.*

Cet article destiné aux dessinateurs-projeteurs d'installations de climatisation traite de l'origine et de l'estimation de la grandeur de la portance et de la résistance qui agissent sur un corps cylindrique et un faisceau de tuyaux d'un échangeur thermique pendant le détachement périodique des tourbillons.

### **● Vysoce účinné filtry s novým druhem separátorů**

Vysoce účinné filtry atmosférického vzduchu pro klimatizační zařízení ve zdravotnictví a v průmyslu tvorí filtrační materiál hustě skladaný, přičemž odstup mezi jednotlivými záhyby je udržován separátory. Bývají to většinou různě tvarované tenké hliníkové plechy. Při dopravě a montáži filtrů se často stává, že tenké hrany hliníkových separátorů poškodí citlivý povrch filtračního média. Kromě toho

není vyloučena možnost tvoření kondenzátu na separátorech při vysoké vlhkosti filtrovaného vzduchu.

Firma EMW, NSR, dala na trh nové vysoce účinné filtry, kde separátory tvoří hrubě půrovité vložky z polyuretanu. Tyto vložky současně účinkují i jako předfiltr. Podle sdělení výrobce podařilo se u nových filtrů dosáhnout téměř 100% využití filtrační plochy a současně snížit tlakovou ztrátu.

### ● Teplota vratné vody v tepelné síti

Snížení teploty vratné vody v tepelné síti vede ke zvýšenému zatížení nízkotlakých odběrů turbin a zvyšuje se výroba elektriny ve teplárenském cyklu.

Teplota vratné vody se snižuje dvoustupňovým ohřevem teplé užitkové vody v předávacích stanicích, přičemž použití nižšího stupně umožnuje vracet do teplárny vodu o nízké teplotě.

Efektivnější cestou ke snížení teploty vratné vody v tepelné síti je snížení výpočetové teploty vratné vody v otopené soustavě.

Po realizaci se sníží průtok vody vztažený na jednotku dodávaného tepla, investiční i provozní náklady tepelných sítí, dále spotřeba kovu, tepelné ztráty sítě a náklady na čerpání vody. Naopak snížení střední teploty poklesem teploty vratné vody vede ke zvětšení výhřevné plochy otopených těles.

Valášek, Karlovy Vary 1981 (Bš)

### ● Výstavba energetických zdrojů

Aby se co nejvíce šetřilo palivy, budou se stavět pouze dvouúčelové a víceúčelové energetické zdroje. Přitom je nutno, aby:

- teplonosná látka byla horká nebo ještě raději teplá voda,
- teplota vratné vody byla co nejnižší,
- dodávka tepla byla centrálně kvalitativně regulovaná,
- otopená soustava a příprava teplé užitkové vody byla řešena co nejjednodušeji, bez sekundárních tepelných sítí,

### ● K vývoji světelných zdrojů (2)

Elektronické předřadníky vstupují do vývoje také významně, protože proti zjevným výhodám (např. ztráty nebudou větší než 3 W proti 11 W dosavadním) — miniaturizace — a kromě dočasného cenového rozdílu — mohou se projevit i některé nedostatky (výrobni potíže). K porovnání použijeme tabulky pro zářivkový systém  $2 \times 150$  cm se současnými a elektronickými předřadníky:

Tab. I

Technické parametry	Předřadníky	
	dosavadní	elektronické
Příkon zdrojů	$2 \times 58$ W = 116 W	$2 \times 50$ W = 100 W
Ztráty v předřadnicích	22 W	12 W
Ztráty celkově	138 W	112 W
Světelný tok	10 600 lm	10 400 lm
Světelný výkon systému	77 lm/W	93 lm/W
Cena (dočasná)	100 %	700 %
Celková hmotnost	2 000 g	750 g

— byla zabezpečena osová kompenzace potrubí tepelných sítí.

Valášek, Karlovy Vary 1982 (Bš)

### ● Další nové světelné zdroje

oznamuje koncern Philips (1981):

1. K nové „zářovce“ SL 18 (18 W, 50 lm/W, 2 900 K, 5 000 hodin — E 27,  $v = 160$  mm,  $\varnothing 72$  mm) přibude v tomto roce SL 9 a během 1982 SL 13 a SL 25; všechny tyto typy nahradí žárovky 40, 75 a 100 W (zárovka 75 W má stejný světelný výkon jako SL 18 = 50 lm/W, ale život jen 1 000 hodin).

2. Nově byla vyvinuta řada zářivek promítnutí osvětlování — typy PL (kompaktní PL-Leuchtstofflampen). Tvoří ji minizářivky jednostranně soklované (jakoby původní byly zlomeny) — dvě zářivky vedle sebe jen málo od sebe vzdálené,  $\varnothing 12$  mm, na jednom konci tupě ukončené a před tímto ukončením spojené můstkem, na druhém konci je sokl s integrovaným zapalovačem a předřadníky. Teplota barvy 2 700 K (jako žárovky o vyšším příkonu), život: po 2 000 hodin výkon 90 % a po 5 000 hodin výkon ještě 80 %. Budou vyráběny typy PL 7 (7 W, 400 lm, dl = 133 mm — stejný výkon má 40W žárovka), PL 9 (9 W, 600 lm, dl = 165 mm — nahradí 60W žárovku) a PL 11 (11 W, 900 lm, dl = 234 mm — nahradí 75W žárovku). Určité potíže bude působit kofľkový sokl, pro který je nutné zvláštní osazení (Licht 6/81).

(LCh)

Některé zdroje (nové generace) jsou ovšem na elektronických předřadnicích již založeny (Philips řada SL, Osram Cirecolux, Thor 2D atd.), protože jen s jejich pomocí (miniaturizací) lze realizovat myšlenku nahradit žárovky minizářivkami (do soklů zabudovat celý předřadníkový systém).

Energetické úspory, rádově 50—70 % zvláště po vyčíslení s pomocí rozsahu instalovaných zařízení, nelze nikdy odmítnout.

(LOh)

# PŘENOS TEPLA VE VERTIKÁLNÍCH A NAKLONĚNÝCH ŠTĚRBINÁCH

ING. MILAN PAVELEK, CSc., DOC. ING. ZDENĚK RAMÍK, CSc.  
*VUT-FS, katedra termomechaniky, Brno*

Metodou holografické interferometrie je na modelu ze dvou paralelních vytápených duralových desek vyšetřován případ přirozené konvekce ve štěbině o šířce 4—50 mm mezi paralelními deskami ve vertikální poloze a v poloze nakloněné od této polohy o úhly do 45°, a to při shodné a rozdílné teplotě obou desek. Zhodnocení získaných experimentálních výsledků potvrdilo poznatky publikované v literatuře pro případ vertikálních štěbin. U nakloněných štěbin je nutné při výpočtu použít modifikované Rayleighovo číslo.

*Recenzoval: Ing. Ladislav Strach, CSc.*

## 1. ÚVOD

Příspěvek pojednává o experimentálním výzkumu teplotních polí a přenosu tepla ve vertikálních a nakloněných štěbinách různých šířek, vytvořených dvěma paralelními deskami. Přenos tepla se týká laminární přirozené konvekce ve vzduchu při konstantních teplotách povrchů desek.

Experimentální výzkum je zde proveden pomocí holografické interferometrie, jejíž přednosti jsou diskutovány již v literatuře [1] a [2]. Vzhledem k náročnosti zkoumaného problému bylo však nutné dále zdokonalit holografický interferometr z uvedené literatury a to tak, aby umožnil i vizualizaci teplotních polí v reálném čase.

## 2. MODEL ŠTĚRBINY

Zkoumaný model štěrbiny je vytvořen dvěma paralelními duralovými deskami o rozměrech  $1 \times h = 200 \times 140$  mm a tloušťce 20 mm (obr. 1). Desky 1 a 2 jsou vytápeny elektrickými odporovými spirálami na teploty  $T_{w1}$  a  $T_{w2}$  a elektrický příkon každé je možné regulovat autotransformátorem. Vysoká tepelná vodivost duralu zajišťuje pak podmítku konstantních teplot povrchů jednotlivých desek. Konstrukce modelu umožňuje naklonění štěrbiny o úhel  $\gamma$ , přičemž šířka štěrbiny  $b$  je vždy regulačně v rozsahu od nuly do 50 mm. V obr. 1 dále značí  $u$ ,  $v$  složky rychlostí ve směru  $x$ ,  $y$  a „g“ je gravitační zrychlení.

Měření povrchových teplot desek se provádí pomocí dvanácti termočlánků (měď — konstantan), které jsou napojeny na měřicí ústřednu. Hodnoty napětí na termočláncích je možné vypisovat psacím strojem a děrovat na děrnou pásku, která se zpracovává počítačem.

Přenos tepla u laminární přirozené konvekce v obecně nakloněných štěbinách je možné popsát následující soustavou parciálních diferenciálních rovnic [3], [5]:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad (1a)$$

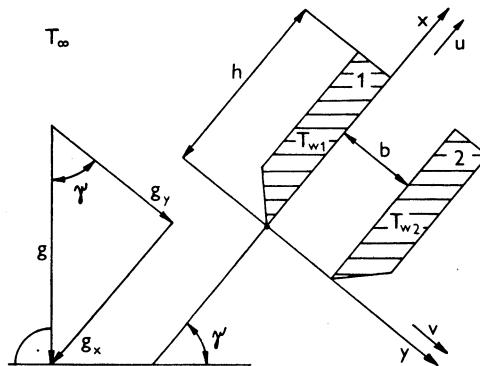
$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + |g| \cdot \sin \gamma \cdot \beta \cdot (T - T_\infty), \quad (1b)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + |g| \cdot \cos \gamma \cdot \beta \cdot (T - T_\infty), \quad (1c)$$

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = a \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}, \quad (1d)$$

$$-\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0} = \alpha_1 (T_{w1} - T_\infty), \quad (1e)$$

$$\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=b} = \alpha_2 (T_{w2} - T_2). \quad (1f)$$



Obr. 1. Model štěrbiny

*V soustavě rovnic značí:*

*p* — tlak ve štěrbině, *T* — teplotu, *v* — kinematickou viskozitu,  $\beta$  — součinitel objemové roztažnosti,  $\rho$  — měrnou hmotnost, *a* — teplotovou vodivost,  $\lambda$  — tepelnou vodivost a  $\alpha$  — je součinitel přestupu tepla. Index „ $\infty$ “ se vztahuje k hodnotám okolního prostředí a index „ $w$ “ označuje hodnoty na povrchu modelu, přičemž jedničkou jsou indexovaný hodnoty u desky 1 a dvojkou hodnoty u desky 2.

Pro uvedený případ přenosu tepla můžeme kriteriální rovnici psát ve tvaru

$$Nu = Nu(Ra, b/h, \sin \gamma), \quad (2)$$

kde *Nu* představuje střední hodnotu Nusseltova čísla definovanou vztahem

$$Nu = \frac{1}{h} \int_0^h Nu_x dx \quad (3)$$

a *Ra* je Rayleighovo číslo definované vztahem

$$Ra = \frac{\beta \cdot |g| \cdot (T_{w1} - T_\infty) b^3}{a \cdot \nu} \cdot \frac{1 + r}{2} \quad (4)$$

V rovnici (3) vystupuje průměrná lokální hodnota Nusseltova čísla, pro kterou platí

$$Nu_x = \frac{Nu_{x1} + Nu_{x2}}{2} \quad (5)$$

V tomto vztahu značí  $Nu_{x1}$  a  $Nu_{x2}$  lokální hodnoty Nusseltových čísel, které jsou funkcií teplotních gradientů u povrchů desek a platí

$$Nu_{x1} = - \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)_{x,y=0} \cdot \frac{b}{T_{w1} - T_{\infty}} \cdot \frac{2}{1+r}, \quad (6a)$$

$$Nu_{x2} = \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)_{x,y=b} \cdot \frac{b}{T_{w1} - T_{\infty}} \cdot \frac{2}{1+r}. \quad (6b)$$

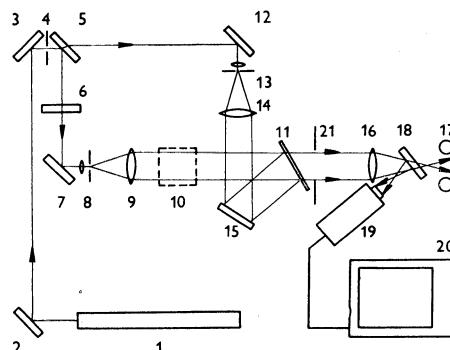
V definicích (4) a (6) je rovněž obsažen parametr  $r$  zahrnující případnou nesymetrii ohrevu štěrbiny, který je definován vztahem

$$r = \frac{T_{w2} - T_{\infty}}{T_{w1} - T_{\infty}}. \quad (7)$$

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

Experimentální výzkum se provádí pomocí holografického interferometru pro vyšetřování dvojrozměrných transparentních nehomogenit, pracujícího v reálném čase. Schéma tohoto zařízení je na obr. 2. Interferometr můžeme nastavovat jak na konečnou, tak na nekonečnou šířku proužku v referenční oblasti. Je zřejmé, že dynamické děje lze sledovat buď na televizní obrazovce, nebo na matnici fotoaparátu. Záznam dynamických dějů se pak provádí pomocí filmové kamery, která se do sestavy zařazuje obdobně jako fotoaparát.

Kvantitativní vyhodnocování měření se provádí automaticky z negativů ofoto-



Obr. 2. Holografický interferometr  
1 — He-Ne laser; 2, 3, 7, 12, 15, 18 — zrcadla; 4 — uzávěrka; 5, 6 — dělicí desky; 8, 13 — prostorové filtry; 9, 14, 16 — čočky; 10 — měřící prostor; 11 — fotografická deska; 17 — fotoaparát; 19 — televizní kamera; 20 — televizní přijímač; 21 — clona

grafovaných interferogramů získaných při seřízení interferometru na nekonečnou šířku proužku v referenční oblasti. Vyhodnocovací zařízení se skládá z fotometru, měřicí ústředny a počítáče a jeho funkce včetně rozboru přesnosti naměřených výsledků je podrobně popsána v lit. [4].

Při vyhodnocování interferogramů teplotních polí ve štěrbinách bylo však nutné poněkud rozšířit program počítáče z lit. [4] pro vyhodnocování jednoduchých teplních mezních vrstev. Rozšíření spočívalo v tom, že teplotní profily u jednotlivých desek štěrbiny se navzájem propojovaly, čímž se získaly teplotní profily v celém průřezu štěrbiny jako funkční závislosti

$$\Theta = \Theta (Y). \quad (8)$$

V této rovnici představuje  $\Theta$  bezrozměrný parametr charakterizující teplotu, pro který platí

$$\Theta = \frac{T - T_{\infty}}{T_{w1} - T_{\infty}} \quad (9)$$

a  $Y$  označuje bezrozměrný parametr charakterizující souřadnici, který je definován vztahem

$$Y = \frac{y}{b}. \quad (10)$$

Teplota  $T$  v rovnici (9) je funkcí interferenčního řádu a lze ji vypočítat ze vztahu odvozeného v lit. [1].

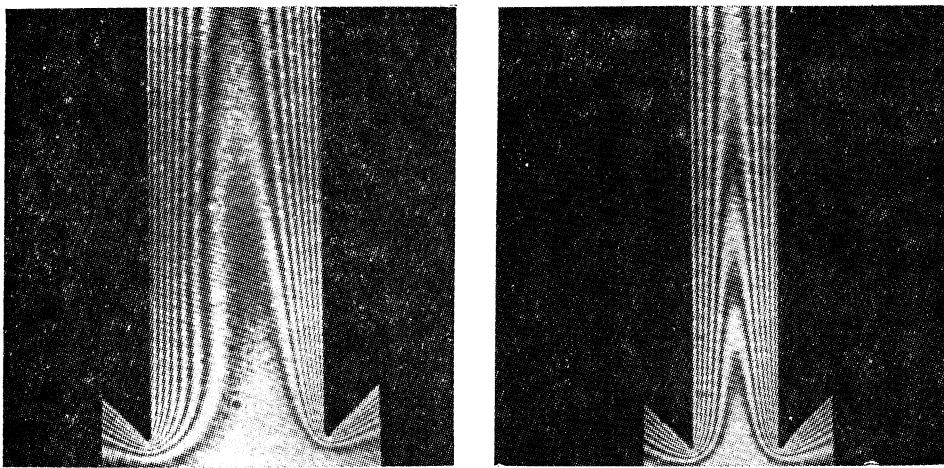
#### 4. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Experimentální výzkum přenosu tepla ve štěrbinách u laminární přirozené konvekce ve vzduchu je prováděn v oblasti téměř vyvinutého, nevyvinutého a značně nevyvinutého proudění [5]. Jsou proměřovány především vertikální a nakloněné štěrbiny v poloze  $\gamma = 90^\circ, 67,5^\circ, 45^\circ$ , a to při různých šírkách, různých teplotách povrchu a různých symetričních ohřevu. Některé výsledky měření jsou pak uvedeny v následujícím textu.

Na obr. 3 jsou uvedeny interferogramy teplotních polí v symetricky vyhřívaných vertikálních štěrbinách v oblasti nevyvinutého proudění. Obr. 3a ukazuje teplotní pole ve štěrbině široké 16 mm a na obr. 3b je teplotní pole ve štěrbině široké 8 mm. Teplotní pole na obr. 3a je ovlivněno šikmým vstupním proudem vzduchu. Interferogramy jsou získány při seřízení interferometru na nekonečnou šířku proužku v referenční oblasti.

Na obr. 4 jsou interferogramy teplotních polí ve vertikální štěrbině široké 4 mm v oblasti téměř vyvinutého proudění. Obr. 4a představuje teplotní pole v symetricky vyhřívané štěrbině a na obr. 4b je teplotní pole v nesymetricky vyhřívané štěrbině.

