

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. Kubi-
ček — Ing. Dr. M. Lázňovský — Ing. L. Strach, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

OBSAH

| | | |
|---|--|-----|
| RNDr. Z. Hubáček: | Fyzikální měření parametrů prostředí mokrých provozů | 129 |
| Ing. J. Vitek, CSc.: | Hodnocení frakční propustnosti elutriátorů při dvoustup- ňovém měření prašnosti | 133 |
| Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.: | Analýza teplotných parametrov interiéru obytné budovy vo vztahu k tepelnej pohode | 145 |
| Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký: | Sinusová dýza a výroba modelu pro laminování | 159 |
| Ing. T. Nadler: | Zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu výměníky se skleněnými trubkami | 171 |

CONTENTS

| | | |
|---|--|-----|
| RNDr. Z. Hubáček: | Physical measurements of parameters of the environment of wet operations | 129 |
| Ing. J. Vitek, CSc.: | Evaluation of the fractional permeability of elutriators during the two-stage measuring of dustiness | 133 |
| Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.: | Analysis of air-temperatures distribution in the room of dwelling building in relation to thermal comfort | 145 |
| Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký: | The sinusoidal nozzle and the pattern making for lami- nating | 159 |
| Ing. T. Nadler: | Heat recovery from extract air by heat exchangers with glass tubes | 171 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|---|--|-----|
| Д-р прир. наук З. Губачек: | Физическое измерение параметров среды при мокрых способах производства | 129 |
| Инж. Й. Витек, к. т. н.: | Оценка проницаемости элотриаторов во время двух-ступенчатого измерения пыльности | 133 |
| Инж. Л. Пиршел, Инж. Д. Петраш, к. т. н.: | Анализ распределения температуры воздуха в помеще-нии жилого здания по отношению к тепловому ком-форту | 145 |
| З. Свобода, Инж. Э. Либш, Инж. В. Рыбецкий: | Синусоидальное сопло и изготовление модели для на-слаивания | 159 |
| Инж. Т. Надлер: | Утилизация тепловой энергии удаляемого воздуха с по-мощью теплообменников с стеклянными трубками . . . | 171 |



INHALT

| | | |
|---|--|-----|
| RNDr. Z. Hubáček: | Physikalische Messung der Parameter eines Milieus von Nasstextilbetrieben | 129 |
| Ing. J. Vitek, CSc.: | Bewertung der Fraktionsdurchlassfähigkeit der Elutria-tionseinrichtungen bei der Zweistufenmessung der Staub-konzentration | 133 |
| Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.: | Analyse der Innenlufttemperaturverteilung im Raum eines Wohngebäudes im Bezug zur thermischen Behaglichkeit . | 145 |
| Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký: | Sinusdüse und die Herstellung eines Modells für die La-minierung | 159 |
| Ing. T. Nadler: | Wärmerückgewinnung aus der Abluft mit Hilfe der Wär-meüberträger mit den Glasrohren | 171 |



SOMMAIRE

| | | |
|---|---|-----|
| RNDr. Z. Hubáček: | Mesurage physique des paramètres d'un milieu des ex-ploitations textiles humides | 129 |
| Ing. J. Vitek, CSc.: | Appréciation de la pénétration fractionnée des élustriateurs au mesurage à deux étages de la concentration en pou-sière | 133 |
| Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.: | Analyse de la distribution de la température de l'air à l'intérieur d'un bâtiment habité en fonction du confort thermique | 145 |
| Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký: | Éjecteur sinusoidal et la fabrication d'un modèle pour le laminage | 159 |
| Ing. T. Nadler: | Récupération de chaleur de l'air résiduaire à l'aide des échangeurs avec tubes de verre | 171 |

FYZIKÁLNÍ MĚŘENÍ PARAMETRŮ PROSTŘEDÍ MOKRÝCH PROVOZŮ

RNDr. ZDENĚK HUBÁČEK

Centroprojekt, PIO — Gottwaldov

V příspěvku je popsána metoda měření a vyhodnocení teplot a relativních vlhkostí vzduchu v mokrých textilních provozech. Jako příklad jsou uvedeny výsledné hodnoty teplot a vlhkostí vzduchu pod střešním pláštěm bělidla BZVIL Ružomberok.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.

Teplota a vlhkost vnitřního prostředí jsou jedny ze základních návrhových parametrů při projektování mokrých provozů. Nejobektivnější cesta získání informací o těchto parametrech je cesta experimentu. Důslednou aplikací metod experimentální fyziky pak lze získat hodnoty, jejichž závažnost lze považovat za statistickou.

Měření parametrů vnitřního prostředí se zpravidla omezuje na oblast pracovních výšek 1,5–2 m nad podlahou. Použitelnost takto získaných výsledků je významně omezena nedefinovatelným výškovým gradientem teploty a vlhkosti. Naproti tomu měření ve větších výškách naráží na obtíže, neboť je nutno je provádět za provozu. V případě mokrých textilních provozů je třeba provádět analýzu prostředí v plné výšce prostoru. Jedná se zde zpravidla o halové objekty o výšce větší než 6 m o šířkách lodí 12 až 18 m. Pro tyto účely byl upraven komerční psychrometr Hygrophil 4451-3 fy Ultrakust (NSR). Vlastní čidlo bylo propojeno s měřicím přístrojem prodlužovacím kabelem, který splňoval podmínku

$$\Delta R > R_0, \quad (1)$$

kde R_0 je odpor kabelu [Ω],

ΔR rozlišovací schopnost měřicího zařízení (ohmmetr) [Ω].

Jelikož se jedná o přístroj s čidly, která pracují na základě závislosti odporu olovodiče na teplotě (termistor), je podmínka (1) ve vztahu