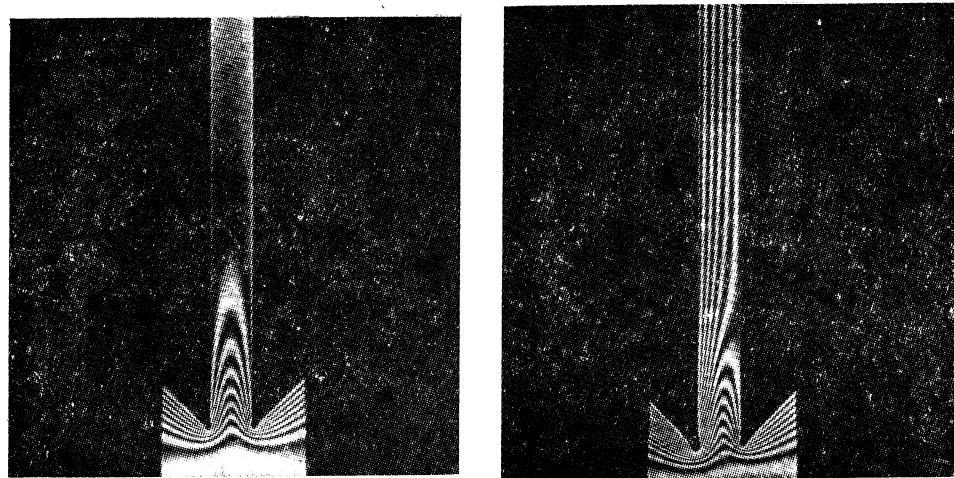
Porovnání výsledků získaných při proměřování symetricky vyhřívaných vertikálních štěrbin různých šírek můžeme vidět na obr. 5. Je zde provedeno porovnání teplotních profilů v průřezech  $x = 10$  mm, ze kterého vyplývá, že se zmenšující se šírkou štěrbiny roste teplota tekutiny uprostřed štěrbiny a tím dochází i ke zmenšení zakřivení teplotních profilů. V druhé části obrázku jsou pak vykresleny naměřené průběhy průměrných lokálních hodnot Nusseltových čísel, ze kterých vidíme, že se zmenšující se šírkou štěrbiny se zmenšují i hodnoty Nusseltových čísel.



a)

b)

Obr. 3. Interferogramy teplotních polí v symetricky vyhřívaných vertikálních štěrbinách  
 a)  $b = 16 \text{ mm}$ ;  $T = 295,1 \text{ K}$ ;  $T_{wi} = 325,5 \text{ K}$ ;  $Ra = 9\,301$   
 b)  $b = 8 \text{ mm}$ ;  $T = 295,0 \text{ K}$ ;  $T_{wi} = 324,3 \text{ K}$ ;  $Ra = 1\,238$

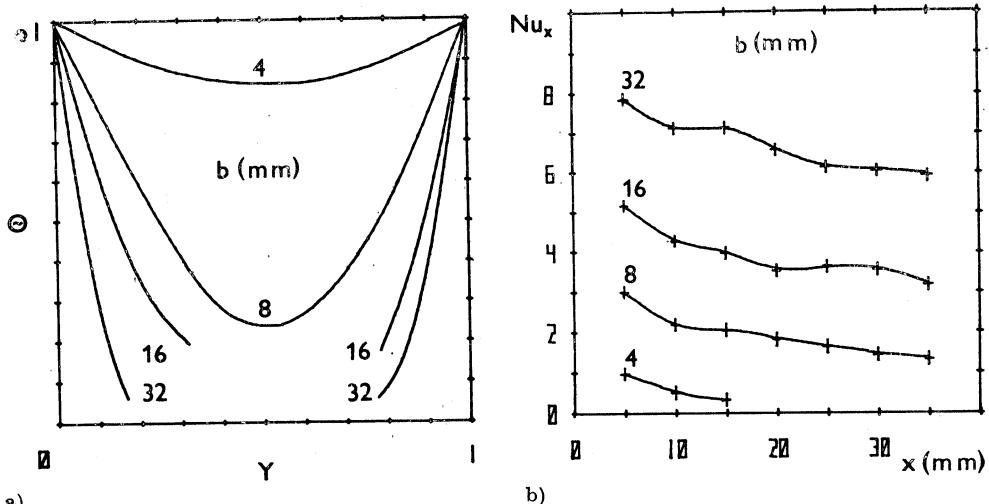


a)

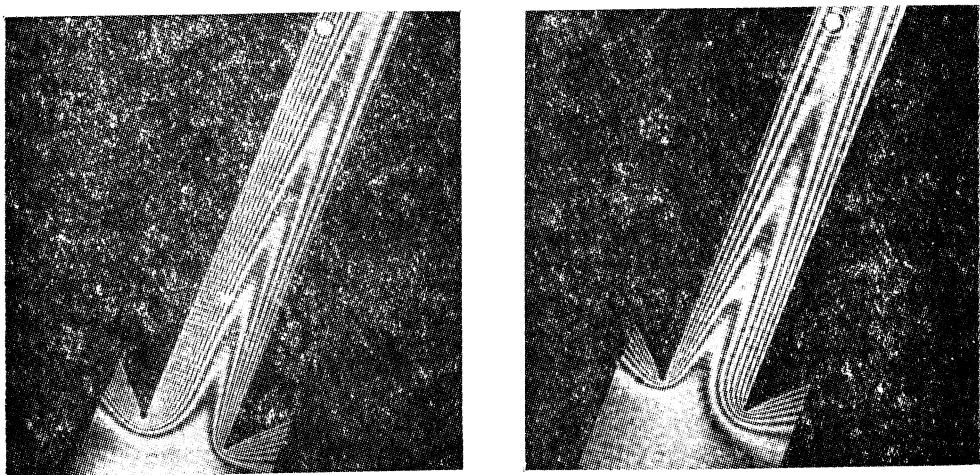
b)

Obr. 4. Interferogramy teplotních polí ve vertikální štěrbině široké 4 mm  
 a)  $r = 0,99$ ;  $T = 293,6 \text{ K}$ ;  $T_{wi} = 324,5 \text{ K}$ ;  $Ra = 150,6$   
 b)  $r = 0,55$ ;  $T = 293,6 \text{ K}$ ;  $T_{wi} = 350,1 \text{ K}$ ;  $Ra = 195,6$

Interferogramy teplotních polí v nakloněné štěrbině ( $\gamma = 67,5^\circ$ ) široké 8 mm v oblasti nevyvinutého proudění jsou uvedeny na obr. 6. Obr. 6a představuje teplotní pole symetricky vyhřívané štěrbiny a na obr. 6b je teplotní pole nesymetricky vyhřívané štěrbiny. Na obr. 6a můžeme pozorovat zhuštění interferenčních proužků ve vstupním úseku desky 1, což je způsobeno vertikálním vstupním proudem vzduchu.

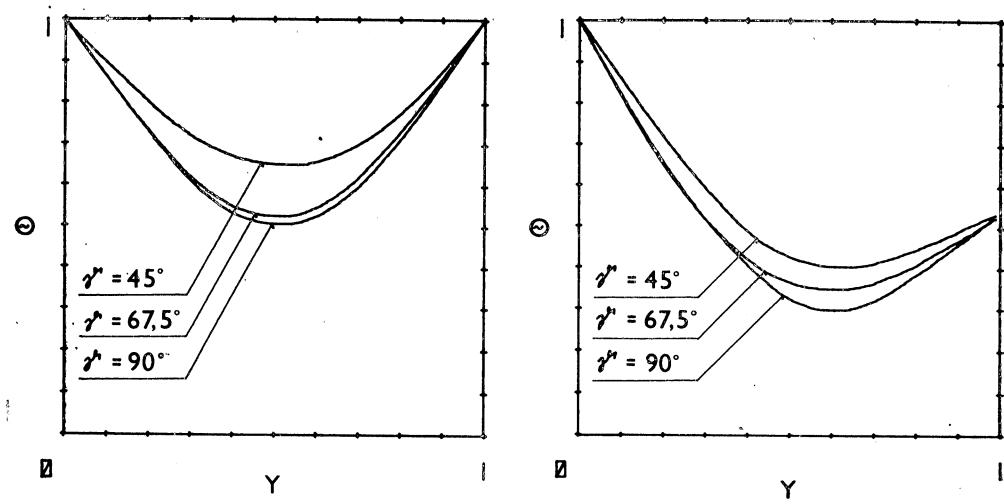


Obr. 5. Přenos tepla v symetricky vyhřívaných vertikálních štěrbinách různých šířek  
a) teplotní profily v průřezech  $x = 10$  mm  
b) průměrné lokální hodnoty Nusseltových čísel



Obr. 6. Interferogramy teplotních polí v nakloněné štěrbině široké 8 mm  
a)  $r = 1,00; T = 294,9$  K;  $T_{wi} = 324,4$  K;  $Ra = 1\,144$   
b)  $r = 0,53; T = 294,9$  K;  $T_{wi} = 349,2$  K;  $Ra = 1\,478$

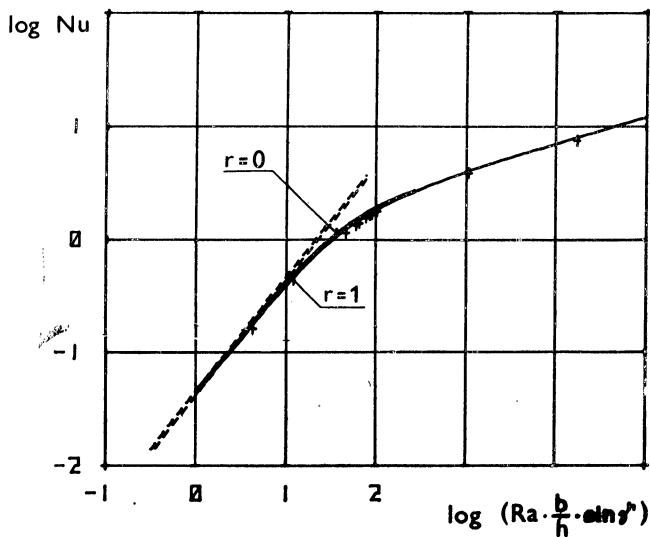
Porovnání teplotních profilů v různě nakloněných štěrbinách je provedeno na obr. 7. Jedná se o teplotní profily symetricky i nesymetricky vyhřívaných štěrbin v průřezech  $x = 30$  mm, přičemž šířka štěrbiny, povrchové teploty desek a teplota okolního prostředí jsou u porovnávaných měření přibližně stejné. Můžeme pozorovat, že největší zakřivení teplotních profilů je u štěrin vertikálních ( $\gamma = 90^\circ$ ) a se zmenšu-



a) symetrický ohřev;

b) nesymetrický ohřev

Obr. 7. Teplotní profily v různě nakloněných štěrbinách šířky 8 mm



Obr. 8. Graf kriteriálních závislostí ( $r$  = znamená, že  $T_{w2} = T_{es}$ )

jícím se úhlem  $\gamma$  se zmenšuje i zakřivení teplotních profilů, což má za následek též zmenšení parametrů charakterizujících přenos tepla.

Na obr. 8 je pak uvedeno grafické znázornění kriteriálních závislostí pro přenos tepla ve štěrbinách u laminární přirozené konvekce ve vzduchu. Plnou čarou je vyznačeno numerické řešení popisované v lit. [6] a hodnoty označené křížkem jsou výsledky uvedeného experimentálního výzkumu [5]. Výsledky experimentů se po-

měrně dobře shodují s numerickým řešením, jelikož maximální odchylka naměřených hodnot od teoretického řešení je 5 %. Při porovnání přenosu tepla ve štěrbinách vertikálních s přenosem tepla ve štěrbinách v poloze blízké vertikální je však nutné modifikovat Rayleighovo číslo činitelem  $b/h \sin \gamma$  tak, jak je to uvedeno v předložené práci (obr. 8).

## 5. ZÁVĚR

Experimentální výzkum potvrdil teoretické i naměřené výsledky z literatury o přenosu tepla ve vertikálních štěrbinách u laminární přirozené konvekce ve vzduchu. Hlavním přínosem však je rozšíření oblasti poznatků o přenosu tepla ve štěrbinách v poloze blízké vertikální při symetrickém i nesymetrickém ohřevu.

Z výsledků experimentu vyplývá, že teplo uvolněné ve štěrbině v poloze vertikální a v poloze blízké vertikální je možné vypočítat na základě výsledků z lit. [6], přičemž u nakloněných štěrbin je vždy nutné vhodně modifikovat Rayleighovo číslo.

V práci se velmi dobře osvědčilo experimentální zařízení. Holografický interferometr i zařízení pro vyhodnocování interferogramů splnily veškeré požadavky na ně kladěné a lze je doporučit i pro řešení některých složitějších úloh z oblasti přenosu tepla.

## LITERATURA

- [1] Pavelek, M.—Ramík, Z.—Liška, M.: Použití holografické interferometrie k vizualizaci teplelných mezních vrstev u přirozené konvekce ve vzduchu. Strojnícký časopis, 28, 1977, s. 301—311.
- [2] Pavelek, M.—Ramík, Z.: Použití holografické interferometrie k určování lokálních hodnot součinitele přestupu tepla u přirozené konvekce ve vzduchu. Zdravotní technika a vzduchotechnika, 22, 1979, s. 17—26.
- [3] Enenkl, V.—Ramík, Z.: Sdílení tepla. SNTL Praha, 1981
- [4] Pavelek, M.—Ramík, Z.—Liška, M.: Určování lokálních hodnot součinitele přestupu tepla holografických interferogramů. Strojnícký časopis, 29, 1978, s. 592—602.
- [5] Pavelek, M.: Výzkum sdílení tepla ve štěrbinách metodou holografické interferometrie. Kandidátská disertace. VUT-FS Brno, 1979.
- [6] Aung, W.—Fletcher, L. S.—Sernas, V.: Developing laminar free convection between vertical flat plates with asymmetric heating. Int. J. of Heat and Mass Transfer, 13, 1972, s. 2 293 to 2 308.

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В ВЕРТИКАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ ЩЕЛЯХ

Инж. М. Павелек, к. т. н., Доц. Инж. Зденек Рамик, к. т. н.,

С помощью метода голограммической интерферометрии исследуются на модели из двух параллельных отапливаемых дуралюминиевых плит случай естественной конвекции в щели шириной 4—50 мм между параллельными плитами в вертикальном положении и в положении наклонном от этого положения под углами до 45° а именно при равных и разных температурах обоих плит. Оценка полученных экспериментальных результатов подтверждает сведения публикованные в литературе для случая вертикальных щелей. У наклонных щелей надо при расчете применить модифицированного числа Райлейга.

## HEAT TRANSFER IN VERTICAL AND INCLINED SLOTS

Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Zdeněk Ramík, CSc.

The case of natural convection in a slot 4—50 mm wide between parallel plates in a vertical position and in an inclined state different from this position with angles up to  $45^\circ$  with corresponding and different temperature of the both plates is investigated there using method of holography interferometry on the model designed as two parallel heated duralumin plates. Evaluation of the results proofs knowledge published in a literature for the case of vertical slots. In the case of inclined slots modified Rayleigh's number has to be used.

## WÄRMEÜBERTRAGUNG IN DEN VERTIKALEN UND GENEIGTEN SPALTEN

Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Zdeněk Ramík, CSc.

Auf einem Modell aus zwei parallelen geheizten Duraluminplatten wird die natürliche Konvektion in einer Spalte der Breite 4—50 mm zwischen den parallelen Platten in vertikaler Position und in geneigter Position von dieser Position unter den Winkeln bis  $45^\circ$  und bei der gleichen und verschiedenen Temperatur beider Platten mit Hilfe einer Methode der holographischen Interferometrie untersucht. Die Aufwertung der gewonnenen experimentalen Ergebnisse hat die in der Literatur veröffentlichten Erkenntnisse für den Fall der vertikalen Spalten bestätigt. Bei den geneigten Spalten ist es notwendig die modifizierte Rayleighs-Zahl bei einer Berechnung anzuwenden.

## TRANSMISSION DE CHALEUR DANS LES FENTES VERTICALES ET INCLINÉES

Ing. M. Pavelek, CSc., Doc. Ing. Zdeněk Ramík, CSc.

On étudie la convection libre dans une fente de la largeur 4—50 mm entre les plaques parallèles dans la position verticale et dans la position inclinée de cette position sous les angles jusqu'à  $45^\circ$  et à la température identique et différente de toutes les deux plaques à l'aide d'une méthode de l'interferométrie holographique sur un modèle de deux plaques de duralumin parallèles chauffées. L'appréciation des résultats expérimentaux obtenus a été conforme aux connaissances publiées dans la littérature pour le cas des fentes verticales. En cas des fentes inclinées, il est possible d'utiliser le nombre de Rayleigh modifié à un calcul.

---

### •Fluorouhlovodíky příčinou odbourávání ozónu v atmosféře

V poslední době byly ve světě vedeny rozsáhlé diskuse o škodlivosti velkých množství fluorouhlovodíků vypouštěných do atmosféry ve sprejích, unikajících z chladicích zařízení, používaných jako ředidla aj. Vždyť jen v USA se jich ročně vyrobí přes 400 tisíc tun. Tyto látky mají totiž velké výhody: jsou stabilní, nejedovaté a nehořlavé. To ovšem znamená, že se nerozkládají a stoupají do horních vrstev atmosféry, kde se slučují s ozónem, přičemž jeho vrstvu rozpouštějí. Toto rozpouštění je provázeno vícestupňovou chemickou reakcí, která byla dosud dokazována jen matematicky.

S. G. Telford, vedoucí oddělení pro atmosférické procesy při NASA prohlásil, že byly získány hmatatelné důkazy, že vrstva ozónu kolem Země byla již poškozena. Výzkum pomocí družic ukázal, že vrstva uložená ve stratosféře ve výši asi 48 km nad zemským povrchem, která byla zvlášť zranitelná, prakticky zmizela. To je první reálnou známkou toho, že se stratosféra vyprazdňuje. Vědci usuzují, že odbourávání vrstvy ozónu povede ke změně klimatu a k silnějšímu výskytu kožní rakoviny. Zatím veškeré úsilí nalézt použitelnou náhradu za fluorouhlovodíky se nesetkalo s úspěchem.

## • Větrací zařízení pro velkokuchyně

V poslední době se ve velkokuchyních z hygienických i údržbových důvodů čím dálé tím více prosazují integrované kovové stropy, často o mnoha stovkách m<sup>2</sup>.

Kuchyňské výparы a především aerosoly tuků, nejen že působí nepříznivě na pracovní prostředí a na zdraví osazenstva, ale poškozují i stavbu působením kondenzátu a mastných kyselin. Řešení pomocí odsávacích axiálních ventilátorů, často dokonce zabudovaných do oken, je nevyhovující z řady hledisek, z nichž snad nejzávažnější je porušení předpisu odvádět znečištěný odpadní vzduch nad střechy okolních budov.

Jedno z moderních řešení je pomocí střeškovitých sacích nástavců se zabudovanými filtry — lapači tuku. Na rozdíl od malých odsávacích výparů, používaných pro kuchyně v domácnostech, které často pracují s oběhem vzduchu, je u velkých kuchyní nutný provoz s přiváděným venkovním vzduchem a s odpadem vzduchem vyváděným nad střechu budovy. U velkých zařízení je proto žádoucí instalovat zařízení pro zpětné získávání tepla — rekuperární výměníky. Předpokladem je ovšem účinné zachycení tuků v lapačích. Dnes se na západě vyrábějí mj. i typové sací nástavce pro stropní nebo stěnovou montáž, většinou se zabudovaným osvětlením, některé i s integrovaným přívodem. Osvětlovací tělesa musí být vodotěsná a odolná proti vyšším teplotám. Větší typové nástavce se svařují na místo z dilů.

Cenově výhodné a s krátkými dodacími lhůtami jsou stavebnicové sací nástavce, složené ze sériově vyráběných rámů a vykrývacích plechů. Některí výrobci dodávají rámové konstrukce až do rozpětí 4 m nedělené. Vykrývací plechy jsou buď z nerezu nebo z eloxovaného hliníku. Pozinkovaný nebo lakovaný černý plech se z důvodu koroze dnes již téměř nepoužívá.

Pode velikosti kuchyně a uspořádání jejího vybavení se instalují jeden nebo více sacích nástavců. Kromě sacích nástavců nabízejí výrobci celý sortiment prvků pro přívod vzduchu, pokud tyto nejsou již začleněny do sacích nástavců.

Nejnovější koncepcí jsou velké kuchyňské nástavce se zabudovaným odváděcím i přiváděcím systémem. To souvisí s tím, že se mění i vnitřní uspořádání kuchyní tak, že se varné prvky soustředuji, což přináší především zlepšení hygieny. Také tyto velkoplošné nástavce jsou řešeny jako stavebnice z maximálně prefabrikovaných dílů. Integrované osvětlení je natolik dostatečné, že není třeba

žádné další osvětlení. Elegantní řešení je zabudování sacího nástavce z části nebo zcela do zavřeného podhledu. Logickým pokračováním velkých sacích nástavců jsou integrované celokovové stropy, které plní funkci odvodu i přívodu vzduchu, jeho filtraci a osvětlení. Sestavují se z prefabrikovaných dílů a zavěšují od stěny ke stěně. Hladký podhled bez hran a koutů omezuje usazování špiní a hromadění baktérií a usnadňuje čištění. Také tyto stropy jsou dnes vyráběny téměř výhradně z nerezu nebo eloxovaného hliníku.

Základní provedení je normální odsávací strop s osvětlovacími pásy, který možno jako stavebnici doplňovat až po plně integrovaný strop se šterbinovými, popřípadě vírovými výstupkami pro přívod vzduchu. U některých konstrukcí prefabrikace natolik pokročila, že je odsávací součástí stropu, čímž je zamezeno znečištění mezištropního prostoru a tím zabráněno i šíření a množení chorobopodných zárodků.

Při volbě vhodného systému je třeba vždy dbát na to, aby byl odsávací systém snadno přístupný. Moderní filtrační vložky splňují tyto požadavky. Spojují v sobě současně sací mlížku a lapač tuku a instalují se přímo nad zdroji výparů. Tím účinně zamezují vnikání zplodin vaření do potrubí a zde usazování jejich kondenzátu. Proto jsou jejich snadná přístupnost a uvážené umístění nejdůležitějšími znaky dokonalosti zařízení. S tím souvisí i funkční kvalita filtračních vložek. Dosud běžné filtrační vložky s náplní tahokovu ustupují tzv. vírovým filtrům s odlučivostí přes 90 %. Funkční element zde tvorí dva rovnoběžné plechy, usporádané nad sebou do oblouku, usazené na nosné konstrukci stropního podhledu. Tyto plechy mají v sobě otvory vzhůjmeně přesazeny, čímž se vytváří silná turbulence procházejícího vzduchu. Prudkými změnami směru vzduchu se od něho částice tuku odtrhují a stékají po vysoce vyleštěných plochách spodních plechů do sběrného žlabu. Plechy jsou vyrobeny z ušlechtělých ocelí, nepodléhají otěru a dají se snadno omývat v myčce na nádobí.

Vírové filtry jsou dnes na trhu i jako kompletní vložky, které se dají dodatečně instalovat místo dosavadních tahokovových lapačů tuku. Mají normalizované rozměry a výměna je tudíž možná bez přerušení provozu kuchyně. Proto je dnes modernizace kuchyňských sacích nástavců jak z hlediska hygieny, tak i z hlediska protipožární prevence bez problémů a vírové filtry jsou výhodnou investicí pro budoucnost.

# O VÝPOČTE SPOTREBY ENERGIE NA VYKUROVANIE MERNÉHO BYTU

DOC. ING. JÁN FEHÉR, CSc.

Štátny výskumný projektový a typizačný ústav, Bratislava

V článku je podán návrh na úpravu výpočtu spotreby tepla pro vytápení tzv. merného bytu ( $200 \text{ m}^3$ ), ktorý požaduje ČSN 73 0540 ako kontrolu dostatečnosti tepelné ochrany obytných budov. Navrhovanou úpravou se sleduje cíl odstranit niektoré nedostatky výpočtu (zejména se stanovením obestavého prostoru bytové časti domu), se ktorými se projektanti v praxi setkávají.

*Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka*

Podľa čl. 20 v ČSN 73 0540 sú bytové domy z hľadiska spotreby energie na vykurovanie vyhovujúce, ak majú spotrebu

$$E \leq E_N = 9,3 \text{ MWh/byt, rok.}$$

Vypočítanú spotrebu energie  $E$  na merný byt (t. j.  $200 \text{ m}^3$ ) značne ovplyvňuje vypočítaný obestavový priestor bytovej časti  $V_{bč}$  a vypočítaná tepelná strata  $Q_N$  pri neprerušovanom spôsobe vykurovania v takom zmysle, že je možná manipulácia s jeho vypočitanou hodnotou. Tento príspievok si kladie za cieľ ukázať jednoduchý spôsob výpočtu  $E$ , ktorý zníži túto možnosť na minimum.

Výpočet spotreby energie na vykurovanie merného bytu pri neprerušovanom spôsobe vykurovania stanovuje čl. 21 a 22 v ČSN 73 0540 a čl. 51 v ČSN 73 0549 takto:  
Obestavaný priestor skutočného priemerného bytu

$$V_p = \frac{S \cdot h}{n} \quad [\text{m}^3] \quad (1)$$

kde  $S$  je pôdorysná plocha bytovej časti objektu [ $\text{m}^2$ ],

$h$  — výška obytných podlaží celého objektu [ $\text{m}$ ],  
 $n$  — počet bytov v objekte.

Vyjadrime obestavaný priestor bytovej časti objektu

$$V_{bč} = S \cdot h \quad (\text{m}^3) \quad (2)$$

ktorý norma nestanovuje, ale budeme ho potrebovať.

Spotreba energie pri neprerušovanom spôsobe vykurovania budovy počas vykurovacieho obdobia a na skutočný priemerný byt

$$E_{sk, N} = p \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} \frac{Q_N}{n} \quad [\text{MWh/byt, rok}] \quad (3)$$

kde  $Q_N$  je tepelná strata budovy [W], stanovená podľa ČSN 06 0210 pri uvažovaní neprerušovaného spôsobu vykurovania pri  $t_e = -15^\circ\text{C}$ ,

$$p = 1 \text{ pri } t_{eov} \leq t_{eon} = 12^\circ\text{C},$$

$$p = \frac{d_{NV}}{238} \text{ pri } t_{eov} > 12^\circ\text{C}.$$

Ak je obestavaný priestor skutočného priemerného bytu  $V_p$  iný než  $200 \text{ m}^3$ , je

$$e = \frac{200}{V_p} \quad (—) \quad (4)$$

alebo s ohľadom na vzťah (1)

$$e = \frac{200 n}{S h} \quad (—) \quad (4a)$$

alebo s ohľadom na vzťah (2)

$$e = \frac{200 n}{V_{bč}} \quad (—) \quad (4b)$$

a spotreba energie na vykurovanie merného bytu je

$$E = E_{sk, N} \cdot e \quad (\text{MWh/byt, rok}) \quad (5)$$

Dosadením  $E_{sk, N}$  zo vzťahu (3) a súčasne za  $e$  podľa vzťahu (4b) do vzťahu (5) je

$$E = p \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} \frac{Q_N}{n} \cdot \frac{200 n}{V_{bč}}$$

$$E = p \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \frac{Q_N}{V_{bč}}$$

$$E = p \cdot 0,42 \frac{Q_N}{V_{bč}} \quad (\text{MWh/byt, rok}) \quad (6)$$

Podľa článku 54 v ČSN 73 0549 vypočítava sa tepelná charakteristika budovy podľa vzťahu

$$q_0 = \frac{Q_b}{V (t_i - t_e)} \quad (\text{W m}^{-3} \text{ K}^{-1}) \quad (7)$$

kde  $Q_b$  je tepelná strata budovy stanovená podla ČSN 06 0210 (W),

$t_i - t_e$  rozdiel teploty vnútorného a vonkajšieho vzduchu, s ktorým sa počítalo pri výpočte tepelných strát (K),  
 $V$  obostavaný priestor budovy:

$$V = S \cdot h \quad [\text{m}^3],$$

$S$  zastavaná plocha budovy [ $\text{m}^2$ ],  
 $h$  výška budovy [m].

Keď vo vzťahu (7) vymeníme  $Q_b$  za  $Q_N$  a  $V$  za  $V_{bč}$ , dostaneme tepelnú charakteristiku bytovej časti budovy

$$q_{bč} = \frac{Q_N}{V_{bč} (t_i - t_e)} \quad (\text{W m}^{-3} \text{ K}^{-1}), \quad (8)$$

z čoho

$$\frac{Q_N}{V_{bč}} = q_{bč} (t_i - t_e). \quad (9)$$

Toto dosadíme do vzťahu (6) a dostaneme

$$E = p \cdot 0,42 \cdot q_{bč} (t_i - t_e). \quad (10)$$

Pre prípady  $t_i = 20^\circ\text{C}$  a  $t_e = -15^\circ\text{C}$  je  $(t_i - t_e) = 35 \text{ K}$ , z čoho potom

$$E = p \cdot 0,42 \cdot q_{bč} \cdot 35 = p \cdot 14,7 \cdot q_{bč}$$

a dosadením za  $q_{bč}$  podľa vzťahu (8)

$$E = p \cdot 0,42 \frac{Q_N}{V_{bč}} \quad (\text{MWh/byt, rok}). \quad (11)$$

To znamená, že spotrebu energie na merný byt možno v prípade  $t_i = 20^\circ\text{C}$  a  $t_e = -15^\circ\text{C}$  vypočítať veľmi jednoducho podľa vzťahu (11), pričom výsledok výpočtu je úplne rovnaký ako podľa normových vzťahov (3), (4) a (5). Pre prípady  $p = 1$  odpadá vo všetkých vzťahoch súčiniteľ  $p$ .

### Nedostatky výpočtu E a ich náprava

Nedostatky výpočtu  $E$  spočívajú v problematike určenia obostavaného priestoru bytovej časti  $V_{bč}$  podľa vzťahu (2) a do určitej miery i v určení tepelnej straty budovy  $Q_N$ .

#### Obostavaný priestor bytovej časti $V_{bč}$

Velkosť  $V_{bč}$  v rozhodujúcej miere ovplyvňuje výsledok výpočtu  $E$  a preto je veľmi dôležité presne stanoviť spôsob jeho určenia. V čl. 22 ČSN 73 0540 uvedený súčin  $S \cdot h$  určite nepostačuje z týchto dôvodov:

- Predpokladá, že všetky obytné podlažia majú rovnakú pôdorysnú plochu bytovej časti, čo nemusí vždy odpovedať skutočnosti (vystupujúce alebo ustupujúce podlažia alebo ich časti, loggie ap.).
- Nedefinuje pôdorysnú plochu bytovej časti objektu (napr. že sa schodiskové priestory, výťahové šachty, spoločné chodby započítavajú a že sa balkóny, loggie, otvorené zasunuté pavlače odpočítavajú, teda že sa za pôdorysnú plochu bytovej časti počítia celá plocha bytového podlažia, ktorá je ohrazená obvodovými stenami).

Vzniká tu i problém, či sa obvodové steny

započítavajú do pôdorysnej plochy. Všetko to zo SEI ČSR [1, str. 35] píše, že „ide o vonkajšie rozmery posudzovaných objektov, teda určené hrúbky vonkajších stavebných obvodových konštrukcií.“ Takto zas vzniká určitá paradoxná situácia [2, str. 24]:

Máme 12 obytných podlaží bodového domu z mestského sektoru Petržalka-Lúky v Bratislavе s obvodovými stenami hrúbky 0,29 m (konštrukčná výška podlažia 2,8 m, teda  $h = 12 \cdot 2,8 = 33,6 \text{ m}$ ), ktoré majú

$$V_{bč} = S \cdot h = 359,68 \cdot 33,6 = 12 085 \text{ m}^3$$

a pri  $Q_N = 279 650 \text{ W}$

$$E = 0,42 \frac{279 650}{12 085} = 9,716 \text{ MWh/byt, rok.}$$

V tomto dome zväčšíme hrúbku obvodových stien z 0,29 m na 0,45 m (teda o 0,16 m) tak, že ich tepelný odpor je rovný tepelnému odporu pôvodných obvodových stien hrúbky 0,29 m.  $Q_N = 279 560 \text{ W}$  sa nezmiení. Vplyvom o 0,16 m väčšej hrúbky obvodových stien zmení sa však

$$V_{bč} = (359,68 + 18,42) 33,6 = 12 704 \text{ m}^3, \\ z čoho$$

$$E = 0,42 \frac{279 560}{12 704} = 9,242 \text{ MWh/byt, rok.}$$

V prvom prípade obytná budova nevyhovuje ( $E = 9,716$ ) a v druhom prípade vyhovuje ( $E = 9,242$ ).

Pokyny MVT ČSR [3] a Pokyny MVT SSR [4] stanovujú, že v bytových objektoch sa do výpočtu obostavaného priestoru zahrnujú podlažia, v ktorých je aspoň jeden byt. Snáď netreba už ani zdôrazniť, že započítanie takého celého podlažia do obostavaného priestoru bytovej časti budovy značne zväčší  $V_{bč}$  a tým značne zmení vypočítané  $E$ . Toto veľmi skresluje výsledok výpočtu a podáva falošnú informáciu o tepelnotechnickej kvalite budovy.

Doplnenie SEI ČSR a VÚPS Praha [1, str. 35] znies takto:

„V bytových objektoch sa do výpočtu celkového obostavaného priestoru zahrnujú len tie podlažia, kde je v každej jednotlivej stavebnej sekcií aspoň jeden byt (týka sa najmä radovej výstavby obytných domov).“

Ani toto doplnenie nie je uspokojivé, pretože ešte vždy zväčšuje vypočítané  $V_{bč}$  o priestory, ktoré nemožno zahrnúť do  $V_{bč}$ .

Z analýzy tejto problematiky výpočtu obostavaného priestoru bytovej časti  $V_{bč}$  vyplýva, že podstatne správnejší výpočet by bol nasledujúci:

$$V_{bč} = \sum_{j=1}^{j=x} (S_j \cdot h_j), \quad [\text{m}^3] \quad (12)$$

kde  $x$  je počet podlaží, v ktorých je aspoň jeden byt,

$S_j$  — pôdorysná plocha bytovej časti  $j$ —tého podlažia [ $\text{m}^2$ ], pričom sa rozlišujú

— podlažia len s bytmi, pre ktoré sa  $S_j$  vypočítá ako pôdorysná

plocha celého podlažia ohraničená obvodovými stenami (teda vrátane všetkých vodorovných a zvislých domových komunikácií ako zádveria, chodby, schodiskové priestory, výťahové šachty, ale bez balkónov, loggií, otvorených pavlačí ap.), pričom sa obvodové steny započítavajú vždy hrúbkou 0,30 m (i keď majú v skutočnosti inú hrúbku),

podlažia, v ktorých sú nielen byty (napr. súťažné a hromadné pívničné klobky, práčovne, sušiarne, žehliarne, kočikárne a iná domová vybavenosť); vtedy sa do  $S_j$  započítava celá pôdorysná plocha bytov (bytu) a príslušných vodorovných a zvislých domových komunikácií (zádverie, chodba, schodiskový priestor, výťahové šachty), ohraničená vonkajším lícom obvodových stien vždy hrúbky 0,30 m a vonkajším lícom vnútorných stien (za ktorými sú ostatné nebytové priestory podlažia),

$h_j$  — konštrukčná výška  $j$ -teho podlažia [m].

Koby sa  $S_j$  počítalo ohraničené vnútorným lícom obvodových stien, muselo by sa zváčsiť kritérium  $E_N = 9,3 \text{ MWh}/\text{byt}$ , rok, ktoré je už veľmi vzíté v odbornej verejnosti.

Spotreba energie  $E$ , vypočítaná podla  $V_{bč}$  zo vzťahu (12), sa stáva nezávislou od hrúbky obvodových stien, od objemu obostavaných priestorov, ktoré nepatria do bytovej časti objektu a normové kritérium  $E_N = 9,3 \text{ MWh}/\text{byt}$ , rok môže zostať zachované.

#### Tepelná strata $Q_N$

Podla čl. 21 v ČSN 73 0540 sa normové kritérium  $E_N = 9,3 \text{ MWh}/\text{byt}$ , rok vzťahuje na tepelné straty stanovené pre teplotu vonkajšieho vzduchu  $t_e = -15^\circ\text{C}$ .

Čl. 51 v ČSN 73 0549 stanovuje, že  $Q_N$  je tepelná strata budovy, stanovená podla ČSN 06 0210 pri uvažovaní neprerušovaného spôsobu vykurovania.

Všeobecne zo SEI ČSR [1, str. 35] píše, že  $Q_N$  je tepelná strata budovy zmenšená o tepelnú stratu technických podlaží a suterénu. Teda nejde už o tepelnú stratu budovy, ako to stanovuje čl. 51 v ČSN 73 0549, ale iba o tepelnú stratu bytovej časti budovy. Snáď by bolo správne označiť túto tepelnú stratu vo výťahoch (3), (6), (8), (9) a (11) ako  $Q_{N,bč}$ .

Tepelná strata  $Q_N$  je súčtom tepelnej straty priestupom tepla  $Q_p$  a tepelnej straty vetraním  $Q_v$ , teda

$$Q_N = Q_p + Q_v,$$

pričom podla čl. 17 v ČSN 06 0210

$$Q_v = 1300 \sum (i \cdot l) B M (t_i - t_e).$$

Z tejto rovnice vidno, že je potrebné ešte jednoznačne stanoviť charakteristické číslo budovy  $B$  [ $\text{Pa}^{0,67}$ ] a charakteristické číslo miestnosti  $M$  [—].

SEI ČSR a VÚPS Praha doporučujú [1, str. 35] používať hodnotu  $M = 0,7$  a tak ostáva ešte problém aké  $B$  uvažovať pre výpočet  $E$ . Možné hodnoty  $B$  sa pohybujú podľa tab. 6 v ČSN 06 0210 od  $B = 3$  do  $B = 16$ , podľa toho, či je budova

- a) v normálnej krajine alebo v krajine s intenzívnymi vetrami,
- b) v chránenej, nechránenej alebo veľmi nepriaznivej polohе,
- c) radová alebo osamelo stojaca.

Bod c) je daný druhom samotnej budovy. Body a) a b) stanovili Pokyny MVT ČSR [3] a Pokyny MVT SSR [4] takto:

- a) normálna krajina,
- b) nechránena poloha,
- čo dáva pre radovú budovu  $B = 6$  a pre osamelo stojacu budovu  $B = 8$ .

Uvažujeme, že by budova bola v krajine s intenzívnymi vetrami v nechránenej polohе. Vtedy je pre radovú budovu  $B = 9$  a pre osamelo stojacu budovu  $B = 12$ , a teda  $Q_v$  bude o 50 % väčšie než v normálnej krajine (podľa Pokynov). A keby sme uvažovali, že by budova bola v krajine s intenzívnymi vetrami vo veľmi nepriaznivej polohе, vtedy je pre radovú budovu  $B = 12$  a pre osamelo stojacu budovu  $B = 16$ , a teda  $Q_v$  bude o 100 % väčšie než pre tú istú budovu v normálnej krajine v nechránenej polohе (podľa Pokynov). Ako to, že v súčasnej dobe, v ktorej ide o ušetrenie každej tony merného paliva, toto nikoho neboli?

Jedním z východísk je, aby boli k dispozícii obvodové okná a dvere s rôznymi súčinitelmi prievidzdušnosti  $i$  [ $\text{m}^3\text{s}^{-1}/\text{m} \text{ Pa}^{0,67}$ ] tak, aby bola tepelná strata  $Q_v$  pre všetky uvažovateľné  $B = 6$  až 16 približne rovnaká, samozrejme pri splnení hygienickej požiadavky čl. 25 v ČSN 06 0210, že intenzita výmeny vzduchu miestnosti infiltráciou vplyvom vetra nemá byť menšia než  $n = 0,3^{-1}$ . Pri  $M = 0,7$  sú z tohto hľadiska potrebné tiež súčinitele prievidzdušnosti škár i v závislosti od  $B$  [5, str. 32]:

$$\begin{aligned} \text{pre } B = 6 & \quad i = 1,4 \cdot 10^{-4} \\ B = 8 \text{ a } 9 & \quad i = 0,9 \cdot 10^{-4} \\ B = 12 \text{ a } 16 & \quad i = 0,5 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

Potom by bolo správne definovať  $Q_{N,bč}$  podla ČSN 06 0210 pri  $t_e = -15^\circ\text{C}$  takto:

- $Q_{N,bč}$  je tepelná strata tých vykurovaných priestorov budovy, ktoré sú započítané do obostavaného priestoru bytovej časti  $V_{bč}$  podľa vzťahu (12)
- Pri výpočte  $Q_v$  sa uvažuje vždy  $M = 0,7$  a rozlišujú sa
- typové projekty hromadnej bytovej výstavy, pre ktoré sa vypočíta  $Q_v$  a posudzuje  $E \leq E_N = 9,3 \text{ MWh}/\text{byt}$ , rok
- v radových budovách s uvažovaním  $B = 6, 9$  a 12,

- v osamelo stojacich budovach s  $B = 8, 12 \text{ a } 16$  a budova vyhovuje pre príslušnú kombináciu z tab. 1,
- jednotlivé netypové projekty, v ktorých sa uvažuje vždy daná krajina a daná poloha budovy.