$$\frac{\partial R(t)}{\partial t} \varepsilon > R_0, \quad (2)$$

kde $R(t)$ je odpor čidla [Ω],

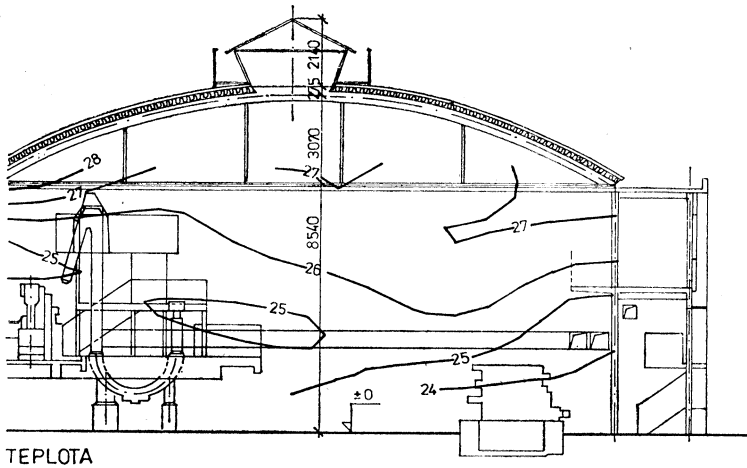
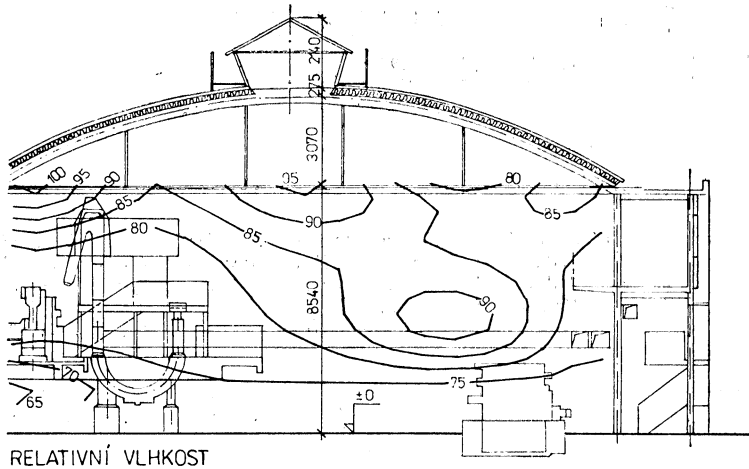
t teplota [K],

ε strmost převodu.

Čidlo je zavěšeno na skládací měřicí tyči, která umožňuje poměrně rychle zmapovat měřený prostor v síti měřicích bodů. Tyč dosáhla praktické výšky až 9 m. Tato výška je omezena zejména vysokou hmotností čidla. Měřicí tyč se osvědčila zejména v provozech s hustě rozmístěnou technologií, kde stavba lešení či použití zvedacích plošin byly vyloučeny.

Měření bylo prováděno v mokrých textilních provozech v řezech kolmých na osy lodí ve dvourozměrné síti. S ohledem na rychlost změn teplot a vlhkostí v provozech ve vztahu k době měření jednoho řezu, je možno je považovat za měření okamžitého stavu.

Při průzkumu bylo měřeno 16 provozů s různou technologií a s různým zpracovávaným materiálem. Rozdílné byly i vnější podmínky (léto, podzim, zima). Výsledky



Obr. 1. Bělidlo BZVIL Ružomberok

měření byly zpracovávány do tabulek pomocí interpolačních funkcí graficky — izoliniemi teplot a vlhkosti.

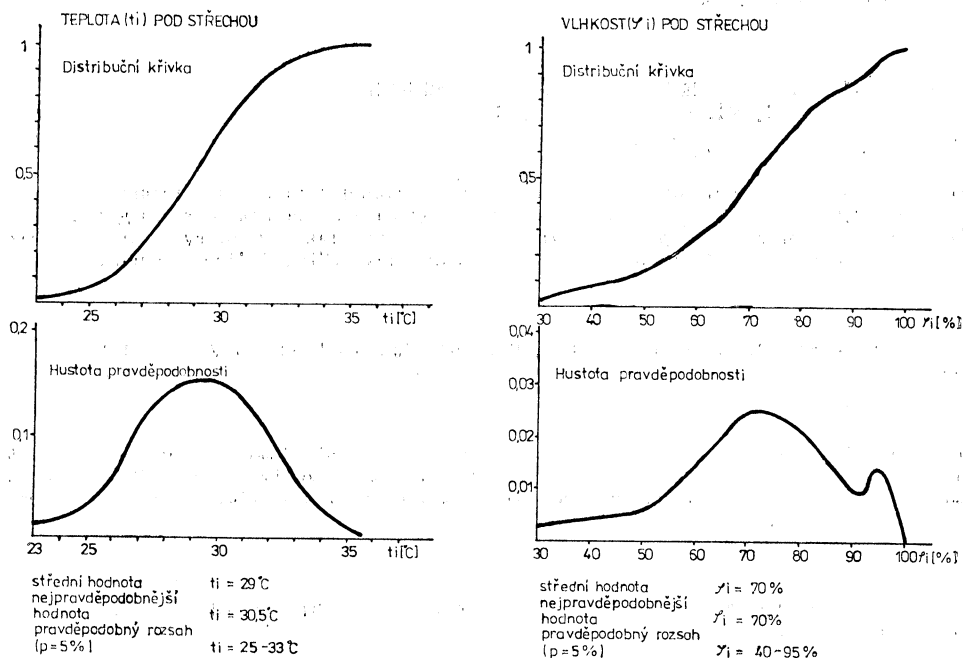
Jako příklad jsou uvedeny výsledky měření z bělidla BZVIL Ružomberok (obr. 1). V horní části obrázku jsou vyneseny izolinie relativní vlhkosti, v dolní části izolinie teplot vnitřního vzduchu.

Z obrázku lze získat informace:

- o hygienických poměrech v pracovní zóně (tj. asi ve výšce 1,5 m nad podlahou),
- o zdrojích tepla a vodních par v prostoru,
- o předpokládaném pohybu vzduchu v prostoru,
- o účinnosti větrání,
- o předpokládaném namáhání stavebních konstrukcí, zejména zastřešení.

Na obr. 1 ovlivňuje vnitřní prostředí peroxidový *J*-box provazcového bělidla v levé části prostoru a mercerační stroj v části pravé. Vliv *J*-boxu je vyjádřen velkým místním zvýšením teploty a vlhkosti. Poměrně velkým zdrojem vlhkosti je rovněž mercerační stroj, u něhož však nedochází k vývinu tepla. Z obrázku je také zřejmé nedokonalé větrání, způsobené zejména nedostatečnou funkcí světlíku. Zatímco se vlhkost od merceračního stroje světlíkem odvádí, shromažďuje se teplý vlhký vzduch od *J*-boxu v koutě pod střešním pláštěm. Z obrázku je zřejmé i nedostatečné provětrávání v místech styku střešního a obvodového pláště.