Tab. 1 Hodnoty pre radovú a osamelo stojacu budovu a īm prislúchajúca krajina a poloha budovy

B pre bu-dovu		Krajina	Poloha budovy
ra-dovú	osamelo sto-jacu		
3	4	normálna	chránená
6	8	normálna	nechránená
		s intenzívnymi vetrami	chránená
9	12	normálna	veľmi nepriaznivá
		s intenzívnymi vetrami	nechránená
12	16	s intenzívnymi vetrami	veľmi nepriaznivá

Takto stanovené  $Q_N$ , bude sa vzťahovať len na obostavený priestor bytovej časti  $V_b$  a podnecuje zainteresované zložky k riešeniu diferencovanej tesnosti škár obvodových okien a dverí, čo má značný význam pre dosiahnutie úspory energie na vykurovanie budov v krajinе s intenzívnymi vetrami alebo vo veľmi nepriaznivej polohe.

## Literatúra

- [1] Všetečka, J.: Energeticky pípustné požadavky na bytovou, rodinnou, občanskou, průmyslovou a zemědělskou výstavbu, Informace SEI, č. 4/1981.
- [2] Barna, J.: Výpočet spotreby tepla obytných budov, Zdravotní technika a vzduchotechnika, č. 1/1981.
- [3] Pokyny MVT ČSR ze dne 31. 1. 1979 pro zabezpečení revízie typových podkladov objektov bytových a občanských stavieb KBV.
- [4] Pokyny MVT SSR pre zabezpečenie revízie typových podkladov objektov bytových a občanských stavieb KBV, Bratislava, január 1979.
- [5] Fehér, J.: Prievzdušnosť škár okien a úspora

energie na vykurovanie v budovách výšky do 25 m, Zdravotní technika a vzduchotechnika, č. 1/1982.

ČSN 06 0210 — 1977 Výpočet tepelných strát budov pri ústredním vytápení.

ČSN 73 0540 — 1979 Tepelné technické vlastnosti stavebních konštrukcií a budov. Názvosloví. Požadavky a kritéria.

ČSN 73 0549 — 1979 Tepelné technické vlastnosti stavebních konštrukcií a budov. Výpočtové metódy.

О расчете расхода энергии для отопления мерной квартиры

Доц. Инж. Ян Фегер, к. т. н.

В статье предлагается преобразование расчета расхода тепла для отопления так называемой мерной квартиры ( $200 \text{ m}^3$ ), который требован чехословацким стандартом ЧСН 73 0540 как контроль достаточности теплозащиты жилых зданий. Предлагаемое преобразование имеет за цель устранить некоторые недостатки расчета (в особенности недостатки с определением застроенного пространства жилищной части дома) с которыми встречаются проектировщики на практике.

## Calculation of the energy consumption for heating of a specific dwelling

Doc. Ing. Ján Fehér, CSc.

The article deals with modification of the calculation of the heat consumption for heating of the so called specific dwelling ( $200 \text{ m}^3$ ) as required by the Czechoslovak standard ČSN 73 0540 as a control of the sufficient thermal protection of residential buildings. This modification has to remove some deficiencies of the calculation (above all deficiencies of the determination of the built-up area of the dwelling part of the house) which designers meet with in their practice.

## Berechnung des Energieverbrauchs zur Heizung einer spezifischen Wohnung

Doz. Ing. Ján Fehér, CSc.

Im Artikel gibt man einen Entwurf auf die Umformung einer Berechnung des Wärmeverbrauchs zur Heizung einer sog. spezifischen Wohnung ( $200 \text{ m}^3$ ) ein, die der tschechoslowakische Standard No 73 0540 zur Kontrolle eines genügenden Wärmeschutzes der Wohngebäude beansprucht. Durch die entworfene Umformung verfolgt man das Ziel, einige Berechnungsmängel (besonders bei der Bestimmung des umgebenen Raumes eines Wohnhauses), auf die die Projektanten in der Praxis gestossen, zu beseitigen.

## **Calcul de la consommation d'énergie pour le chauffage d'un logement spécifique**

*Doc. Ing. Ján Fehér, CSc.*

L'article présenté comprend un projet de l'adaptation d'un calcul de la consommation de chaleur pour le chauffage d'un logement spécifique (200 m<sup>3</sup>) lequel le standard tchéco-

slovaque No 73 0540 demande comme un contrôle de la suffisance d'une protection thermique des bâtiments habités. Le but de cette adaptation projetée est de supprimer quelques défauts d'un calcul (avant tout, à la détermination d'un espace entouré de la part d'habitation d'une maison) avec lesquels les projeteurs se rencontrent en pratique.

### **Poznámka recenzenta**

Kontrolní výpočet spotřeby tepla pro vytápění obytných domů podle požadavků ČSN 73 0540 vyvolává v praxi četné obtíže. Problémy jsou zejména s určením obestavěného prostoru obytné části domu, jak se o tom zmíňuje také článek doc. Fehéra. Kromě toho není postup předepsaný ČSN 73 0450 plně v souladu s postupem podle ČSN 38 3350 o navrhování centralizovaného zásobování teplem. Jasno do problému neprinesly ani pokyny Federálního ministerstva paliv a energetiky č. 3/81. Je tedy zřejmé, že otázku předběžného (podle ČSN 38 3350) a kontrolního (podle ČSN 73 0540) výpočtu spotřeby tepla bude nutno závazně řešit novými úředními pokyny, popř. doplňky ke stávajícím normám. Z tohoto hlediska je tedy nutno článek doc. Fehéra považovat za diskusi k problému a doporučení uvedená v článku za osobní názor autora, nikoliv za oficiální stanovisko.

## **R O Z H L E D Y**

**Z T V 1/83**

### **INOVACE VE VYTÁPĚNÍ**

*Ing. Jaroslav Škorpil, CSc., ČKD DUKLA*

#### **Úvod**

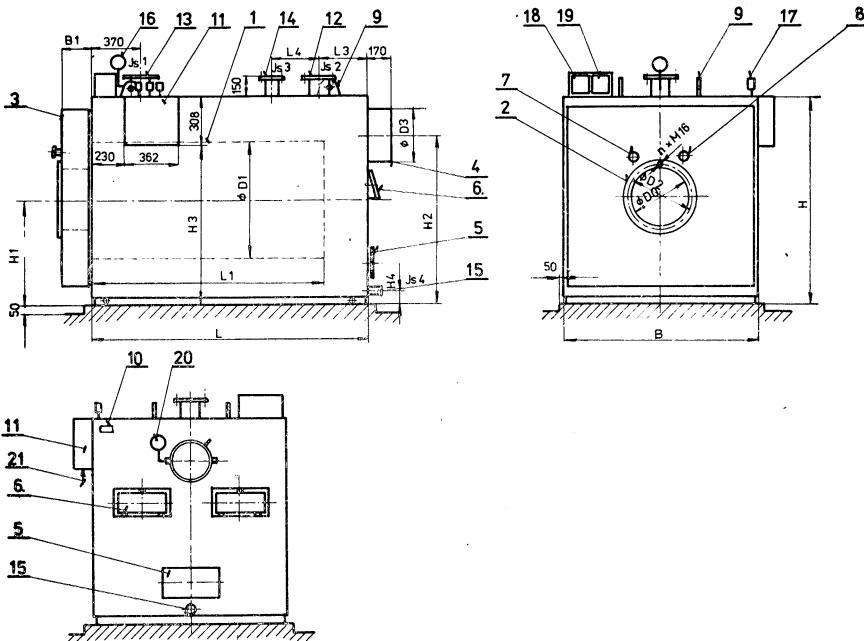
V průběhu 6. PLP byl v n.p. ČKD DUKLA vypracován pro obor vytápění rozsáhlý inovační program, který časově zasahuje i další období a prakticky zahrnuje celý výrobní i dodavatelský sortiment našeho podniku pro uvedený obor. Výrobní sortiment byl v rámci tohoto programu zcela dokončován a nově inovován. Nově zaváděné výrobky jako např. eletrokotle s odporovými topnými clánky, přepravitelné zdroje tepla na spalování LTO, expanzní tlakové nádoby s membránou apod. byly již dříve popsány v jednotlivých příspěvcích. Autor si klade za cíl svým příspěvkem podat souhrnnou informaci o nových či inovovaných výrobcech n.p. ČKD DUKLA v oboru 484 „Zařízení pro ústřední vytápění“ a o připravovaném vývoji nových zařízení.

#### **Vzorové projekty**

*Vzorové projekty topenářských plynových kotelen*

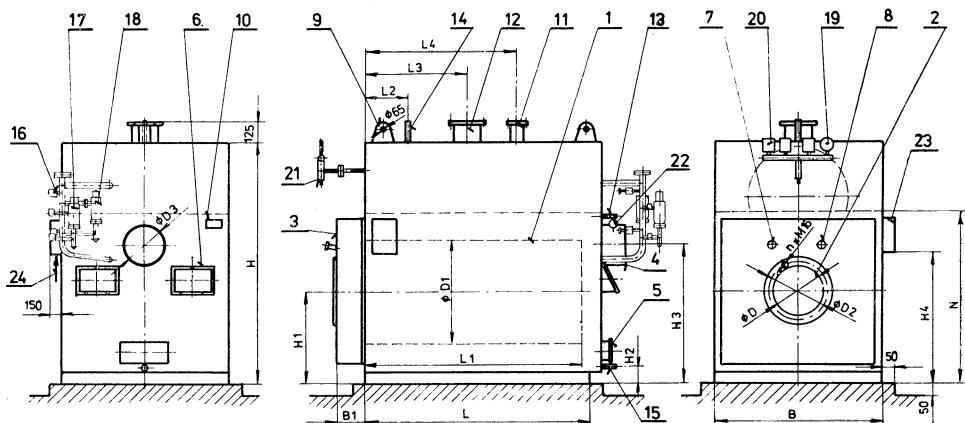
N.p. ČKD DUKLA se stal v minulých letech hlavním dodavatelem kotelen s kotli Buderus a zejména rozsah dodávek těchto zařízení pro Prahu a Bratislavu vyvolal potřebu řešit tyto kotely jednotně. V rámci resortního úkolu RVT byly proto vypracovány vzorové projekty kotelen s kotli typu OMNIMAT PGV na spalování zemního plynu, jejichž zámerem bylo nejen vytvoření vzorů pro realizaci a projektové opakování, ale též snaha po optimálním řešení. Výkonová řada plynových kotelen od výkonu 1 MW do 20 MW má deset typů o těchto parametrech:

Typ kotelny	Výkon [MW]	Počet kotlů	Typ kotlů	Typ hořáku ČKD DUKLA	Typ hořáku I. BZKG
TVZ 009	0,9	3	PGV 25	PHD 30 PZ	—
TVZ 014	1,4	3	PGV 40	PHD 50 PZ	APH 05
TVZ 023	2,3	3	PGV 65	PHD 80 PZ	APH 15
TVZ 035	3,5	3	PGV 100	PHD 120 PZ	APH 15
TVZ 046	4,6	4	PGV 100	PHD 120 PZ	APH 15
TVZ 074	7,4	4	PGV 160	PHD 200 PZ	APH 30
TVZ 116	11,6	4	PGV 250	—	APH 30
TVZ 139	13,9	4	PGV 300	—	APH 30
TVZ 174	17,4	5	PGV 300	—	APH 30
TVZ 209	20,9	6	PGV 300	—	APH 30



Obr. 1. Rozměrový náčrtek teplovodního kotle PGV

1 — spalovací komora	8 — otvor pro kontrolní měření	15 — vypouštěcí hrdlo
2 — otvor pro hořák	9 — závěsy pro transport	16 — tlakomér
3 — přední víko	10 — výrobní štítek	17 — regulátor teploty
4 — kourový nástavec	11 — svorkovnicová skřínka	18 — teplomér vstupní vody
5 — čisticí dveře	12 — výstupní hrdlo	19 — teplomér výstupní vody
6 — explozivní klapky	13 — výstupní hrdlo	20 — teplomér spalin
7 — nahlížecí otvor	14 — pojistné hrdlo	21 — přívod el. proudu



Obr. 2. Rozměrový náčrtek parního kotle PGP

1 — spalovací komora	9 — závěsy pro transport	17 — hlídac hladiny
2 — otvor pro hořák	10 — výrobní štítek	18 — regulátor hladiny
3 — dveře kotle	11 — pojistné hrdlo	19 — tlakomér
4 — kourový nástavec	12 — parní hrdlo	20 — regulátor tlaku
5 — čisticí dveře	13 — napájecí hrdlo	21 — komora manometrů
6 — explozivní klapky	14 — odvzdušňovací hrdlo	22 — teplomér spalin
7 — nahlížecí otvor	15 — vypouštěcí hrdlo	23 — svorkovnicová skřínka
8 — otvor kontr. měř.	16 — vodoznak	24 — přívod el. proudu

Tab. 1. Hlavní technické údaje teplovodních kotlů PGV

typ kotel PGV	25	40	65	100	160	250	300
číslo JKPOV plyn 484 163 olej	253 401 253 400	262 401 262 400	266 401 266 400	272 401 272 400	277 401 277 400	283 401 283 400	286 401 286 400
tepelný výkon [MW]	0,29	0,46	0,73	1,15	1,86	2,9	3,4
minimální průtok vody [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ]	4,1	6,6	10,8	16,7	26,6	41,6	50,0
Konstrukční přetlak [MPa]			0,6				
Max. teplota výst. vody [ $^{\circ}C$ ]			110				
min. teplota vstup. vody [ $^{\circ}C$ ]			70				
účinnost kotle [%]			87—89				
odpor kotle na straně spalin [Pa]	160	240	280	400	420	570	680
vodní obsah [ $m^3$ ]	0,325	0,425	0,680	1,050	2,5	3,7	4,2
provozní hmotnost [t]	1,43	1,72	2,57	3,66	7,4	10,5	12,7
dopravní hmotnost [t]	0,83	1,12	1,6	2,25	3,8	5,3	6,2
zatížení základu [kPa]	125	140	191	225	233	287	330
délka kotle $L$	1280	1540	1690	1950	2445	2785	2955
šířka kotle $B$	960	1065	1230	1420	1780	2010	2120
výška kotle $H$	1030	1135	1300	1455	1820	2080	2190
výška hořáku $H_1$	550	600	685	760	945	1075	1130
síla víka $B_1$	185	185	240	270	345	365	365
výška nástavce $H_2$			1045	1160	1460	1680	1766
průměr nástavce $D_3$	219	272	324	377	470	530	630
výstupní hrdlo Js1/Jt6 I	80	100	125	150	150	200	200
vstupní hrdlo Js2/Jt6 I	80	100	125	150	150	200	200
vzdálenost $L_3$	285	285	305	305	510	510	510
pojistné hrdlo Js3/Jt6 I	50	50	65	65	80	100	100
vzdálenost $L_4$	300	300	300	300	600	600	600
vypouštění Js4	1''	1''	1''	1''	5/4''	5/4''	5/4''
výška $H_4$	80	80	80	144	142	142	142
průměr komory $D_1$	500	580	700	850	1000	1200	1300
délka komory $L_1$	1053	1313	1443	1703	2129	2469	2647
otvor pro hořák D0	240	240	300	350	410	410	410
roztečný průměr šroubů $D_2$	360	360	440	480	480	550	550
počet šroubů M16	4	4	6	8	8	8	8
výška $H_3$	722	827	993	1147	1400	1400	1400

Racionální dispoziční usporádání technologického zařízení, které bere v úvahu technologickou návaznost jednotlivých výrobků, zkušenosti s provozem výtopen a inovaci jednotlivých prvků zařízení, umožňuje dosáhnout podstatné zkrácení vnitřních potrubních rozvodů a snížení množství použitých armatur, a to až o 35 %.

#### Vzorové projekty elektrokotelen s odporovými elektrokoteli

Vzorové projekty elektrokotelen s odporovými elektrokoteli n.p. ČKD DUKLA byly vypracovány v rámci státního úkolu RVT. V současné době jsou zpracovány výkonové varianty  $2 \times 400$  kW a  $4 \times 400$  kW instalovaného elektrického výkonu, připravují se další varianty elektrokotelen s elektrokoteli s odporovými topnými články, které n.p. ČKD DUKLA vyrábí (EOK 250, EOK 400 a EOK 630).

#### Inovace výrobků

##### Topenářské kotle teplovodní typu PGV

Ocelové kotle teplovodní typu PGV byly inovovány na základě licence zakoupené od

západoněmecké firmy Buderussche Eisenwerke.

Konstrukce kotlů PGV odpovídá normě ČSN 07 0240, kotle se vyrábějí ve výkonové řadě od 290 do 3 400 kW. Rozměrový náčrtek s hlavními rozměry je uveden na obr. 1, hlavní technické údaje v tab. 1. Kotle typu PGV jsou určeny pro přetlakové spalování kapalných a plynných paliv, jsou třítahové, s obrato-vou spalovací komorou, třetí tah tvorí svazek kouřových trubek, které jsou prolisovány do tvaru spirály, čímž je docilováno turbulence kouřových plynů a zvýšeného přestupu tepla ze spalin.

##### Topenářské kotle parní nízkotlaké typu PGP

Ocelové kotle parní nízkotlaké typu PGP byly rovněž inovovány na základě zakoupené licence od firmy Buderussche Eisenwerke.

Konstrukce kotlů PGP odpovídá normě ČSN 07 0240, kotle se vyrábějí ve výkonové řadě od 730 do 1 860 kW. Rozměrový náčrtek s hlavními rozměry je uveden na obr. 2, hlavní technické údaje v tab. 2. Kotle typu PGP jsou určeny pro přetlakové spalování kapalných

Tab. 2. Hlavní technické údaje parních kotlů PGP

typ kotle PGP	65	100	160
číslo JKPOV plyn 484 163	266 401	272 401	277 401
olej	400	400	400
tepelný výkon [MW]	0,73	1,15	1,86
parní výkon max. [t/h]	1,14	1,75	2,8
konstrukční přetlak [MPa]	0,05	0,05	0,05
minim. teplota napájecí vody [°C]	70	70	70
účinnost kotle [%]	87—89	87—89	87—89
odpor kotle na straně			
spalin [Pa]	280	400	420
vodní obsah [m³]	0,78	1,3	2,8
provozní hmotnost [t]		4200	
dopravní hmotnost [t]		2900	
zatížení základů [kPa]		258	
délka kotle <i>L</i>	1515	1930	2215
šířka kotle <i>B</i>	1230	1420	1750
výška kotle <i>H</i>	1894	2140	2626
výška normálu vody <i>N</i>	1300	1455	1820
výška hořáku <i>H1</i>	685	760	945
síla dveří <i>B1</i>	240	270	345
výška nástavce <i>H3</i>	1045	1160	1460
průměr nástavce <i>D3</i>	324	377	470
parní hrdlo Jt6 Js	200	200	250
vzdálenost <i>L3</i>	819	874	1045
napájecí hrdlo Jt 6 Js	G 5/4"	G 5/4"	G 6/4"
pojistné hrdlo Jt 6 Js	100	100	125
vzdálenost <i>L4</i>	1194	1300	1710
odvzduš. hrdlo Jt 6 Js	G 3/4"	G 3/4"	G 3/4"
vzdálenost <i>L2</i>	343	346	495
vypoušt. hrdlo Jt 6 Js	G 1"	G 1"	G 5/4"
výška hrda <i>H2</i>	80	144	142
průměr komory <i>D1</i>	700	850	1000
délka komory <i>L1</i>	1443	1703	2129
otvor hořáku <i>D</i>	300	350	410
rozteč šroubů <i>D2</i>	440	480	480
počet šroubů M 16 n	6	8	8
výška skřínky <i>H4</i>	1147	1147	1147

a plynných paliv, jsou třítauhové, s obratovou spalovací komorou, třetí tah tvoří svazek kouřových trubek, které jsou prolisovány do tvaru spirály.