Zobecnění výsledků měření z různých typů provozů bylo provedeno metodami matematické statistiky. Statistický soubor obsahoval přes 200 prvků. Byly vyhodno-



Obr. 2. Statistické funkce parametrů prostoru

ceny měřicí body ve výšce 1,5 m (v pracovní zóně) a ve výšce pod vnitřním lícem střešního pláště (oblast namáhání střešní konstrukce). Výsledky byly zpracovány formou distribučních křivek a křivek hustoty pravděpodobnosti pro teplotu t_i a relativní vlhkost φ_i vnitřního vzduchu na obr. 2. Z grafů na obrázku lze statistickým rozбором zjistit informace o středních hodnotách, nejpravděpodobnějších hodnotách a dalších vlastnostech sledované veličiny. Pro zvolený kvantil lze rovněž snadno odečíst teplotu a vlhkost. Např. pro kvantil $\alpha = 95\%$ bude pod střešnou teplota $t_i = 33^\circ\text{C}$ a relativní vlhkost $\varphi_i = 95\%$.

Výsledky zde publikované je možno upřesňovat a rozšiřovat dalším měřením v provozech. Nabízí se též další využití již známých hodnot.

Pozornost si zřejmě zaslouží rozbor rozložení částečného tlaku vodních par ve

vnitřním vzduchu, ze kterého lze očekávat další rozšíření poznatku. Prohloubením znalosti dynamiky vnitřního prostředí kontinuálním měřením a vyhodnocením parametrů uvedených výše bude možno stanovit objektivně potřebný kvantil a z něho výpočtové parametry vnitřního vzduchu (t_i , φ_i) pro hospodárny návrh obvodového a střešního pláště mokřých provozů.

LITERATURA

- [1] Brož, J.: Základy fyzikálních měření. SPN, Praha 1983.
- [2] Horák, Z.: Praktická fyzika, SNTL, Praha 1958.
- [3] Konečný, J.—Krampl, J.—Hubáček, Z.: Teplotné vlhkovstní poměry v zušlechťovných textilu. Věstník Centropjekt, č. 8—9, 1983.

ФИЗИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ ПРИ МОКРЫХ СПОСОБАХ ПРОИЗВОДСТВА

д-р прир. наук Зденек Губачек

В статье описывается метод измерения и оценки температур и относительных влажностей воздуха при мокрых способах производства на текстильных предприятиях. В качестве примера приводятся результирующие значения температур и влажностей воздуха под кровельной конструкцией отбельного цеха БЗВИЛ Ружомберок.

PHYSICAL MEASUREMENTS OF PARAMETERS OF THE ENVIRONMENT OF WET OPERATIONS

RNDr. Zdeněk Hubáček

The method for measuring and evaluation of temperatures and relative air humidities in wet processing shops in the textile industry is described in the article. Resulting values of temperatures and air humidities under the roof envelope of the bleaching plant BZVIL Ružomberok are presented there as an example.

PHYSIKALISCHE MESSUNG DER PARAMETER EINES MILLIEUS VON NASSTEXTILBETRIEBEN

RNDr. Zdeněk Hubáček

Im Artikel wird die Mess- und Bewertungsmethode der Temperaturen und Relativfeuchtigkeiten der Luft in den Nasstextilbetrieben beschrieben. Als ein Beispiel werden die resultierenden Werte der Temperaturen und Relativfeuchtigkeiten der Luft unter einer Dachhaut der Bleichanlage BZVIL Ružomberok eingeführt.

MESURAGE PHYSIQUE DES PARAMÈTRES D'UN MILIEU DES EXPLOITATIONS TEXTILES HUMIDES

RNDr. Zdeněk Hubáček

Dans l'article présenté, on décrit la méthode de mesure et d'appréciation des températures et humidités relatives de l'air dans les exploitations textiles humides. Les valeurs résultantes des températures et humidités de l'air sous une couverture des toits de la blanchisserie BZVIL Ružomberok sont citées comme un exemple.

HODNOCENÍ FRAKČNÍ PROPUSTNOSTI ELUTRIÁTORŮ PŘI DVOUSTUPŇOVÉM MĚŘENÍ PRAŠNOSTI

ING. JAN VÍTEK, CSc.

Vědeckovýzkumný uhlerný ústav, Ostrava-Radvanice

S rozvojem metod dvoustupňového měření koncentrace fibrogenních prachů v pracovním ovzduší a s podstatným rozšířením tohoto způsobu hodnocení rizikovosti prašných pracovišť v praxi se stává stále aktuálnější otázka metrologie používaných přístrojů. Jednou z nejdůležitějších charakteristik dvoustupňových přístrojů pro odběr prachu z ovzduší je křivka frakční propustnosti elutriátoru. Problematice jejího stanovení je věnována tato práce.

Recenzoval: Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

1. ÚVOD

V souladu se světovým vývojem se používají v ČSSR již řadu let pro dvoustupňové měření koncentrace fibrogenních prachů v pracovním ovzduší dvoustupňové odběrové přístroje [1], a to přenosné přístroje DP 20 [2] a DP 50 [3], v poslední době i osobní dvoustupňový prachoměr ODPN [4, 5]. V souvislosti s nutností zabezpečit i při masovém a dlouhodobém používání těchto přístrojů jejich správnou funkci, aby bylo zaručeno spolehlivé hodnocení hygienické rizikovosti prašných pracovišť, vyvstává řada problémů v oblasti metrologie. Jedná se zejména o

— zajištění kontroly hlavních funkčních parametrů přístrojů u sérií vyráběných různými výrobci,

— testování přípustnosti různých konstrukčních změn a úprav přístrojů, vyplývajících z různých technologických možností výrobců,

— ověřování použitelnosti opotřebovaných přístrojů po jejich déletrvajícím provozu.

Jedním ze základních funkčních parametrů dvoustupňových odběrových přístrojů je průběh křivky frakční propustnosti resp. frakční odlučivosti obou odběrových stupňů. Tyto křivky mají co nejdokonaleji vystihovat průběh odlučování prachových částic při jejich vdechování do lidského organismu. Existují mezinárodně uznávané standardy předepisující průběh těchto křivek, zatím však není k dispozici detailně zpracovaná metodika pro jejich stanovení, použitelná v praxi. Navržené vhodné metodiky pro tento účel je předmětem následujících kapitol.

2. TEORETICKÁ ČÁST

Při dvoustupňovém odběru prachu se po prosátí objemu V [m^3] kontaminovaného vzduchu zachytí na prvním stupni (elutriátoru, předodlučovači, který je zpravidla realizován miniaturizovaným cyklónovým odlučovačem) G_1 [mg] prachu, na druhém stupni (zpravidla filtru) G_2 [mg] prachu. Lze vypočítat tři údaje o koncentraci prachu, a to

- celkovou koncentraci polétavého prachu k_c [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$],
- koncentraci nerespirabilní frakce k_n [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$],
- koncentraci respirabilní frakce k_r [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$], kde

$$k_c = (G_1 + G_2)/V, \quad (1)$$

$$k_n = G_1/V, \quad (2)$$

$$k_r = G_2/V, \quad (3)$$

Celková odlučivost prvního a druhého stupně odlučovače O_1 [%], O_2 [%] se určí dle vztahů

$$O_1 = 100 \cdot G_1/(G_1 + G_2) = 100 \cdot k_n/k_c, \quad (4)$$

$$O_2 = 100 \cdot G_2/(G_1 + G_2) = 100 \cdot k_r/k_c. \quad (5)$$

Celková propustnost prvního a druhého stupně odlučovače P_1 [%], P_2 [%] je vždy doplňkem příslušné celkové odlučivosti do 100 %, tj.

$$P_1 = 100 - O_1, \quad (6)$$

$$P_2 = 100 - O_2. \quad (7)$$

Dále platí

$$P_1 + P_2 = 100, \quad (8)$$

$$O_1 + O_2 = 100, \quad (9)$$

vzhledem k tomu, že se nebere zřetel na nejmenší frakci prachu, která při odběru projde oběma stupni odlučovače.

Vztahy (4) až (9) platí pro polétavý prach jako celek, tj. pro všechny jeho velikostní frakce, zachycené na obou stupních. Vyšetřujeme-li jednotlivé užší velikostní frakce prachu zvlášť, dospějeme k pojmu frakční propustnost (p_1 , p_2) a frakční odlučivost (o_1 , o_2) prvního a druhého stupně odlučovače. U nerespabilní i respabilní frakce prachu lze granulometrickou analýzou zjistit hmotnostní zastoupení g_1 resp. g_2 jednotlivých užších velikostních frakcí prachu. Je-li celkový počet těchto frakcí I , lze označit hmotnostní podíly

u nerespabilní frakce $g_{1,1} \dots g_{1,i} \dots g_{1,I}$,

u respabilní frakce obdobně $g_{2,1} \dots g_{2,i} \dots g_{2,I}$,

při čemž

$$\sum g_{1,i} = 1,0, \quad (10)$$

$$\sum g_{2,i} = 1,0, \quad (11)$$

(obě naznačené sumace platí pro $i = 1$ až I).

Frakční odlučivost prvního a druhého stupně odlučovače pro i -tou velikostní frakci částic $o_{1,i}$ [%], $o_{2,i}$ [%] je definována vztahy

$$o_{1,i} = \frac{100 \cdot G_1 \cdot g_{1,i}}{G_1 \cdot g_{1,i} + G_2 \cdot g_{2,i}}, \quad (12)$$

$$o_{2,i} = \frac{100 \cdot G_2 \cdot g_{2,i}}{G_1 \cdot g_{1,i} + G_2 \cdot g_{2,i}}. \quad (13)$$

Obdobně jako u (6) až (9) platí vztahy

$$p_{1,i} = 100 - o_{1,i}, \quad (14)$$

$$p_{2,i} = 100 - o_{2,i}, \quad (15)$$

$$p_{1,i} + p_{2,i} = 100, \quad (16)$$

$$o_{1,i} + o_{2,i} = 100, \quad (17)$$

Určíme-li dostatečný počet hodnot $p_{1,i}$ resp. $p_{2,i}$, lze sestavit křivku frakční propustnosti elutriátoru resp. filtru jako závislost těchto veličin na střední velikosti prachových částic d_i (μm) v jednotlivých velikostních frakcích.

3. STANOVENÍ A HODNOCENÍ KŘIVKY FRAKČNÍ PROPUSTNOSTI ELUTRIÁTORU

Metoda pro stanovení křivky frakční propustnosti je popsána v kap. 3.1. Stanovení je poměrně pracné a proveditelné pouze na pracovištích, kde lze s potřebnou přesností uskutečnit granulometrickou analýzu prachu. Z těchto důvodů se předpokládá využití zmíněné metody pouze občasné, např. při typové zkoušce nového druhu přístroje apod.

V kap. 3.2 je navržena jednodušší metoda pro testování shodnosti křivky frakční propustnosti elutriátoru u zkoušeného přístroje a standardního přístroje. Tato metoda předpokládá pouze vážení vzorků prachu a může tedy být používána i u výrobců a uživatelů přístrojů, kteří jsou vybaveni pro gravimetrické měření prašnosti.

Návrh obou metod vychází z několikaletých zkušeností, získaných v této oblasti ve VVUÚ Ostrava.

3.1. Stanovení průběhu křivky frakční propustnosti elutriátoru

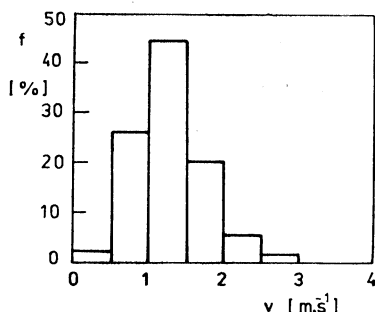
Průběh křivky frakční propustnosti elutriátoru se zjistí stanovením několika (zpravidla 10 až 15) hodnot $p_{1,i}$ (15), (20). Všechny hodnoty potřebné k výpočtu se stanoví experimentálně. Hodnoty G_1 , G_2 se zjistí vážením prachu zachyceného na obou stupních zkoušeného odběrového zařízení, hodnoty $g_{1,i}$ a $g_{2,i}$ pro $i = 1$ až I se určí granulometricky. Z dosavadních zkušeností vyplývají některé požadavky na podmínky stanovení uvedených veličin, jejichž splnění je nutné k dosažení správných a dostatečně reprodukovatelných výsledků.

3.1.1. Stanovení G_1 a G_2

Optimálním způsobem odběru vzorku prachu je odběr z ustáleného a homogenního proudu kontaminovaného vzduchu, realizovaného ve vhodné zkušební komoře s použitím zkušební prachu definovaných vlastností. Odběr se provede v podmínkách, blíže se co nejvíce podmínkám na pracovištích, kde má být zkoušený přístroj používán. S ohledem na podmínky v uhelných dolech lze např. doporučit rychlost proudění vzduchu při odběru $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, která se podle obr. 1 nejčastěji vyskytuje na důlních pracovištích v OKD Ostrava. Použije se metodiky odběru, předepsané výrobcem zkoušeného zařízení nebo příslušným hygienickým předpisem (např. [1]).

Prach pro zaprašování zkušební komory se připraví zpravidla mletím a oséváním kusového materiálu (např. hornin), k jehož rozměňování dochází na pracovištích, kde má být používán zkoušený přístroj. Převažující podíl prachových částic musí mít velikost od 0,5 do 20 μm . Částice mají být pokud možno izometrické (tj. přibližně kulové). Není přípustné používat prach s částicemi výrazně anizometrickými.