#### Hořáky monoblokové na kapalná paliva

Hořáky monoblokové na kapalná paliva typu MHD-P byly inovovány v rámci úkolu RVT, inovace se zaměřily na zvýšení provozní spolehlivosti.

Hořáky typu MHD-P vyhovují normě ČSN 07 5852, podmínkám schvalování a kritériím povinného hodnocení hořáků na plynná a kapalná paliva. Objednávání, dodávání, přejímká a montáž hořáků MHD-P je podle revidované normy PN 07 5809 (platnost od 1. 3. 1982). Hořáky monoblokového typu MHD-P jsou určeny pro spalování topných olejů L a S podle ČSN 65 7991 a motorové nafty podle ČSN 65 6506 (za předpokladu elektricky odpojeného ohříváče oleje) v přetlakových spalovacích komorách. Vyrábějí se ve výkonové řadě od 330 do 2 200 kW — pět

velikostí. Rozměrový náčrtek hořáků MHD-P je uveden na obr. 3, hlavní rozměry na tab. 3, technické údaje jsou uvedeny v tab. 4.

#### Hořáky monoblokové na plynná paliva

Hořáky monoblokové na plynná paliva typu PHD-PZ byly inovovány v rámci úkolu RVT, inovace se zaměřily na zvýšení provozní spolehlivosti, na zvýšení technickoekonomických parametrů těchto hořáků s ohledem na přechod v palivové bilanci našeho hospodářství od kapalných paliv na zemní plyn, dodávaný ze SSSR.

Hořáky typu PHD-PZ vyhovují normám ČSN 07 5802, ČSN 07 5806, podmínkám schvalování a kritériím povinného hodnocení hořáků na plynná a kapalná paliva. Objednávání, dodávání, přejímká a montáž hořáků PHD-PZ je podle revidované normy PN 07 5821 (platnost od 1. 3. 1982). Hořáky monoblokové typu PHD-PZ jsou určeny ke spalování zemního plynu o výhřevnosti 34 až 36,5 MJ · m⁻³ v přetlakových spalovacích komorách. Vyrábějí se

ve výkonové řadě od 330 do 2 200 kW — pět velikostí.

Rozměrový náčrtek s hlavními rozměry hořáků PHD 30 PZ a PHD 50 PZ je uveden na obr. 4, rozměrový náčrtek hořáků PHD 80 až PHD 200 PZ je uveden na obr. 5, hlavní rozměry v tab. 5. Technické údaje hořáků typu PHD-PZ jsou uvedeny v tab. 6.

#### *Elektrokotle s odporovými topnými články*

Elektrokotle s odporovými topnými články typu EOK byly vyvinuty v rámci dílčího úkolu státního úkolu RVT P 19-123-218/04 a jsou určeny pro akumulační vytápění elektrickým proudem v době nízké spotřeby elektrického proudu během noci. Elektrokotle

EOK kontinuálně ohřívají průtočnou oběhovou vodu, přičemž průtok oběhové vody elektrokotlem musí být konstantní a je předepsán výrobcem.

Elektrokotle typu EOK se vyrábějí o výkonech 250, 400 a 630 kW, konstrukce odpovídá normám ON 07 0260 a ON 06 0008. Rozměrový náčrtek elektrokotlů typu EOK je uveden na obr. 6, hlavní technické údaje v tab. 7.

#### *Akumulační nádrže pro elektrokotelny*

Akumulační nádrže byly nově vyvinuty v rámci úkolu RVT pro akumulační vytápění levným nočním elektrickým proudem. Používají se jako zásobníky tepelné energie akumulované ve vodě. Jejich objem se stanov

Tab. 3. Rozměry monoblokových hořáků typu MHD - P

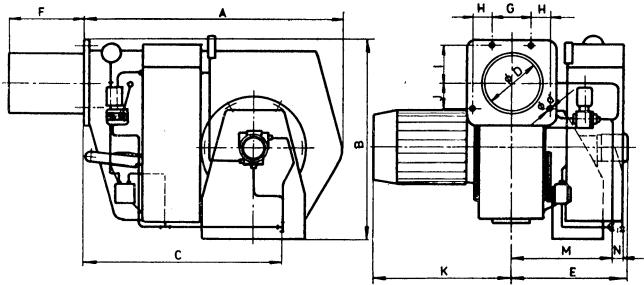
typ hořáku	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	d
MHD 30 P	750	524	590	152	300	200	100	46,5	101	56	326	236	30	17
MHD 50 P	750	524	590	152	300	200	100	46,5	101	56	326	236	30	17
MHD 80 P	810	585	620	192	328	245	120	62	122	75	365	270	30	18
MHD 120 P	810	615	620	192	356	245	120	62	122	75	440	308	35	18
MHD 200 P	855	676	640	250	408	250	220	22,5	130	130	470	308	35	18

Tab. 4. Technické údaje hořáků typu MHD-P

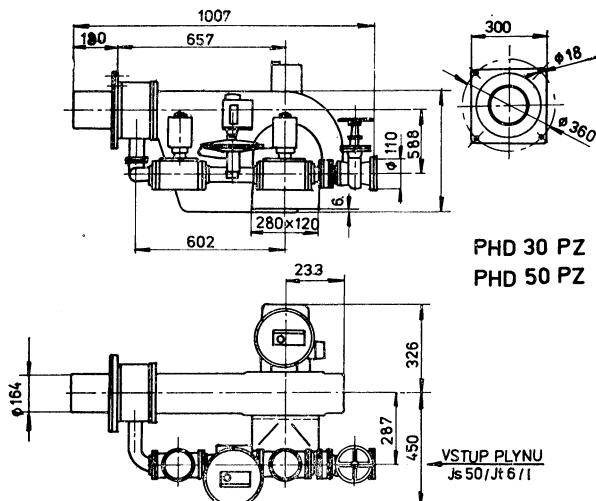
Typ hořáku	MHD 30 P	MHD 50 P	MHD 80 P	MHD 120 P	MHD 200 P
Číslo JKPOV 484	237 155 400	237 163 400	237 169 400	238 173 400	238 178 400
Jmenovitý výkon [kW]	330	550	880	1300	2200
Regulovatelnost [%]		50 – 100			
Vstupní potrubí Js	8	8	8	13	13
Zpětné potrubí Js	6	6	6	8	8
Spotřeba paliva [kg/h]	28	47	76	108	180
Přetlak paliva [MPa]	1 – 2,1	1 – 2,1	1 – 2,1	2 – 2,3	2 – 2,3
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> /h]	375	620	1000	1490	2490
Max. přetlak ve spal.					
komofon [Pa]	400	400	600	1000	1000
Výkon ventilátoru [W]	1500	1500	2200	3000	5500
Otačky ventilátoru [1/min]	2805	2850	2850	2850	2850
Rozměry plamene – Průměr/délka	400/800	500/1100	600/1400	700/1500	800/2200
Viskozita paliva před čerpadlem [m <sup>2</sup> /s]	21 – 53	21 – 53	21 – 53	21 – 53	21 – 53
Hmotnost hořáku [kg]	66	69	77	112	140
El. ohřívač typ	OE 30 SP	OE 50 SP	OE 80 SP	OE 120 SP	OE 200 SP
Příkon ohřívače [W]	1500	2400	3600	6000	7500
Napětí [V]	220	220	220	380	380
Hmotnost ohřívače [kg]	9	11,7	17	26	40
Příkon automatu [kW]	3	4	6	9	11,5
Hmotnost automatu [kg]	36	36	36	36	36

Tab. 5. Rozměry monoblokových hořáků PHD 80 až PHD 200 PZ

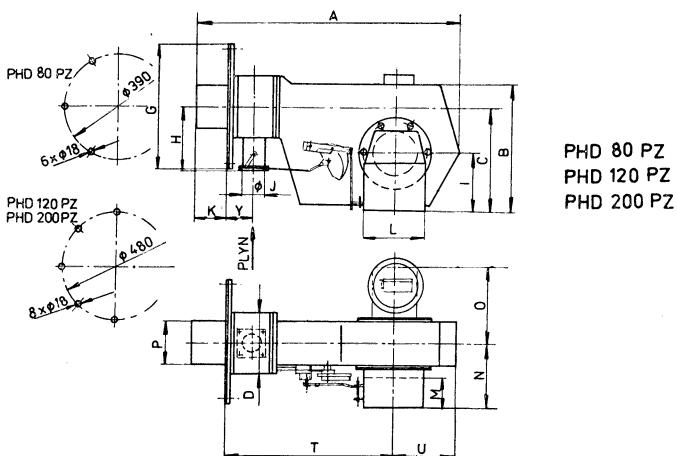
Typ	A	B	C	D	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	T	U	Y
PHD 80 PZ	1228	600	460	280	430	290	260	89/3	224	272	132	290	320	209	724	280	100
PHD 120 PZ	1254	625	485	280	580	290	285	89/3	250	330	160	300	320	209	724	280	100
PHD 200 PZ	1778	626	515	305	580	293	300	89/3	228	312	132	270	470	234	745	305	100



Obr. 3. Rozměrový náčrtek hořáků MHD - P



Obr. 4. Rozměrový náčrtek hořáků PHD 30 P1 a PHD 50 PZ



Obr. 5. Rozměrový náčrtek hořáků PHD 80 až PHD 200 PZ

Tab. 6 Technické údaje hořáků typu PHD - PZ

Typ hořáku	PHD 30 PZ	PHD 50 PZ	PHD 80 PZ	PHD 120 PZ	PHD 200 PZ
Číslo JKPOV 484 268	555 401	563 401	569 401	573 401	578 401
Jmenovitý výkon [kW]	330	550	880	1800	2200
Regulačnost [%]	50	50	50 – 100	80	80
Připojka plynu [J/s]			14 – 15		
Tlak plynu [kPa]					
Spotřeba plynu [m³/h]	35	60	95	140	235
Množství vzduchu [m³/h]	450	750	1200	1900	3200
Max. přetlak ve spal. komofe [Pa]	400	400	600	1000	1000
Výkon ventilátoru [W]	1100	1500	2200	3000	5500
Otačky ventilátoru [1/min]	2850	2850	2850	2850	2850
Rozměry plamene					
Průměr/délka	400/800	500/1000	600/1400	700/1500	800/2200
Hmotnost hořáku [kg]	70	70	125	125	140
Příkon automatu [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	5,5
Hmotnost automatu [kg]	36	36	36	36	36

Tab. 7. Technické údaje a rozměry elektrokotlů s odporovými topnými články

Typ kotle	EOK 250	EOK 400	EOK 630
typový výkon [kW]	250	400	630
instalovaný příkon [kW]	240	390	615
konstrukční tlak [MPa]	0,9	0,9	0,9
max. pracovní teplota [°C]	110	110	110
vodní obsah kotle [m³]	0,6	1,2	0,6
hmotnost kotle bez vody [kg]	1220	1420	1400
počet topných článků [ks]	16	26	41
proudová sestava	3 + N, střídavý 50 Hz, 380 V		
výška kotle <i>H</i>	1550	1550	1550
výška <i>H</i> 1	1850	1850	1850
výška <i>H</i> 2	1690	1690	1690
šířka kotle <i>L</i>	1150	1150	1150
délka tělesa <i>A</i>	880	1680	862
délka kotle <i>B</i>	1540	2340	1522
vzdálenost <i>C</i>	280	640	271
rozteč hrdel <i>D</i>	320	650	320
vzdálenost <i>E</i>	280	320	271
rozteč hrdel <i>F</i>	320	600	320
výška vstupu <i>Y</i>	180	180	180
výška odkalu <i>Z</i>	125	125	125
vstup a výstup vody Js 1/Jt 16	100	150	125
odkal Js 2/Jt 16	40	40	40
pojistný ventil Js 3/Jt 16	50	50	50

podle tepelného výkonu použitých elektrokotlů, denní spotřeby a zvoleného rozdílu teplot vstupní a výstupní vody v otopném systému. Při projektování elektrokotelen a stanovování velikosti akumulačních nádrží se doporučuje použít poradenské služby Dodavatelského závodu n.p. ČKD DUKLA. Rozměrový náčrtek akumulačních nádrží je uveden na obr. 7., rozměry a technické údaje v tab. 8.

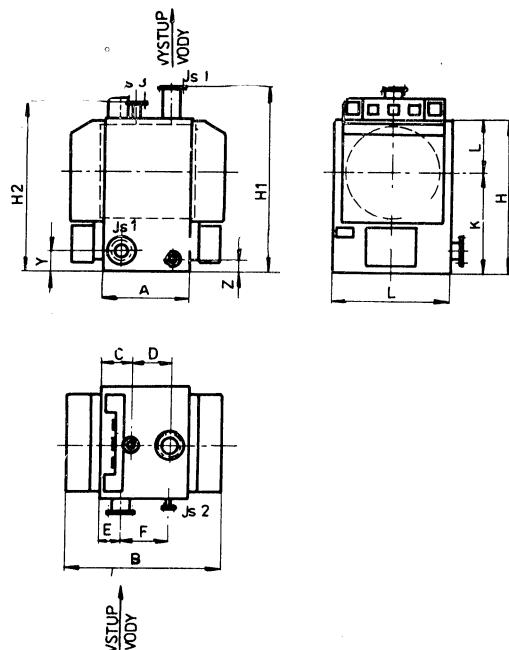
#### Přepravitelné zdroje tepla

Přepravitelné zdroje tepla typu PZT 115 a PZT 186 byly vyvinuty v rámci státního úkolu RVT, n.p. ČKD DUKLA vyrábí v současné době přepravitelné zdroje tepla v provedení teplovodním o výkonech 1,15 a 1,86 MW a v provedení parním nízkotlakém o výkonu 1,15 MW.

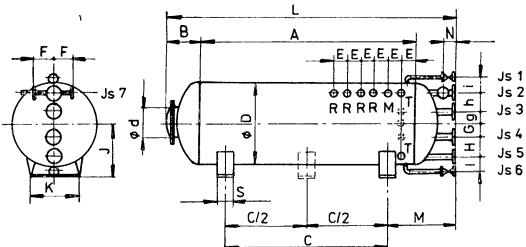
Jako paliva lze použít topného oleje L

Tab. 8. Technické údaje a rozměry akumulačních nádrží ležatých

objem nádrže	[m <sup>3</sup> ]	16	25	40
JKPOV 484 413		240 400	250 400	259 400
průměr nádrže <i>D</i>		2000	2500	3000
délka <i>L</i>		6035	6380	6790
hmotnost nádrže bez vody kg		3197	4900	8380
délka pláště <i>A</i>		4600	4370	4830
délka <i>B</i>		740	880	970
rozteč podstavců <i>C</i>		3195	3300	4030
rozteč návarků <i>E</i>		330	300	440
délka hrdel <i>F</i>		240	200	240
rozteč <i>g/G</i>		350/300	350/550	350/550
rozteč <i>h/H</i>		350/400	600/400	600/400
rozteč <i>i/I</i>		365/365	365/365	615/615
výška <i>J</i>		1200	1450	1700
délka podstavce <i>K</i>		1400	1900	2400
délka <i>M</i>		1160	1500	1390
vzdálenost <i>N</i>		200	200	150
šířka podstavce <i>S</i>		400	400	400
odvzdušnění Js 1/Jt 16		25	25	25
teplá voda do okruhu Js 2/Jt 16		100	100	125
teplá voda z kotle Js 3/Jt 16		100	100	125
voda do kotle Js 4/Jt 16		100	100	125
voda z okruhu Js 5/Jt 16		100	100	125
vypouštění Js 6/Jt 16		25	25	25
k vyrovnávací nádrži Js 7/Jt 16		50	50	50
jímka pro reg. teploty <i>R</i>		M 27 × 2	M 27 × 2	M 27 × 2
jímka pro manometr <i>M</i>		M 20 × 1,5	M 20 × 1,5	M 20 × 1,5
jímka pro teploměr <i>T</i>		M 27 × 2	M 27 × 2	M 27 × 2

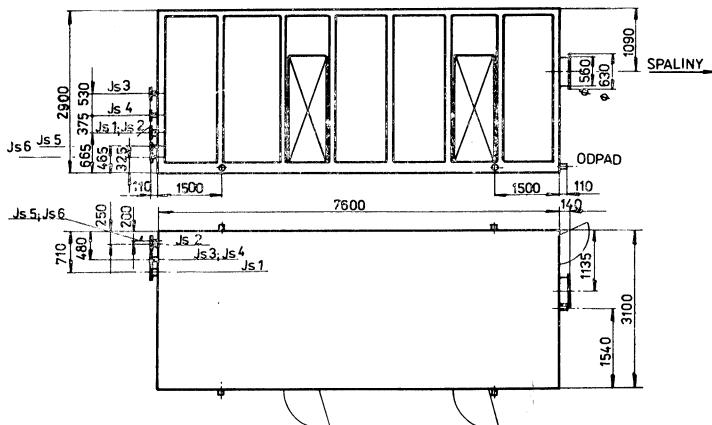
U nádrže 40 m<sup>3</sup> jsou tři podstavce!

Obr. 6. Rozměrový náčrtek elektrokotlů typu EOK



Obr. 7. Rozměrový náčrtek akumulačních nádrží

PZT 115 , PZT 186



Obr. 8. Rozměrový náčrtek přepravitelného zdroje tepla — kotelní díl

Js 1	Výstupní voda	Js 150/Jt 6	lišta
Js 2	Vratná voda	Js 150/Jt 6	lišta
Js 3	Výstupní voda pro ohřev TUV	Js 80/Jt 6	lišta
Jt 4	Vratná voda pro ohřev TUV	Js 80/Jt 6	lišta
Js 5	Přívod oleje ze zásob. dílu	Js 32/Jt 6	lišta
Js 6	Vratný olej do zásob. dílu	Js 32/Jt 6	lišta

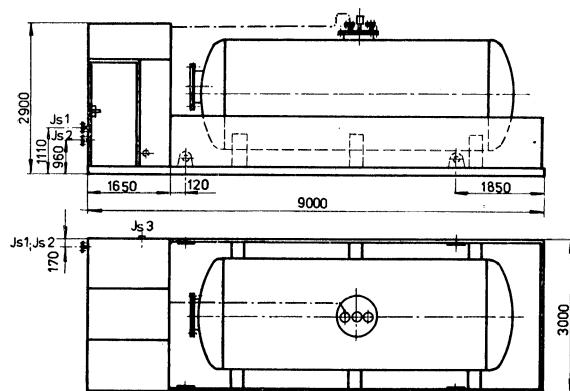
podle ČSN 65 7991 nebo zemního plynu (plynová verze PZT 186 P). Každý typ přepravitelného zdroje tepla je schvalován SZÚ Brno, kotelna je jako celek vybavena veškerým potřebným zařízením pro provoz. Postavení kotelny na místě určení a uvedení do provozu vyžaduje minimální stavební úpravy. Podrobný popis, popis funkce všech zařízení a pokyny pro obsluhu jsou uvedeny v provozních předpisech výrobce. Rozsah dodávky, podmínky pro umístění a nároky na stavební úpravy a další technické údaje jsou uvedeny v technických dodacích podmírkách výrobce.

Rozměrový náčrtek PZT 186 a PZT 115 — kotelní díl je uveden na obr. 8, zásobníkový díl na obr. 9, — komín na obr. 10, platí pro olejovou verzi.

#### Závěr

Uvedené nové či inovované výrobky budou tvořit podstatnou část výrobního programu n.p. ČKD DUKLA v této pětiletce v oboru vytápení. Další vývoj nových výrobků v tomto období bude zaměřen na racionalní využití paliv a energie, zasáhne i oblast netradičních zdrojů energie.