Použitý prach musí být pokud možno jednosložkový, rozhodně nesmí obsahovat částice se značně odlišnými mechanickými a morfologickými vlastnostmi. Tyto vlastnosti totiž ovlivňují spolu s velikostí částic průběh a výsledek odlučování. Dvě částice stejné velikosti avšak s různou hmotností mají odlišnou setrvačnost, u dvou částic stejné velikosti lišících se morfologicky se při jejich pohybu uplatní v odlišné



Obr. 1. Histogram četností f [%] výskytu rychlosti proudění ovzduší v [m . s⁻¹] na důlních pracovištích v OKD Ostrava.

míře odpor plynného prostředí. Definujeme-li křivku frakční propustnosti jako závislost hodnot $p_{1,i}$, $p_{2,i}$ pouze na d_i , mohou uvedené další vlastnosti částic (zejména jejich hustota, tvar), pokud nejsou u hodnoceného souboru alespoň přibližně konstantní, výrazně deformovat průběh nalezených křivek.

Vyskytuje-li se tedy na pracovištích, kde má být zkoušené zařízení používáno, vícesložkový prach, je vhodné použít k přípravě zkušebního prachu pouze jedné jeho složky, a to buď složky nejvíce zastoupené anebo lépe složky s největším fibrogenním účinkem. U značného počtu důlních i průmyslových pracovišť je rozhodující složkou směsných prachů s fibrogenním účinkem křemen, je tedy možno navrhnout křemenný prach jako téměř univerzální zkušební prach pro daný účel, proužitelný všude tam, kde jiné řešení je nevyhovující.

Naproti tomu není pro uvedený účel vhodný uhelný prach, který je vždy směsí řady různorodých složek (uhelné hořlaviny o hustotě asi 1,1 g . cm⁻³, anorganického podílu o hustotě 2,6 g . cm⁻³ i více). Křivky frakční propustnosti stanovené s použitím uhelného prachu mají z tohoto důvodu často méně pravidelný průběh než křivky určené obdobně za použití křemenného prachu.

Koncentrace prachu v komoře se volí tak, aby byla stejná nebo vyšší než na pracovištích. Bylo ověřeno, že frakční propustnosti se prakticky nemění ani při řádových změnách koncentrace prachu, je tedy možno zkracovat dobu odběru prachu podstatným zvýšením koncentrace bez nebezpečí negativního dopadu na výsledky měření. To ovšem neplatí pro lepivé a snadno aglomerující prachy.

Není-li k dispozici komora, lze provést odběr prachu na prašném pracovišti. Pro volbu podmínek odběru platí obdobné zásady jako při práci s komorou. Je nutno volit pracoviště

- s pravidelným technologickým režimem,
- s ustáleným rovnoměrným pohybem vzdušín,
- s pokud možno pravidelným vývinem prachu, jehož vlastnosti se v postačující míře přibližují požadavkům na zkušební prach pro komoru.

Důležitým předpokladem úspěšného měření frakční propustnosti v provozních podmínkách je nepřítomnost vodních a olejových kapek resp. vodní mlhy v nasávaném aerosolu. Jejich přítomnost způsobuje zvýšení lepivosti prachu. Dochází ke vzrůstu aglomerace částic, ke vzniku souvislých vrstev ulpělých částic na stěnách odběrového zařízení a ke vzniku pastovité vrstvy na filtru, která snižuje jeho průchodnost a může ovlivnit parametry průtoku vzduchu při odběru. Všechny tyto jevy znehodnocují měření frakční propustnosti. Je proto nutno vyloučit z blízkosti odběrového zařízení zdroje vodních a olejových kapek resp. mlhy (vodní postřiky, Dieselovy motory), popřípadě zajistit umístění odběrového zařízení v proudě vzdušnin před uvedenými zdroji, aby byla vyloučena kontaminace kapkami při jejich únosu. Není rovněž vhodné provádět odběry prachu v místech, kde relativní vlhkost dosahuje 100 %, popřípadě je vyšší než 95 %.

Doba odběru prachu ve zkušební komoře i v provozních podmínkách se určí podle těchto zásad:

— Zachycené množství prachu G_1 i G_2 musí postačovat k provedení granulometrické analýzy.

— Chyba vážení při stanovení G_1 i G_2 musí být menší než 1 %. Při práci s analytickými vahami je zaručena přesnost na 0,2 mg, je tedy nutno, aby hmotnost G_1 i G_2 přesahovala 20 mg.

— Zachycené množství G_1 , G_2 nesmí být větší než povolená kapacita zkoušeného přístroje, aby nedošlo k ztrátám zachyceného prachu při transportu a manipulacích. Vážení zachyceného prachu může být diferencní i přímé, pokud je zajištěna požadovaná přesnost.

3.1.2. Stanovení hodnot $g_{1,i}$, $g_{2,i}$

K stanovení hodnot $g_{1,i}$, $g_{2,i}$ je možno v zásadě použít kterékoliv spolehlivé metody granulometrické analýzy prachu. Ve VVUÚ Ostrava byly použity tyto metody:

— optická mikroskopie,
— vodivostní metoda (přístroj Coulter Counter typ A, resp. typ TA II, výrobce Coulter Electronics, Ltd., Dunstable, Velká Británie),

— sedimentační metoda s fotometrickým principem vyhodnocování průběhu sedimentace částic (přístroj Sedigraph L, výrobce Micromeritics, Norcross, USA).

Málo vhodná je pro daný účel elektronová mikroskopie, kde interval hodnotitelných velikostí částic se pohybuje nejčastěji od 0,01 do 5 μm . Hodnocení částic do 0,5 μm není totiž nutné, horní mez 5 μm je naopak nepostačující. U gravimetrických sedimentačních metod (Andreasenova pipetovací metoda, sedimentační váhy) je nevýhodná značná potřeba vzorku k analýze (0,5 g i více), a to zejména při hodnocení osobních odběrových přístrojů s nízkým průtokem vzduchu. Vhodnější je z tohoto hlediska přístroj Sedigraph L [6], kde spotřeba vzorku prachu je řádově pouze 10^1 až 10^2 mg podle stupně jeho disperzity.

U vodivostní metody [7] se mohou významněji uplatnit některé chyby stanovení. Nejméně vhodná je metoda mikroskopická [1]. V současné době je však nutno s ní počítat jako s jedinou dostupnou metodou na řadě pracovišť.

Důležitým parametrem, který může ovlivnit výsledky granulometrické analýzy, je počet hodnocených velikostních frakcí I . Volí se s ohledem na použitou metodu granulometrické analýzy a na celkový rozsah velikostí částic u daného vzorku prachu. Běžný rozsah velikostí částic je asi od 0,5 μm do asi 20 μm . Doporučuje se volit velikosti d_i tak, aby tvořily geometrickou řadu. Čím menší je kvocient této geometric-

ké řady, tím větší je při daném celkovém rozsahu velikostí částic hodnota I , která současně udává i počet bodů k sestrojení křivky frakční propustnosti.

Hodnota I by tedy měla být co možno největší, nelze ji ovšem zvyšovat libovolně. U mikroskopického hodnocení jsou při nadměrné hodnotě I počty částic nalezené v jednotlivých velikostních třídách velmi nízké. V důsledku toho jsou pak vypočtené hodnoty $g_{1,i}$, $g_{2,i}$ málo přesné a málo reprodukovatelné. Proto je nutno proměřit při zpracování každého vzorku minimálně 1 000 částic a použít hrubšího dělení na velikostní frakce. Lze doporučit kvocient $\sqrt[3]{2}$ s odpovídající hodnotou $I = 12$ pro rozsah 0,5 až 20 μm .

Při použití vodivostní metody vzniká v tomto ohledu příznivější situace. Počet proměřených částic je obvykle 10^4 až 10^5 , což umožňuje podstatné zvýšení I ve srovnání s mikroskopickou metodou. Obvykle však postačí volit kvocient $\sqrt[3]{2}$, čemuž odpovídá při uvedeném celkovém rozsahu velikostí částic hodnota $I = 17$. Obdobná situace je při použití přístroje Sedigraph L, kde se získá spojitá distribuční křivka velikostí částic, umožňující odečet pro větší počet velikostních frakcí. Volí se kvocient $10^{0,1}$, přičemž $I = 17$ pro uvedený rozsah velikostí, i když je možné použít i značně jemnějšího dělení frakcí.

3.1.3. Početní zpracování a interpretace výsledků

Všechny výpočty potřebné k stanovení frakční propustnosti provádí ve VVUÚ Ostrava samočinný počítač. Početní zpracování sestává z těchto fází:

- přepočet výsledků granulometrické analýzy na údaje o hmotnostním zastoupení jednotlivých velikostních frakcí částic (s předpokladem kulového tvaru částic),
- výpočet frakčních propustností $p_{1,i}$,
- eventuální výpočet dalších údajů o disperzitě zkušebního prachu.

Při použití mikroskopické nebo vodivostní metody je k dispozici program IMIDN, při použití sedimentační metody program IFRSE. Oba programy jsou zpracovány v programovacím jazyku Fortran.

Vypočtené hodnoty $p_{1,i}$ se porovnávají s předepsanými standardy. Mezinárodní je uznávána tzv. Johannesburgská konvence a konvence Los Alamos (obr. 2) [8]. Oba tyto standardy jsou platné pro prach s hustotou $h = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, pro jiné hodnoty h je nutno provést přepočet. Hustota zkušebního prachu se stanoví pyknometricky.

Při přepočtech se vychází z předpokladu, že u elutriátorů typu sedimentační komory je usazovací rychlost částic u_1 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] dána vztahem [9]

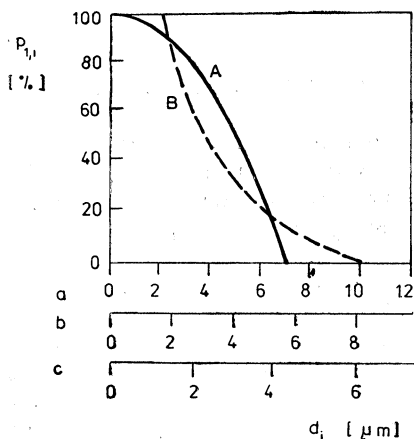
$$u_1 = k_1 \cdot g \cdot d^2 \cdot (h_p - h_v) / \eta, \quad (18)$$

a u elutriátoru typu cyklónu rychlost pohybu částic ve směru k jeho stěně u_2 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] přibližným vztahem [9]

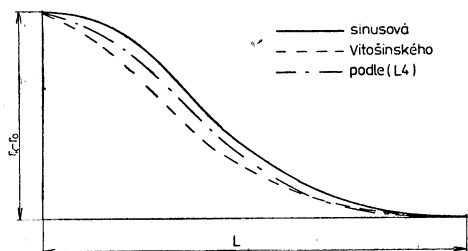
$$u_2 = k_2 \cdot d^2 \cdot w^2 \cdot (h_p - h_v) / (q \cdot \eta), \quad (19)$$

kde k_1 , k_2 jsou konstanty,

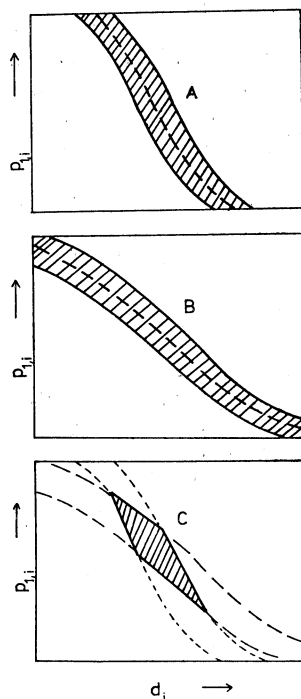
| | |
|------------|---|
| g | gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$], |
| d | průměr prachové částice [m], |
| h_p, h_v | hustota prachu a vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$], |
| η | dynamická viskozita vzduchu [$\text{Pa} \cdot \text{s}$], |
| w | rychlost proudění vzduchu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$], |
| q | poloměr zakřivení dráhy částic [m]. |



Obr. 2. Mezinárodní standardy frakční propustnosti elutriátorů. *A* — Johannesburgská konvence, *B* — konvence Los Alamos. Stupnice hodnot d_i [μm] platí pro hustotu částic $1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (*a*), pro uhlíkový prach s hustotou $1,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (*b*) a pro křemenný prach s hustotou $2,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (*c*).



Obr. 3. Střední hodnoty frakční propustnosti $p_{i,i}$ [%] (*A*) a pásmo vymezené jejich standardními odchylkami (*B*) u přístroje ODPN při 10krát opakovaném měření s použitím uhlíkového prachu.



Obr. 4. Schéma posouzení shodnosti dvou křivek frakční propustnosti *A*, *B* (viz text).