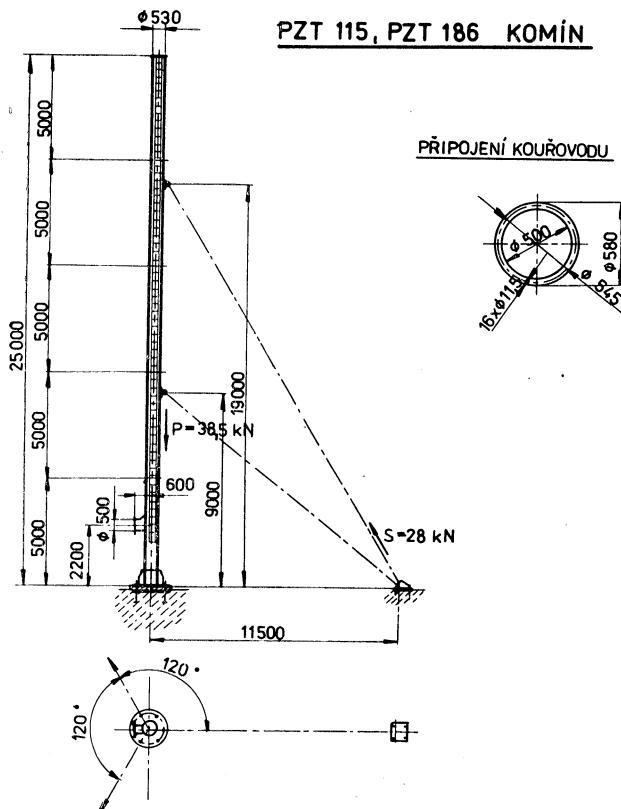
PZT 115 , PZT 186 ZÁSOBNÍKOVÝ DÍL



Obr. 9. Rozměrový náčrtek přepravitelného zdroje tepla — zásobníkový díl

Js 1 Js 2	Výstup oleje Vratný olej	Js 32/Jt 6 Js 32/Jt 6	lišta lišta
--------------	-----------------------------	--------------------------	----------------

PZT 115, PZT 186 KOMÍN



Obr. 10. Rozměrový náčrtek přepravitelného zdroje tepla — komín

# SPECIÁLNÍ RADIÁLNÍ VENTILÁTORY RSZ(5) PRO UMĚLÉ TAHY

Ing. Slavomil Novotný

Do roku 1981 byly používány pro umělé tahy kotlů speciální radiální ventilátory RSZ(1) podle podnikové normy PM 12 3140. V souvislosti se změnou technicko ekonomické životnostní ventilátorů z 9 na 7 let bylo nutné nahradit typ RSZ(1) typem novým o vyšších užitních hodnotách.

Z uvedených důvodů, ve zkráceném čase, zahájil závod ZVVZ Prachaticce vývoj a výrobu nových ventilátorů RSZ(5), které se projektují podle technických podmínek TP 12 3255 doby, než bude vydána podniková norma.

## Popis, konstrukce, technické podmínky, označování

Speciální radiální středotlakové ventilátory RSZ(5) se vyrábějí ve velikostech 315, 560, 710 a 900 (průměr oběžného kola v mm), v uspořádání na spojku.

Oběžné kolo je nasazeno letmo na hřídel, což umožňuje snadnou demontáž v provozu. Hřídel je uložen ve dvou valivých ložiskách, s možností naklápnění. Spojení hřídele a čepu elektromotoru je pružnou spojkou. Na hřídeli mezi spirální skříní a ložiskem je uložen chladicí kotouč, který zamezuje průniku tepla

vedením a sáláním k valivému ložisku. Kromě chladicího kotouče je na spirální skříně umístěna tepelná clona k omezení sálání na kotouč i ložisko. Většina dílů ventilátoru je zhotovena z oceli třídy 11, náboje oběžných kol jsou z litiny, chladicí kotouč z hliníkové slitiny.

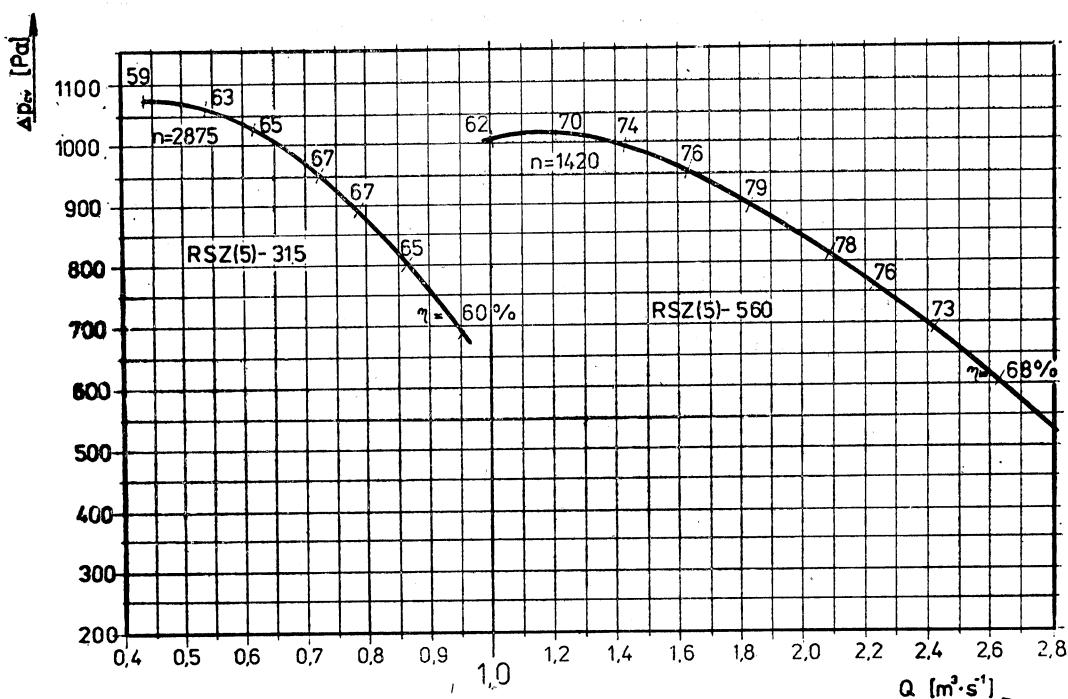
Konstrukce ventilátoru umožňuje použití pro teplotu vzdušiny až do +360 °C při teplotě okolí ventilátoru —20 °C až +40 °C. Poloha spirální skříně a smysl otáčení oběžného kola se určují ze strany sání. Jsou dodávány polohy 90, 135 a 225 ° podle státní normy ČSN 12 2001.

Ventilátor se většinou kotví na betonový základ. Jinak je možné umístit ventilátor na tuhou ocelovou konstrukci.

Ventilátor RSZ(5) velikosti 315, pravotočivý s polohou spirální skříně 135 ° se označí: Ventilátor RSZ(5) 315-TP 12 3255 — P 135°

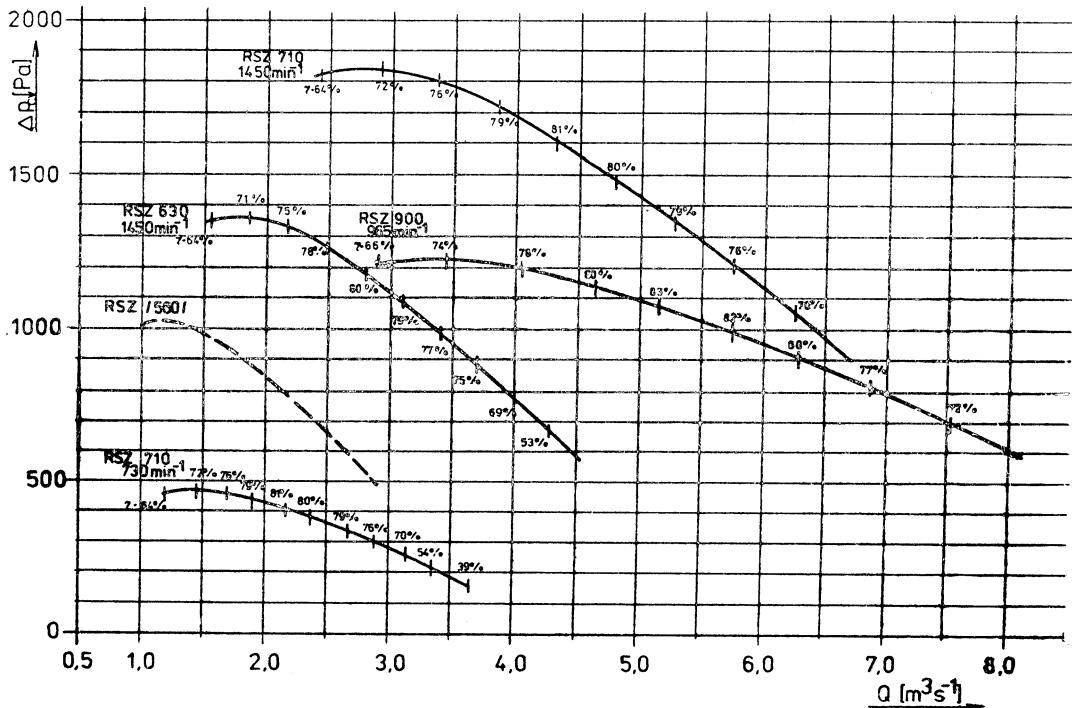
## Technické náležitosti objednávky:

— označení podle vzoru	[m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> ]
— průtok vzdušiny	[Pa]
— celkový tlak ventilátoru	[°C]
— teplota a druh vzdušiny	[°C]
— teplota okolí ventilátoru	[°C]
— údaje pro určení elektromotoru	



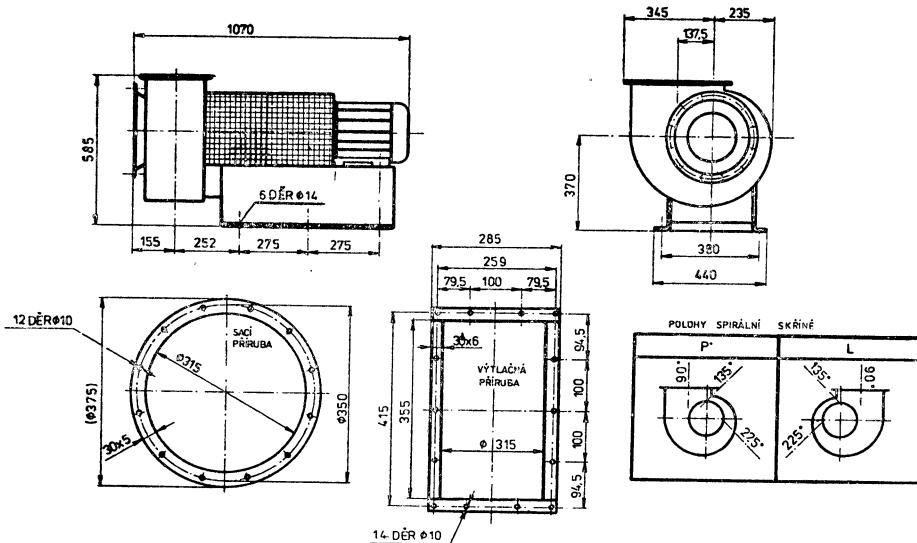
Obr. 1 Charakteristiky ventilátorů RSZ(5) 315 a 560 — závislosti průtoku  $Q_v$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] a celkového tlaku  $\Delta p_{cv}$  [Pa] při hustotě vzdušiny  $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot m^{-3}$ .

# CHARAKTERISTIKY RSZ(5)-630,710,900, /560/



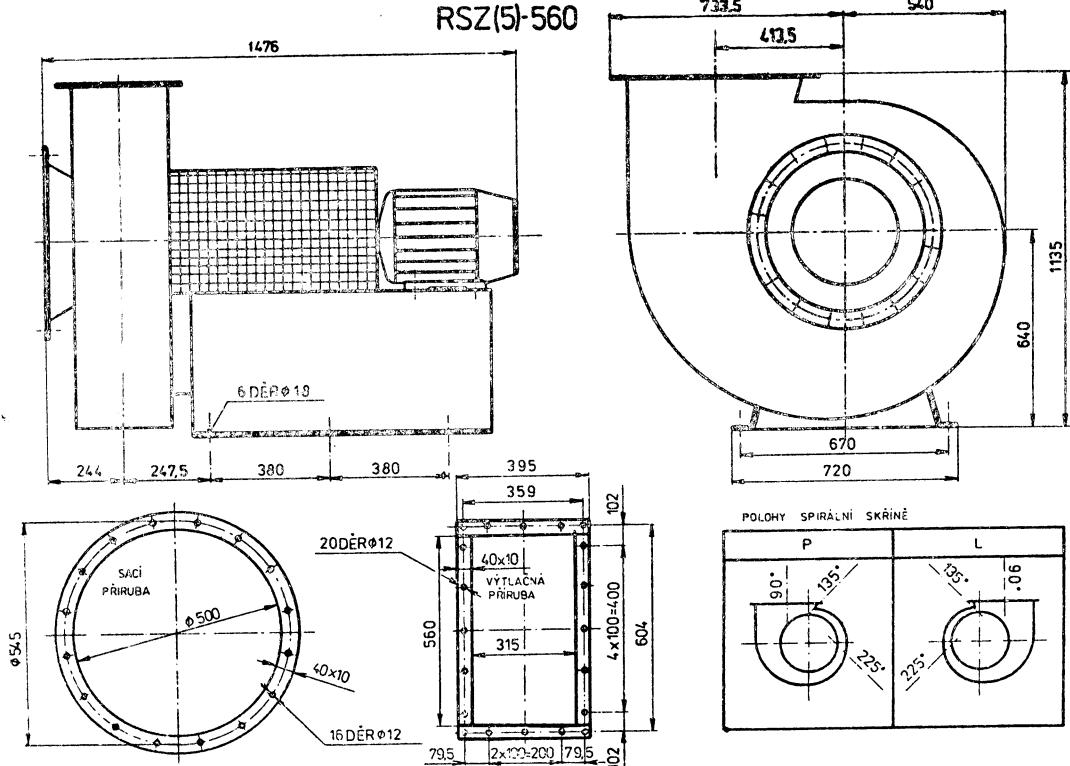
Obr. 2. Charakteristiky ventilátorů RSZ(5) 630, 710, 900 — závislosti průtoku  $Q_v$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] a celkového tlaku  $\Delta p_{cv}$  [Pa] při hustotě vzdušiny  $\varrho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

## RSZ(5)-315

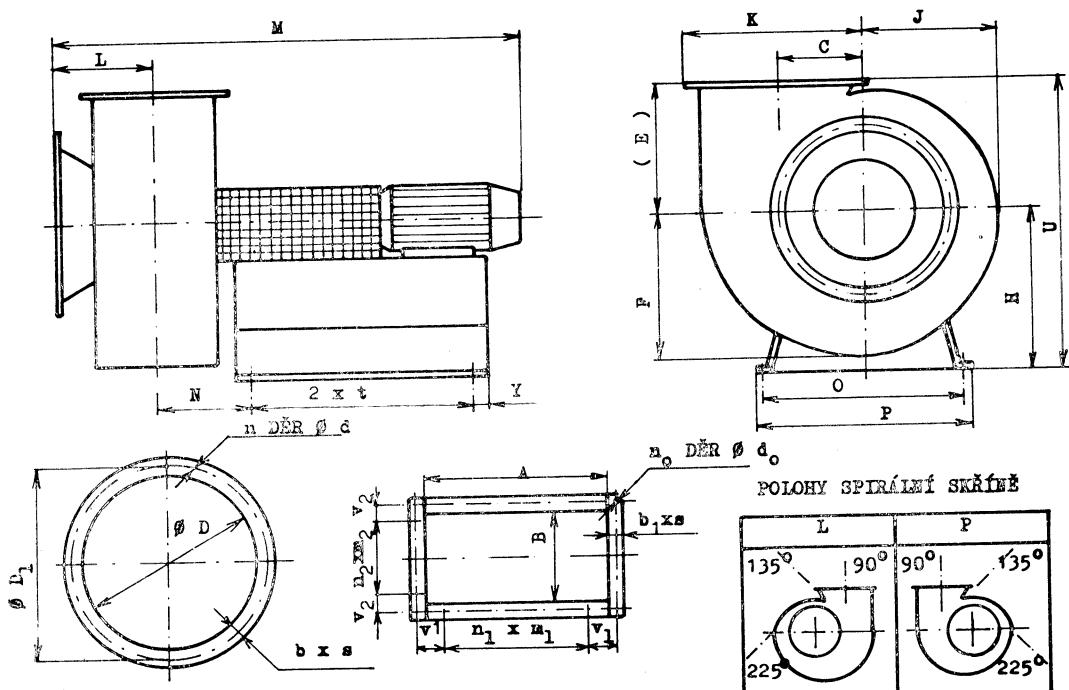


Obr. 3. Hlavní rozměry ventilátoru RSZ(5) 315.

RSZ(5)-560



Obr. 4. Hlavní rozměry ventilátoru RSZ(5) 560.



Obr. 5. Hlavní rozměry ventilátorů RSZ(5) 630, 710 a 900.

## Výkonové parametry, rozměry, bezpečnost a provoz

Určení ventilátoru provádí projektant podle daných pracovních podmínek a požadovaných parametrů.

Ventilátor velikosti RSZ(5) 315 a 560 má charakteristiku uvedenu na obr. 1. Charakteristika velikosti RSZ(5) 630, 710 a 900 je uvedena na obr. 2.

Hlavní rozměry ventilátoru RSZ(5) 315 jsou uvedeny na obr. 3, rozměry RSZ(5) 560 na obr. 4. Rozměry ventilátorů RSZ(5) 630, 710 a 900 plynou z obr. 5 a tab. 1, 2 a 3. Vzduchotechnické parametry odpovídají teplotě vzdušiny  $+20^{\circ}\text{C}$ , tj. hustotě  $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Ventilátory RSZ(5) jsou opatřeny nátěrovým systémem podle podnikové normy PM 12 0166. Kryt chladicího kotouče, hřidele a spojky je opatřen výstražným oranžovým nátěrem.

Tab. 1. Hlavní rozměry RSZ (5) 630, 710 a 900

velikost	A	B	C	D	D <sub>1</sub>	E	F	H	J	K	L	M	N	O
630	630	355	470	560	605	543	697	750	609	825	280	1775	324	850
710	800	400	507	630	680	829	805	900	704	956	320	1955	372	1000
900	900	500	652	800	860	811	980	1050	857	1153	410	2100	422	1100

Tab. 2. Hlavní rozměry RSZ (5) 630, 710 a 900

velikost	P	U	Y	d	d <sub>0</sub>	d <sub>1</sub>	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	n	n <sub>0</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	b	b <sub>1</sub>
630	930	1293	200	12	12	19	100	100	16	22	5	2	40	40
710	1080	1729	200	12	15	19	120	120	16	22	5	2	45	50
900	1180	1861	200	15	15	24	120	120	20	26	6	3	50	50

Tab. 3. Hlavní rozměry RSZ (5) 630, 710, 900, typy elektromotorů a hmotnosti ventilátorů

velikost	s	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	t	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	ELEKTROMOTOR	HMOTNOST [kg]
630	10	87	99,5	170	1450	AP 132 M4-7,5 kW	611,—
710	12	125	105	500	735 1460	F 160 L23—5,5; 11 kW	835,—
900	12	115	95	500	965	F 160 L06 — 11 kW	1064,—

## AKUMULAČNÍ SCHOPNOSTI RŮZNÝCH KONSTRUKcí STĚN

Již několik let je středem zájmu vliv akumulačních schopností staveb na spotřebu energie pro vytápění. Touto problematikou se zabývá i článek *Ing. R. Sagelsdorfa: Speicherverhalten verschiedener Wandkonstruktionen* v časopise *Clima Commerce International*

č. 7/1981, z něhož přinášíme podstatný výtah.