V konstantních podmínkách odlučování se vztahy (18), (19) zjednoduší na tvar

$$u_1 = k_3 \cdot d^2 \cdot h_p, \quad (20)$$

$$u_2 = k_4 \cdot d^2 \cdot h_p, \quad (21)$$

kde k_3, k_4 jsou konstanty, a to za předpokladu, že $h_p \gg h_v$ a tedy $(h_p - h_v) \approx h_p$.

Mají-li mít dvě částice *A*, *B* s různými velikostmi d_A, d_B a hustotami h_A, h_B stejný průběh odlučování, musí platit podmínka $u_{1,A} = u_{1,B}$ resp. $u_{2,A} = u_{2,B}$, tj. v obou případech

$$d_A^2 \cdot h_A = d_B^2 \cdot h_B. \quad (22)$$

Je-li $h_A = 1,0$, získáme vztah

$$d_B = d_A \sqrt{h_B}, \quad (23)$$

který byl použit k přepočtu hodnot d_i pro hustoty $h \neq 1,0$ na obr. 2. Vztah (22) je použitelný při $h_A \neq 1,0$, $h_B \neq 1,0$.

Jak vyplývá z kap. 3.1.1, je uvedený přepočet použitelný pouze pro vzorky prachu s konstantní hodnotou h u všech částic, nikoliv v případech, kdy prach obsahuje částice s různými hodnotami h . Při hodnocení směsných prachů je nutno používat střední hodnoty h (např. $h = 1,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ pro uhelný prach), což pochopitelně snižuje spolehlivost přepočtu.

Hodnoty $p_{1,i}$ jsou zatíženy chybami, vyplývajícími z povahy jejich experimentálního stanovení. Je proto vhodné měření několikrát opakovat (podle možnosti alespoň 5krát) a stanovit aritmetické průměry zjištěných hodnot $p_{1,i}$ a příslušné standardní odchylky. Při vynesení do grafu (obr. 3) je frakční propustnost charakterizována jednak křivkou, sestrojenou z průměrných hodnot, jednak pruhem určité šířky. Na obr. 4 je znázorněna jednoduchá možnost, jak testovat shodnost dvou různých křivek, resp. dvou různých pruhů. Dva různé pruhy s různými plošnými obsahy A, B vytvoří průnik o plošném obsahu C . Plošné obsahy A, B, C [cm^2] se zjistí planimetrováním. Míru shodnosti křivek A, B lze vyjádřit poměrem C/A (platí-li $A < B$) nebo C/B (platí-li $B < A$). Čím více se tento poměr blíží hodnotě 1,0, tím dokonalejší je shoda obou křivek.

Pro porovnání průběhu dvou křivek frakční odlučivosti lze samozřejmě využít celé řady statistických testů (významnost odchylek korespondujících dvojic $p_{1,i}$ atd.), popřípadě metod matematického modelování [10], [11].

Shodnost experimentálně určené křivky frakční propustnosti s předepsanou standardní křivkou je základním ukazatelem správné funkce dvoustupňového prachoměru. Není-li dosaženo vyhovující shody, získají se nesprávné údaje o koncentraci respirabilní a nerespirabilní frakce prachu, i když naměřená celková koncentrace prachu (tj. součet obou frakčních koncentrací) je správná.

3.1.4. Možnosti standardizace metody

V předchozích kapitolách jsou vymezeny možnosti měření frakční propustnosti pro různé účely a s různou laboratorní vybaveností. Při eventuálním zpracování standardní metodiky, zajišťující maximální spolehlivost výsledků, by se mělo dle dosavadních zkušeností vycházet z následujících zásad:

— K odběru prachu je nutno používat zkušební komoru s ustáleným průtokem homogenního prašného aerosolu s rychlostí $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

— Jako zkušební prach se použije frakce křemenného prachu s velikostí částic převážně v rozmezí 0,5 až 20 μm . Koncentrace prachu v prostoru komory se udržuje na konstantní výši, zvolené v rozmezí od 100 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ do 1 000 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ podle typu zkoušeného přístroje.

— Minimálně je nutno odebrat 20 mg prachu u každé frakce.

— Granulometrické složení prachu se stanoví sedimentační metodou s optickým nebo gravimetrickým hodnocením průběhu sedimentačního procesu.

— Měření se opakuje minimálně 5krát a vyhodnocují se aritmetické průměry frakčních propustností.

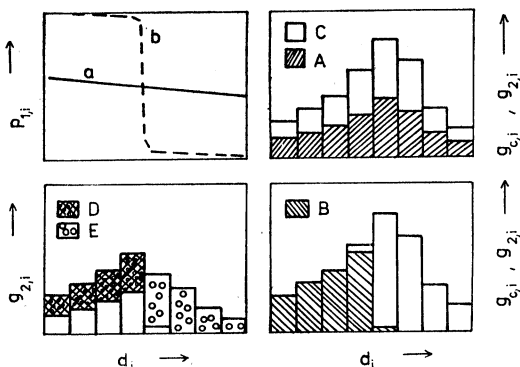
3.2. Test shodnosti křivek frakční propustnosti u dvou přístrojů

Celkovou odlučivost resp. propustnost O_1, O_2, P_1, P_2 lze vyjádřit pomocí frakčních odlučivostí resp. propustností $o_{1,i}, o_{2,i}, p_{1,i}, p_{2,i}$. Platí např. vztah

$$O_2 = \frac{\sum g_{c,i} \cdot o_{2,i}}{\sum g_{c,i}}, \quad (34)$$

kde obě sumace platí pro $i = 1$ až I a kde $g_{c,i}$ jsou hmotnostní podíly jednotlivých velikostních frakcí v celkovém vzorku polétavého prachu ($G_1 + G_2$).

Mají-li dva přístroje stejnou křivku frakční odlučivosti a odebíráme-li jimi prach stejného původu a granulometrického složení, musí být v obou případech nalezeny shodné hodnoty O_2 vzhledem k shodnosti všech hodnot, uváděných na pravé straně rovnice (34). Opačné tvrzení není ovšem vždy pravdivé, tj. dva přístroje u nichž byly za použití téhož prachu nalezeny stejné hodnoty O_2 , nemusejí mít stejný průběh křivky frakční odlučivosti. Tento případ může nastat, jestliže se obě porovnávané křivky A, B navzájem protínají (obr. 5). Pak jsou jednotlivé sumační položky



Obr. 5. Schéma ke kapitole 3.2 (viz text). Pro dvě různé křivky frakční propustnosti a, b lze při daném velikostním složení celkového vzorku prachu (C) dosáhnout stejné celkové propustnosti elutriátoru odpovídající plochám A, B (tj. $A = B$) v případě, kdy difference odpovídající plochám D, E se navzájem rovnají, tj. $D = E$.

v rovnici (34) u jemnějších frakcí prachu u křivky A nižší než u křivky B , u hrubších frakcí je tomu naopak (při $d_i < d_k$ platí vztah $(g_{c,i} \cdot o_{2,i,A}) < (g_{c,i} \cdot o_{2,i,B})$ při $d_i > d_k$ platí vztah opačný). Diference vyplývající z uvedených nerovností se mohou za vhodné konstelace veličin vzájemně eliminovat, takže výsledek sumace (34) je shodný i při různých hodnotách $o_{2,i}$.