Cást energie potřebné pro vytápění kryje u všech budov sluneční energie. Přímé a difúzní sluneční záření (dohromady globální záření) ohřívá vnitřek budov jednak přímo (ve větším mříře) světlopropustnými plochami — okny,

Tabulka 1. Provedení modelované stavby

Stavební prvek	Konstrukce (složení)	$d$ [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\varrho$ [kg/m³]	$c$ [Wh/kgK]	$A$ [W/m²K]
střecha	hrubý písek	6	0,70	1800	0,22	0,46
	izolace	8	0,04	30	0,39	
	beton	20	1,80	2400	030	
podlaha (sklep)	potěr	5	1,50	2100	0,30	0,90
	izolace	4	0,04	30	0,39	
	betonový podklad	15	1,80	2400	0,30	
1. těžká stěna	omítka (vně)	2	0,87	1800	0,30	0,54
	zdivo	12,5	0,44	1100	0,26	
	izolace	4,7	0,04	100	0,39	
	zdivo	15	0,44	1100	0,26	
	omítka (uvnitř)	1	0,70	1400	0,26	
2.1 stěna z ne- omítnutých cihel	zdivo	14	0,52	1400	0,26	0,80
	vzduchová mezera	2	1/A = 0,17	30	0,39	
	izolace	2	0,04	1200	0,26	
	zdivo	14	0,47	1400	0,26	
2.2 stěna z ne- omítnutých cihel	omítka (uvnitř)	1	0,70	1400	0,26	0,36
	zdivo	14	0,52	1400	0,26	
	vzduchová mezera	2	1/A = 0,17	30	0,39	
	izolace	8	0,04	1200	0,26	
3. lehká stěna	zdivo	14	0,47	1200	0,26	0,55
	omítka (vně)	1	0,70	1400	0,26	
	dřevotříška	1,8	0,17	800	0,58	
	vzduchová mezera	2	1/A = 0,17	100	0,39	
4. homogenní stěna	izolace	5,8	0,04	800	0,58	0,55
	dřevotříška	1,8	0,17	800	0,58	
	pěnový beton	2	0,87	1800	0,26	
	omítka (uvnitř)	30,5	0,17	600	0,44	
	omítka (vně)	1	0,70	1400	0,26	

Tabulka 2. Potřeba topné energie (v  $10^3$  kWh) pro otopné období (říjen—duben) bez ohledu na účinnost vytápění

Stavba	Povrchové vlastnosti		Konstrukce stěn				
			stěna-typ 1* $k = 0,5$	typ 2.1 0,7	typ 2.2 0,34	typ 3 0,5	typ 4 0,5 W/m² K
rodin- ný domek	0,36	0,97	20,1(18,9)** x 19,1(19,0)	x 22,2(28,8) x	x 17,5(19,0) x	20,2(18,5) x 19,3(18,5)	20,2(18,6) x
	0,54	0,93					
nájem- ní dům	0,65	0,97	193,4(18,7) x 189,3(18,7)	x 207,2(18,7) x	x 179,7(18,8) x	x x x	197,5(18,6) x x

\* viz tab. 1

\*\* v závorce střední teploty vzduchu za celé období

jednak nepřímo (v menší míře) prostřednictvím stěn pláště budovy tak, že část dopadajícího záření absorbovaného do vnějšího povrchu stěn je dále vedena do vnitřku budovy. Toto teplo lze ovlivnit způsobem stavby a tak přispět k vyššímu využití dopadající sluneční energie.

K objasnění problematiky byly provedeny výpočty na základě matematického modelu. Správnost zvolené výpočtové metody byla pak ověřena pečlivým měřením na díle. Účelem řešení bylo odpovědět na otázky, kolik z tepla dopadajícího na povrch pláště budovy se předá jejímu vnitřku a kolik z této energie je možno využít k vytápění. Aby se zjistil vliv stavební konstrukce, byly modelovány různé druhy stěn orientované na jih, vystavěné slunečnímu záření v únorovém dni o venkovní teplotě 0 °C a vnitřní teplotě 20 °C. Časový průběh změny tepelného toku na vnitřním povrchu stěny, která je směrodatná pro vytápění, je odvísly od její hmotnosti — u hmotných stěn je amplituda tepelného toku menší, ale trvá déle, u málo hmotných stěn je naopak výraznější, ale zkrátka přestává, takže v podstatě tepelný zisk je v obou případech stejný a je dán rovnici:

$$q = \frac{a_s G k}{\alpha_a} \quad [\text{kWh/m}^2]$$

kde  $a_s$  = absorpční součinitel slunečního záření,

$G$  = globální sluneční záření [ $\text{kWh/m}^2$ ],  
 $k$  = součinitel prostopu tepla stěny [ $\text{W/m}^2 \text{K}$ ],

$\alpha_a$  = součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu stěny [ $\text{W/m}^2 \text{K}$ ].

Časový průběh je u hmotnějších stěn příznivější. Za určitých okolností může u lehké stěny dojít ke krátkodobému přehřátí, přičemž jedna část zisku sluneční energie se opět ztratí. Dále se tepelný zisk snižuje tehdy, jestliže po krátkodobém slunečním svitu následuje dlouhodobé zatmění a tedy zpětné vyzařování pláště.

*Vliv slunečního záření na stěny z hlediska potřeby tepla*

Případ byl odzkoušen na matematickém modelu jednoduché budovy, přičemž byly vzaty v úvahu všechny relevantní klimatické údaje, včetně rychlosti vzduchu a dlouhovlnného záření. Zkoumané období bylo rozdeleno

na časové úseky po hodinách. Přitom byly uvažovány tyto okrajové podmínky, které bylo možno s ohledem na regulaci vytápění považovat za reálné:

- budova není uvnitř rozdělena na jednotlivé místnosti, akumulační hmota vnitřních částí stavby je rozložena na celou podlahovou plochu,
- sluneční energie pronikající okny připadá z 50 % na podlahovou plochu a z 50 % na stěny,
- regulace vytápění je uvažována při denním provozu od 7 do 22 h v rozmezí 19 až 21 °C, v noci od 22 do 6 hodiny ranní volný průběh až do teploty 15 °C, v 6 hodin ráno zátop o intenzitě závislé na venkovní teplotě.

Výsledky výpočtů byly ověřeny měřením na dvou zkušebních objektech a byla konstatována dobrá shoda. Na takto prakticky ověřeném matematickém modelu byl potom zkoušen vliv různých konstrukcí venkovních stěn pro stejný objekt. Venkovní clima bylo modelováno na základě skutečného průběhu zimních měsíců 1979/80, které odpovídá zhruba dlouhodobému průměru pro Zürich. Výsledky jsou uvedeny v tab. 2 pro různé konstrukce podle tab. 1, pro k okén 3,1 W/m² K při součiniteli propustnosti celkového záření 0,4 a pro tyto vlastnosti stavby: omítka z plastických materiálů bílá, součinitel sluneční absorpcie  $a_s = 0,65$ , součinitel emise pro dlouhovlnné záření  $e = 0,97$ , zdvoj neomítané z červených cihel  $a_s = 0,54$ ,  $e = 0,93$ , omítka minerální šedá  $a_s = 0,65$ ,  $e = 0,97$ . Z výsledků v tabulce 2 lze odvodit tyto závěry:

- hmotnost vnější stěny má jen malý vliv na celkovou spotřebu tepla,
- zlepšení hodnot  $k$  z 0,70 na 0,34 W/m² K přineslo úspory v hodnotě 21 % u rodinného domku a 13 % u nájemního domu,
- využití slunečního záření na plochy stěn je všeobecně nezávislé, při zachování vytápěcího režimu, na absorpčních schopnostech a podmírkách přestupu tepla stěn. Provedené výpočty ukazují, že konstrukce stěn prakticky neovlivňuje tepelný zisk od slunce. Příspěvek k vytápění přináší především sluneční energie, která pronikne okny. Z toho plyne závěr, že k vytápění nejvíce přispěje správná volba okenních ploch a správná opatření uvnitř budovy.

Kubíček

## SEMINÁŘ „NOVÉ POZNATKY PRO HODNOCENÍ MIKROKLIMATU“

Dne 3. června 1982 se konal v Praze celostátní seminář, který se zabýval problematikou měření a hodnocení tepelného a vlhkostního mikroklimatu. Pořadatelem semináře byl český ústřední výbor komitétu pro životní prostředí, odborná sekce pracovní prostředí s organizační pomocí závodní pobočky Strojní fakulty ČVUT a organizačním zajištěním Domem techniky ČSVTS Praha. Podkladem k jednání byl pracovní podklad z tzv. řady

sešitů projektanta, jehož autorem je K. Luštinec s názvem: Fyziologicky zdůvodněné optimální a přípustné hodnoty klimatických faktorů. Další poznatky byly shrnutы ve sborníku čtrnácti příspěvků autorů, kteří svou odborností pokryli širokou základnu pracovníků lékařského výzkumu, vysokých škol, hygienické služby, projektantů a provozovatelů.

Jednání semináře potvrdilo správnost cesty

komitétu pro životní prostředí v oblasti péče o pracovní prostředí, které je jednou z dominantních složek životního prostředí, neboť v něm lidé pobývají téměř polovinu vědomě prožitého života v produktivním věku a vytvázejí zde prostředky nezbytné k životu celé společnosti.

Seminář věnoval pozornost stávajícím legislativním limitům faktorů, které určují úroveň pracovního prostředí. Jednání potvrdilo, že závažné limity je nezbytné novelizovat v přirozeném vývoji podle rozvoje poznatků a prohlubování poznání podstaty dějů na základě:

- výsledků výzkumu lékařských a technických věd,
  - vývoje technologie výroby,
  - stupně rozvoje a možností národního hospodářství.
- Zámenem organizátorů semináře bylo:
- přinést zkušenosti z aplikace současných předpisů,
  - uvést podklady pro hodnocení stavů tepelného mikroklimatu, nepostrádajícími předpisy,
  - uvést poznatky z vývoje předpisů ve světě,
  - publikovat možnosti a zkušenosti z měření mikroklimatu.

Jednání semináře dospělo k těmto doporučujícím závěrům:

1. Připravit podklady pro revizi optimálních hodnot mikroklimatických faktorů, zejména pro sedavá zaměstnání a podobné činnosti s nízkým výdajem energie. Prověřit možnost převzít doporučení ISO DP7730: Mírné tepelné mikroklima — stanovení PMV a PPD indexů a specifikace podmínek pro tepelný komfort z 11. 1. 1982 jako normu ČSN.
2. Prepracovat hygienický předpis č. 46 sv. 39/78. Respektovat tyto podmínky a požadavky:
  - soulad s normou ČSN podle ISO DP7730
  - současné poznatky pro určování krátkodobě a dlouhodobě únosných pracovní klimatických podmínek a režimu práce a odpot-

čínskou. Pro mikroklimatické podmínky definovat hodnoty přípustné (přijatelné), ležící mezi optimálními a únosnými, respektující možnosti úpravy mikroklimatu současnými technickými prostředky;

— stanovení optimálních a únosných hodnot tepelné asymetrie;

— zařazení metodiky měření mikroklimatických parametrů a přístrojového vybavení jako nedílnou součást předpisu;

— řešení vztahu mezi mikroklimatickými údaji kontrolovatelnými měřicími a regulačními přístroji a údaji nutnými pro projektování zařízení techniky prostředí.

3. Vyřadit metodiku měření stereoteploměrem z hygienického předpisu.

4. Požadovat zajištění přístrojového vybavení pro měření intenzity sálání a výsledné směrové teploty.

5. Věnovat se problémům souvisejícím s fluktuacemi klimatických parametrů ve vnitřním prostředí s ohledem na metodiku měření i hodnocení vlivu změn na člověka.

6. Požadovat možnost ověření a užití v hygienické službě elektrického dynamického katatermometu, vyvinutého Lékařskou fakultou Univerzity J. E. Purkyně v Brně.

V diskusi o nezbytnosti klimatizace byl znova zdůrazněn význam správného stavebního řešení objektu především z hlediska jeho tepelně izolačních a tepelně akumulačních vlastností. Poukázáno bylo rovněž na neúnosnost zanedbávání provozních nákladů za dobu životnosti staveb a na společenskou škodlivost splnění jen požadavku minimálních investičních nákladů. Zvláštní pozornost bude třeba věnovat specifikaci izolačních vlastností oděvu a v některých případech i jeho průdynosti a nasáklivosti ve vztahu k intenzitě fyzické práce.

Zivá a konstruktivní diskuse témař 180 účastníků semináře doplnila výměnu zkušeností a přispěla k úspěchu setkání pracovníků různých profesí. Závěry z jednání budou postoupeny ministerstvu zdravotnictví ČSR.

Henzal

#### •Největší bioplynárna v NSR

V Ismaningu u Mnichova byla uvedena do provozu největší bioplynárna v NSR a očekává se, že plynárny tohoto druhu budou významným přínosem pro zemědělství.

Citované zařízení na výrobu bioplynu je tak velké, že je nelze srovnat se zařízeními, kterých již bylo ve světě (zejm. ve vých. Asii) postaveno na tisíce.

Dalším vývojem procesu, dobrou izolací, zpětným získáváním vznikajícího tepla, jakož i skladováním plynu z dokvašování lze dosáhnout podstatně vyšší výtěžnosti.

Zařízení v Ismaningu má reakční objem 1000 m<sup>3</sup> a je tím dimenzováno na 1000 dobytečných jednotek (= 1000 krav). Zatímco výtěžnost plynu u běžných zařízení je asi 1 m<sup>3</sup>

za den na 1 m<sup>3</sup> reakčního objemu, očekává se u tohoto zařízení čtyřikrát vyšší účinnost, takže získaná výhřevnost by měla odpovidat výhřevnosti 2000 l topného oleje za den. Kromě toho vyhnutí kejdá se pak používat jako vysoko hodnotné přírodní hnojivo, které nezápachne.

Zatímco uvedené zařízení je koncipováno jako centrální, aby se kryly potřeby energie jednoho podniku, je ve výstavbě další zařízení v Quickbornu, jako soubor mnoha malých zařízení na výrobu bioplynu, kde v podniku nespotřebovaný plyn bude uskladňován v centrálním plynovém a bude zásobovat energií i obyvatelstvo přilehlé vesnice.

Na základě doporučení ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR byla ve zpracovaném Českém hydrometeorologickém ústavu s účinností od 1. 12. 1982 zavedena mezinárodní norma RVHP ST SEV 1366-78 Ochrana přírody. Atmosféra. Klasifikace emisí jako nová čs. státní norma.

Tato norma RVHP stanoví klasifikaci emisí ze zdrojů znečištění ovzduší a strukturu jejich značení; nevztahuje se na emise, obsahující radioaktivní a biologické látky. Emise znečišťujících látek ze zdrojů znečištění ovzduší jsou charakterizovány podle čtyř znaků:

- 1. podle skupenství znečišťující látky (plynné, kapalné, tuhé).
- 2. podle druhu znečišťující látky (oxid siřičitý, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, fluór a jeho sloučeniny, sirohlin, sirovodík, chlor, kyanovodík a kyanidy, rtuť a její sloučeniny, amoniak, arsen a jeho sloučeniny, suma uhlovodíků, nasyacené uhlovodíky, nenasycené uhlovodíky, aromatické uhlovodíky, organické sloučeniny obsahující kyseliny, organické sloučeniny obsahující dusík, fenol, pryskyřičné látky, kyseliny, zásady, olovo a jeho sloučeniny, saze, kovy a jejich sloučeniny, prach a ostatní),
- 3. podle velikosti částic v  $\mu\text{m}$  (menší než 0,5, od 0,5 do 3, od 3 do 10, od 10 do 50, od 50 výše).
- 4. podle hmotnostního toku emisí v  $\text{kg}/\text{h}$  (méně než 1, od 1 do 10, od 10 do 100, od 100 do 1000, od 1000 do 10 000, od 10 000 výše).

Struktura značení emisí se provádí podle schématu: písemný index skupenství emisí — číselný index druhu znečištění látky — číselný index velikosti částic — číselný index hmotnostního toku emisí.

(tes)

#### • Sluneční baterie z Japonska

Univerzita Kyoto v Tokiu oznámila, že se jí podařilo vyvinout sluneční baterii na bázi norbornadienu. Tato chemikálie dokáže po přidání určitých katalyzátorů ukládat sluneční energii, uchovat ji i po léta a pak ji, v případě potřeby, jako teplo opět uvolnit. Původně žluté krystaly této látky se vlivem slunečního tepla odbarví a přitom, za pomoci soli stříbra, se promění v horkou tekutinu, která se po vydání tepla změní zpět ve žluté krystaly. Sluneční baterie je údajně schopna libovolně často zachycenou energii vrátit téměř na 100 %. Počet nabítí a vybití baterie závisí od čistoty chemikálií. U absolutně čisté je neomezený, avšak o praktickém dosažení naprosté čistoty vědci pochybují.

kkt 8/81

(Ku)

#### • Halogenidové výbojky v průmyslových halách USA

(vysokotlaké) se uplatňují ve větším rozsahu než v Evropě. Základem jsou halogenidy jiného složení, zvláště pak na bázi skandia a sodíku (Sc—Na). Evropa užívá převážně dysprosium a talium (Dy—Tl).

Výbojky používané v USA mají stupeň barevného podání 2 (tabulka 1 pro srovnání).

Zdroj	Luminofor	
	Sc — Na	Dy — Tl
Luminofor na baňce	vrstvený	míšený
Příkon [W]	400	360
Světelný tok [lm]	34 000	26 000
Světelný výkon [lm/W]	85	72
Barevná teplota [K]	3 800 (!)	asi 5 500

Výbojky — vedle prokazatelných energetických úspor — vytvářejí (USA) jiné psychologické měkkoklima (barevné).

Barevná teplota (a s ní odlišné barevné podání — příjemnější) 3 800 K (USA) leží při intenzitách osvětlení 500—1 000 lx asi uprostřed oblasti pohody podle Kruithofa, evropských 5 500 K (denní světlo) se mnohým pozorovatelům zdá příliš chladných. Avšak ke konci života se barevné teploty zdrojů vždy dosti značně mění a tak soustavy nutně vyžadují skupinovou výměnu zdrojů.

(LCh)

#### • Pokles zájmu o klimatizační jednotky v USA

V r. 1980 poprvé od r. 1974 došlo v USA k poklesu zájmu o klimatizační jednotky s vlastním chladicím zařízením (self-contained units), a to o 12,6 % ve srovnání s rokem 1979. V r. 1980 jich bylo prodáno za 5,18 mld. dolarů, zatímco v předcházejícím roce za 5,49 mld. dolarů. Tento údaje sleduje ARI (Institut klimatizace a chlazení) již od r. 1956, kdy srovnatelná hodnota odbytu činila 464,8 mil. dolarů. Uvedená čísla zahrnují jednotky vč. instalace, regulace a připojených rozvodů vzduchu a vody.

Z celkové produkce v r. 1956 připadalo 174 mil. dolarů na jednotky pro obytný sektor (residential units) a 290,8 mil. dolarů na jednotky pro obchodní sektor (commercial units). V průběhu let zájem o jednotky pro obytné místnosti předstihl zájem o „obchodní“ jednotky, takže v r. 1980 bylo prvních prodáno za 3,35 mld. dolarů, zatímco druhých jen za 1,83 mld. dolarů.

Rok 1981 zaznamenal opět mírný vzestup zájmu o tyto výrobky.

CCI 8/81

(Ku)

## ASHRAE Journal 24 (1982), č. 5

— A smoke control for high-rise office buildings (Kontrola kouře v případě požáru výškových administrativních budov) — *Tamura G. T.*, 29—32.

— Louisiana Superdome design offers unique life-safety and HVAC systems (Unikátní protipožární systémy a systémy vytápění, větrání a klimatizace areálu Superdome, Louisiana) — 34—35.

— Fire-safe refuge areas: disaster in the making? (Únikové cesty pro případ požáru) — *Taylor R. E.*, 36.

— Combustibility of chlorodifluoromethane (Hořlavost chlorodifluorometanu) — *Sand J. R., Andrijeski D. L.*, 38—40.

— ASHRAE annual meeting, June 27—30, 1982, Toronto, Ontario (Výroční zasedání ASHRAE, 27.—30. 6. 1982, Toronto, Ontario. Program, abstrakta referátů) — 41—56.

— Explanation of errata on the modified degree day formula (Korekční faktor k a jeho použití u výpočtu spotřeby energie/den) — *McBride M., Ayres J. M.*, 60, 62.

## ASHRAE Journal 24 (1982), č. 6

— Energy efficient design is the key to sound energy conservation (Návrh budovy s ekonomickým využitím energie je základem pro dosažení úspor energie) — *Maybaum M. W.*, 25—35.

— Energy reduction opportunities in small commercial buildings (Možnosti snížení spotřeby energie v malých obchodních budovách) — *West T. A.*, 31—34.

— Energy conservation in existing buildings (Možnosti úspor energie ve stávajících budovách) — 39—40.

— Energy turns the world. At the 1982 World's Fair (Energie vládne svetu. Světový veletrh 1982) — *Lane K.*, 43—45.

— Thinking about CADD? Educate yourself thoroughly (Automatizovaný systém projektování a výkresové dokumentace v architektuře a strojírenství. Možnosti sebevzdělání) — *O'Connor T. C.*, 46—48.

— Energy performance monitoring for passive solar residences (Sledování energetické bilance u pasivních solárních systémů) — *Giffin T. M.*, 53—57.

## Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik (Gesundheits-Ingenieur) 103 (1982), č. 3

— Entwicklungsstand und wirtschaftliche Bewertung des Reinfeldverfahrens (Vývojový stav a ekonomické hodnocení metody „čistého pole“) — *Nouri Z.*, 110—116.

— Keimverdünnung mit der RQA-Methode (Zředění zárodků metodou RQA) — *Seidel H.*, 117—118.

— Erfahrungen mit dem Reinfeldverfahren in der Unfallchirurgie (Zkušenosti s metodou „čistého pole“ v ambulantní chirurgii) — *Kecskes S.*, 119—120.

— Ergebnisse bei Anwendung des Reinfeldverfahrens im Operationssaal (Výsledky při použití metody „čistého pole“ v operačním sálu) — *Junginger Th., Höffler U.*, 121.

— Das Reinfeld-Verfahren in der chirurgischen Praxis — Anwendung in der Neurochirurgie (Metoda „čistého pole“ v chirurgické praxi — Použití v neurochirurgii) — *Collmann H., Grumme Th.*, 121—122.

— Das Reinfeld-Verfahren aus der Sicht der Op.-Plegekraft (Metoda „čistého pole“ z hlediska zdravotnického personálu) — *Krüger H.*, 123.

— Hygienische Bewertung der Reinfeld-Technik (Hygienické hodnocení techniky „čistého pole“) — *Gundermann K. O.*, 124—125.

— Bewertung aus baulicher Sicht (Hodnocení ze stavebního hlediska) — *Wischer R.*, 126—129.

— Bewertung aus klimatechnischer Sicht (Hodnocení z hlediska klimatizace) — *Esdorn H.*, 129—131.

— Neue Anforderungen an den Wärmeschutz — Konsequenzen für den Fertigbausbau (Nové požadavky na tepelnou ochranu — Důsledky pro stavbu domů z hotových dílů) — *Stumm F.*, 132, 141—144.

— Messungen zur Dynamik des mischungsgeregelten Lüfterhitzers in Lüftungsanlagen (Měření dynamiky ohříváče vzduchu s regulací směšování ve vzduchotechnických zařízeních) — *Schmachtenberg H.*, 145—149.

— Untersuchungen des mikrobiellen Aerosols in einer Müllumladestation und in ihrer Umgebung (Studium mikrobiálního aerosolu v překládací stanici odpadků a v jejím okolí) — *Kalnowski G., Kareepelin G., Rüden H.*, 150—155.

## Heating, piping, air conditioning 53 (1981), č. 9

— The retrofit market: what's out there? (Uplatnění klimatizace: kolik obchodních a průmyslových budov je třeba klimatizovat?) — *Korte B.*, 51—58.

— Energy conservation: the road not taken? (Úspory energie) — *Cook E. H.*, 61—64.

— Studies in energy management: industrial (Možnosti úspor energie pro vytápění, větrání a klimatizaci v průmyslu) — *Garman Ch. H., St. John W. L.*, 69—75.

— Studies in energy management: institutional (Možnosti úspor energie pro vytápění, větrání a klimatizaci nemocnic) — *Hirst E., Stelson J.*, 80—86.

— Studies in energy management: commercial (Možnosti úspor energie pro vytápění, větrání a klimatizaci hotelů) — *Gatley D. P.*, 91—100.

— Energy management can revitalize America

(Úsporné hospodaření s energií pomáhá Americe) — *Guntermann A. E.*, 107—113.  
— House traps and fresh air inlets (Sifony a přívod čerstvého vzduchu) — *Steele A.*, 117—118.

— Nomograph estimates steam discharge to atmosphere (Nomogram hodnotí únik páry do okolního vzduchu) — *Sisson W.*, 121—122.  
— Centrifugal pumps: construction and application (Odstředivá čerpadla: konstrukce a použití) — *Coad W. J.*, 124—125, 127, 129.  
— Solve fluid flow problems with a programmable calculator (Řešení problémů průtoku kapalin pomocí programovatelného kalkulačtoru) — *Atwood T.*, 159—165.

#### Heating, piping, air conditioning 53 (1981), č. 10

— Advanced fire system in MGM hotel (Nový protipožární systém hotelu MGM, Las Vegas) — 27, 29.  
— Cooling tower energy (Energie pro chladicí věž) — *Hensley J. C.*, 51—59.  
— Cooling tower microorganisms controlled by ultraviolet contact (Mikroorganismy chladičích věží jsou zneškodňovány ultrafialovým zářením) — *MacCarthy S.*, 63—65.  
— Automatic brush cleaning for condenser tubes (Automatické čištění potrubí kondenzátoru kartáčky) — *Leitner G. F.*, 68—70.  
— Product guide to roof ventilators (Výrobcí nástřešních ventilátorů) — 74—76.  
— Roof ventilators: workhorses of the industry (Nástřešní ventilátory v průmyslu) — *Wendes H. C., Pannkoke T.*, 79—86.  
— Environmental control in a standards lab (Regulace mikroklimatu v laboratořích, kde se provádí měření) — *Haines R. W.*, 91—92.  
— Energy profile — the thermal variable (Diagram spotřeby energie — variabilní spotřeba tepla) — *Coad W. J.*, 95—96.  
— Radiant energy exchange between plates (Výměna energie vyuzařováním mezi deskami. Nomogram) — *Zanker A.*, 99—100.

#### Heating, piping, air conditioning 53 (1981), č. 12

— Electric motors (Elektromotory) — *Bell Ch. J., Hester L. R.*, 51—56.  
— Infrared imager identifies steam losses (Infračervený snímač identifikuje úniky páry) — *Drapczuk R.*, 59—60.  
— Solar loads on shaded windows (Sluneční zátěže na stíněných oknech) — *Moon J.*, 63—66.  
— Central versus unitary chilled drinking water system (Centrální a jednotkové systémy chlazení pitné vody) — *Gatley D. P.*, 69—72.  
— Solve psychrometric problems with a programmable calculator (Řešení psychrometrických problémů pomocí programovatelného kalkulačtoru) — *Atwood T.*, 77—80.  
— Compressor makeup from moisture reduced air (Komprezor a odvlhčený vzduch) — *Lapham H. D.*, 84—85.  
— Improved thermal envelopes: a new challenge (Zlepšený tepelný obvodový plášt) — *Coad W. J.*, 87, 91.

— Nomograph solves for motor operating costs (Nomogram určuje provozní náklady motoru) — 89—90.

#### Heating, piping, air conditioning 54 (1982), č. 1

— Thermal storage application (Možnosti akumulace tepla) — *Tamblyn R. T.*, 59—70.  
— Water conservation measures (Měření spotřeby vody) — *Spielvogel L. G.*, 83—87.  
— Chilled water air conditioning optimization (Optimalizace klimatizace s vodním chlazením) — *Guntermann A. E.*, 91—97.  
— Cold springing of piping systems (Pružení potrubí za studena) — *Mikasinovic M., Tung P. C.*, 99—103.  
— Energy efficient computer cooling (Energeticky výhodné chlazení počítačů) — *Obler H.*, 107—111.  
— Nomograph solves for fouling resistance in heat exchangers (Nomogram určuje u výměníku tepla odpór, způsobený nečistotami) — *Zanker A.*, 127—128.

#### Heizung Lüftung Haustechnik 33 (1982), č. 5

— Solarenergienutzung — mit passiven statt aktiven Massnahmen (Využití sluneční energie — pasivními systémy místo aktivních systémů) — *Gertis K.*, 169—173.  
— Vergleich der Energiekosten bei verschiedenen Heizsystemen (Srovnání energetických nákladů u různých vytápěcích systémů) — *Müller H.*, 174—180.  
— Dynamisches Verhalten von Regeleinrichtungen in Heizanlagen (Dynamické chování regulačních zařízení ve vytápěcích zařízeních) — *Fehr W.*, 181—185.  
— Kennlinien und Strömungsleistung von Ventilatoren. Teil 2: Ergebnisse von Messungen an Axialventilatoren (Charakteristiky a výkon ventilátorů. Dil 2.: Výsledky měření na axiálních ventilátorech) — *Vasilescu D.*, 186—191.  
— Gleitend geregelter Ölfeuerung für Kleinheizkessel (Olejový hořák s regulací změnou skluzy o výkonu 1 až 25 kW pro malé vytápěcí kotly) — 192—193.

#### Heizung Lüftung Haustechnik 33 (1982), č. 6

— Energie-Dach, -Fassade, -Zaun, -Stapel. Systeme, Stand und Trend der Entwicklung, Beispiele, Wirtschaftlichkeitsfragen (Energetické střechy, průčelí, ploty, bloky; systémy, stav a směr vývoje, příklady, otázky hospodářnosti) — *Böbel A.*, 203—209.  
— Instationäres Rechenprogramm zur digitalen thermischen Simulation von Räumen, Raumgruppen und kleineren Gebäuden unter besonderer Berücksichtigung von Heiz- und Regelungssystemen (Nestacionární výpočetní program k digitálnímu tepelnému napodobení místností, skupin místností a menších budov s ohledem na vytápěcí a regulační systémy) — *Gilli P. G.*, 210—214.  
— Der Energieverbrauch privater Wohnbau-

ten und seine Abhängigkeit von klimatischen Faktoren (Spotřeba energie soukromých bytových staveb a její závislost na klimatických činitelích) — *Pentenrieder J.*, 215—220.

— Auslegung der Wärmepumpenanlage für Freiflächenabsorber (Stanovení dimenzi zařízení s tepelným čerpadlem pro plošné absorbery) — *Bogdanski F.*, 221—227.

— Messtechnische Erfassung der Raumluftbewegung durch thermische Anemometer zum Nachweis der Raumdurchspülung (Měření proudění vzduchu v prostoru tepelnými anemometry pro důkaz cirkulace v prostoru) — *Nguyen D.*, 228—229.

**Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation** (Schweizerische Blätter für Heizung, Lüftung, Klima-, Wärme-, Kälte- und Gesundheitstechnik sowie für Rohrleitungsbau) 49/1982, č. 3

— Technische Klimadaten für Schweiz (Technické klimatické údaje pro Švýcarsko) — *Drotschmann H.*, 13—26.

— Der thermische Gesamtwirkungsgrad von Kesselanlagen (Celková tepelná účinnost kotlů) — *Kopp J. H.*, 31—32.

— Alimentation d'un quartier en énergie de chauffage (Zásobování obytné čtvrti energií pro vytápění) — *Hunziker R.*, 41—42.

— Richtlinien für die Bestimmung und Anwendung von Druckexpansionsgefäßsen in Anlagen bis +110 °C (Směrnice ke stanovení a použití tlakových expanzních nádob v zařízeních až do +110 °C) — 42—44, 47.

## Luft- und Kältetechnik 18 (1982), č. 2

— Ökonomisch optimaler Wärmeschutz bei durchlüfteten Aussenbauwerksteinen (Ekonomický optimální tepelná ochrana při provětrávání vnějších dílů staveb) — *Petzold K.*, 63—69.

— Einige Versuchsergebnisse zur Strömung hinter Fensterfugen (Několik výsledků z pokusů o proudění za okenními spárami) — *Weier H.*, 72—74.

— Bemessungshinweise für die Lüftung von Warmbetrieben (Přípomínky k větrání teplých provozů) — *Nauck H.*, 74—77.

— Beitrag zur Beschreibung des Wärmeübergangs bei Tropfenkondensation — Fortsetzung (Příspěvek k popisu přestupu tepla při kondenzaci kapek — Pokračování) — *Marmai U.*, 78—81.

— Plastkonstruktionen bei Ventilatoren (Konstrukce z plastických hmot u ventilátorů) — *Schlender F., Schramm D.*, 82—85.

— Zur Durchlässigkeit von Zwischenjalouisen in Abluftfenstern (Propustnost žaluzií v mezeře u odvětrávaných oken) — *Petzold K.*, 91—93.

— Physikalische Grundvorgänge in Entstausungsanlagen (Fyzikální základní postupy v odpařovacích zařízeních) — *Michael K.*, 95—98.

— Die Notwendigkeit der Systematisierung

von Staub-Luftgemischen zur treffsichereren Auswahl von Ventilatoren (Nezbytnost systematické směsi prach-vzduch k zajištění správné volby ventilátorů) — *Rahn B.*, 98—101.

## Sanitär- und Heizungstechnik 47 (1982), č. 3

— Probleme bei der Formulierung von „Beginn und Ende der Heizperiode“ (Problémy s určením „Začátku a konce topnho období“) — *Pfaar H.*, 142—143.

— Auf höchstes Verbraucher-Interesse gestoßen (Testování otopných zařízení) — *Loose P.*, 144—148.

— Heizungsmodernisierung mit einfachen Mitteln (Modernizace otopných zařízení pomocí jednoduchých prostředků) — *Broscher E., Friedrich H.*, 149—150.

— An der Lehre liegt's also nichts (Ze semináře o využití tepelných čerpadel) — 153—156.

— Nacht-Kälte dient zur Kühlung am Tag (Noční chlad chladí během dne) — *Genath B.*, 157—160.

— Kein Problem für die Heizung (Televizní věž v Düsseldorfu — vytápění bez problémů) — 163—165.

— Einflüsse der Verlegung auf die Lebensdauer von Kunststoff-Fussbodenheizungen (Vliv kladení na životnost podlahového vytápění s potrubím z umělých hmot) — *Poschet G., Zöhren J.*, 175—180.

— Hilfsformeln für die Schnellbestimmung von Rohrlängen (Pomocné vzorce pro rychlé stanovování délky trub) — *Gut H.*, 185—189.

— Berechnungsgrundlagen für Wasserversorgungsanlagen (5) (Výpočtové podklady pro rozvod vody — díl 5.) — *Feurich H.*, 190—192 pokrač.

— Nur wenig Energie für viel vermeidbaren Lärm (1) (Jen málo energie třeba k úplnému vyloučení hlučnosti — díl 1.) — *Voigtsberger C. A.*, 193—197.

— Elektrotechnik — Elektronik 12. Teil

(Základy elektrotechniky a elektroniky — díl 12.) — *Schrowang H.*, 198—201 pokrač.

— Kutzner und Weber: Abgasklappen für die Vorschriften von morgen (firem. sdělení — Uzavírací klapky do odtahových potrubí) — *Hellmann F.*, 212—214.

— Temset AG.: Erfolgreiche Handels-, Produktions- und Entwicklungsgesellschaft (firem. sdělení — termostatické ventily aj. výrobky pro vytápění a větrání) — 216—217.

— Küchentechnik No. 2 (Příloha „Technika v kuchyni č. 2“) — K 101—K 164.

— Internationale Möbelmesse Köln 1982 (Kuchyňský nábytek na Mezinárodním nábytkářském veletrhu 1982 v K.) — 111, K 114, K 116—K 118, K 120—K 122 a K 124.

— AEG-Hausgeräte sollen heraus aus dem technologischen Patt (AEG domácí spotřebiče progresivní) — K 125.

— Das Forum für den Küchenspezialisten in der Küchentechnik (Školení specialistů pro kuchyně — nauka o materiálech) — SK 48—SK 59.

- Versuche mit exakter Luft- und Öldosierung (Pokusy s exaktním dávkováním vzduchu a oleje do hořáků) — 242—243.
- Termische Behaglichkeit: Die Dicken sind ungemütlich (K termického pohodě je tloušťka nepohodlná) — *Läge F. K.*, 244—246.
- Wärmeverversorgung im Enterglas-Gemüseanbau (Zásobování teplem ve sklenících) — *Eckener U., Knöbel U.*, 247—250.
- Sie stecken noch in den Kinderschuhen (Tepelná čerpadla s dieseleovým motorem) — *Viessmann*, 251—253.
- Die Norm stellt klare Anforderungen (Seminár „Podlahové vytápění“) — *Genath B.*, 255—258.
- Nur wenig Energie für viel vermeidbaren Lärm (2) (Jen málo energie třeba k úplnému

vyloučení hlučnosti — díl 2.) — *Voigtsberger C. A.*, 259—263.

— Grosses Rückgewinnungs-Potential in Spritz-Lackierereien (Velký tepelný zpětný potenciál ve stříkacích boxech lakoven) — *Vacek J.*, 264—266.

— Fehlersuche und Fehlerbehebung in elektrischen Hauswärmepumpen (Vyhledávání a odstraňování vad u elektrických domovních tepelných čerpadel) — *Keller G.*, 269—274.

— Forschung in der Sanitär-, Heizungs- und Bautechnik (Úkoly výzkumu v oborech sanitární techniky, vytápění a stavební techniky — přehled) — 275—277.

— EHT Siegmung GmbH: Fussbodenheizungen aus beständigem Polyurethan (firem. sdělení: Podlahové vytápění z odolného polyuretanu) — 287—288.

#### •Regenerace chladiva

*Firma Du Pont* vyvinula a uvedla na trh přístroj k regeneraci chladiva. Přístroj zachycuje ze znečištěného chladiva nejen vlnkost, oleje a tuhé částice, ale také nekondenzující plyny a kyseliny. Vyčištěné chladivo je možné vracet do chladicího okruhu. Přístroj je určen pro chladiva R 12, 22, a 502. Jeho využití je především v průmyslu, např. u tepelných čerpadel.

kkt 7/81

(Ku)

#### •Velké okenní plochy opět v popředí zájmu

Velkým konkurentem solárních zařízení je pasivní využívání sluneční energie hmotou budovy. Ještě nedávno proklamované pozadavky architektů a energetiků na budovy s malými okny se zcela převrátily. Titíž lidé dnes horují pro pokud možno velká okna, alespoň na jihu, jihozápadě a jihovýchodě. Dnes již není sporu o tom, že okno je nejlevnější sluneční kolektor. Ještě před nedávnem přehlížená pasivní solární technika začíná dnes výrazně ovlivňovat architekturu.

CCI 9/81

(Ku)

**Ztv**

**I**

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 26, číslo 1, 1983. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro životní prostředí, v Academii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Rozšířuje PNS. Informace o předplatné podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS ÚED Brno. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 000 Praha 6. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.) Distribution rights in the western countries: Kubon & Sagner, P.O. Box 34 01 08, D-8000 München 34, GFR.

Annual subscription: Vol. 26, 1983 (6 issues) DM 84,—.  
Toto číslo vyšlo v prosinci 1983.

© Academia, Praha 1983.