Uvedených skutečností lze využít k testování shodnosti křivky frakční propustnosti resp. odlučivosti u dvou různých přístrojů, testovaného T a standardního S , u kterého se křivka frakční odlučivosti stanoví podle kap. 3.1. Při tomto testu se stanoví u obou přístrojů celková odlučivost O_2 . Souběžné stanovení O_2 se provede u obou přístrojů minimálně se dvěma druhy prachu, které se navzájem značně odlišují stupněm disperzity. Shodnost průběhu křivek frakční odlučivosti je prokázána, jestliže nalezené hodnoty $O_{2,T}, O_{2,S}$ jsou si u obou druhů prachu rovny. Náhodná rovnost hodnot $O_{2,T}, O_{2,S}$ při různém průběhu křivek frakční odlučivosti podle obr. 5

je možná jen u jediného případu distribuce velikostí prachových částic a u jiné distribuce je již vyloučena.

Praktické provedení testu spočívá v provedení současného a soumístního odběru vzorku prachu pomocí testovaného a standardního přístroje. Podmínky odběru jsou obdobné jako v kap. 3.1. Obě aparatury se umístí ve stejné výši ve vzájemné vzdálenosti 20 cm tak, aby spojnice vstupních otvorů obou přístrojů byla kolmá na směr proudění vzdušin v daném místě. Dva různé druhy prachu, potřebné k provedení dvojice srovnávacích měření, mohou být téhož původu. Jemnější zkušební prach by měl mít převážný podíl částic o velikostech do 5 μm , hrubší prach o velikostech kolem 10 μm .

Shodnost výsledků se posuzuje podle difference $D = |O_{2,T} - O_{2,S}|$, která nesmí přesáhnout určitou mez. Tuto mez nelze pochopitelně předepsat univerzálně. Je nutno ji volit pro dané zkušební podmínky individuálně. Vychází se při tom z údajů o dosažitelné reprodukovatelnosti stanovení k_c , k_r na daném odběrovém místě. Mezní hodnotu D je nutno stanovit i s přihlédnutím k tomu, na jaké hladině statistické významnosti má být potvrzena shodnost křivky frakční propustnosti u testovaného a standardního přístroje.

Popsané testování je vhodné několikrát opakovat a ke konečnému hodnocení použít aritmetické průměry nalezených hodnot. Metodika je použitelná pouze u elutriátorů, jejichž křivky frakční propustnosti mají průběh zásadně shodný se standardními křivkami, uvedenými na obr. 2, tj. musí se jednat o křivky v celém rozsahu monotónně klesající nebo alespoň nestoupající. Všechny elutriátory současných čs. přístrojů tomuto požadavku odpovídají.

4. ZÁVĚR

Jsou popsány dvě metody pro hodnocení frakční propustnosti elutriátorů dvoustupňových odběrových zařízení k měření prašnosti. Stanovení průběhu křivky frakční propustnosti vychází z údajů o granulometrickém složení respirabilní a ne-respirabilní frakce prachu a o hmotnosti obou těchto frakcí. Stanovení celkové odlučivosti u testovaného a standardního přístroje pro dva druhy prachu s různým stupněm disperzity umožňuje zjistit, zda oba porovnávané přístroje mají shodnou křivku frakční propustnosti elutriátoru.

LITERATURA

- [1] Standardní metody měření prašnosti v pracovním ovzduší. Příloha č. 8 k Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica. IHE Praha (1976).
- [2] Kubáček, J., Šimeček, J.: Dvoustupňový prachoměr. Prac. lékařství, 20, 8 (1968), str. 349—355.
- [3] Vítek, J., Řiháková, E., Škoda, V.: Vývoj dvoustupňového prachoměru DP 50 pro měření prašnosti na důlních pracovištích. Edice Zprávy VVUÚ Ostrava, Zpráva č. 88 (1971).
- [4] Vítek, J., Kuchta, Z., Kozubek, P.: Osobní dvoustupňový prachoměr ODPN pro dlouhodobé odběry prachu. Zdrav. technika a vduchotechnika, 21, 5 (1978), str. 269—280.
- [5] Vítek, J.: Hodnocení individuální prašné zátěže horníků pomocí čs. osobního dvoustupňového prachoměru ODPN. Uhlí, 26, 9 (1978), str. 378—384.
- [6] Instruction Manual. Sedigraph-L Particle Size Analyzer. Micromeritics, Norcross, USA.
- [7] Allen, T.: Critical Evaluation of the Coulter Coulter Particle Size Analysis. Conf. of the Soc. for Anal. Chem., Loughborough University of Technology, London (1966).
- [8] Dlouhý, J., Vítek, J., Burý, J.: Standardizace přístrojové techniky a metodik měření pro

hodnocení prašnosti důlních pracovišť uhelných dolů v zemích RVHP. Edice Vyřešené úkoly RVHP, VVUÚ Ostrava (1979).

- [9] *Vítek, J.*: Dvoustupňové odběry prachu prachoměrem DP 50. VVUÚ Ostrava (1973).
[10] *Moss, O. R., Ettinger, H. J.*: Respirable Dust Characteristics of Polydisperse Aerosols. Amer. Ind. Hyg. Assoc. J., 31, 5 (1970), str. 546.
[11] *Vítek, J.*: Porovnání různých systémů dvoustupňového odběru vzorků prachu s využitím samočinného počítáče. Zdrav. technika a vzduchotechnika, 17, 1 (1974), str. 9—20.

K vzniku této práce přispěli cennými připomínkami a podněty Ing. Alois Anděl, CSc. a RNDr. Ing. Václav Škoda, CSc., z KHS Ostrava a Ing. Jaroslav Šimeček, CSc., z IHE Praha. Při vytváření programů pro samočinný počítač přispěl svými radami Jan Krajčák, prom. fyz., z VVUÚ Ostrava. Za technickou spolupráci děkuje autor Heleně Pardubické, Naděždě Kadlíkové a Jarmile Juřenové z VVUÚ Ostrava.

ОЦЕНКА ФРАКЦИОННОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЭЛУТРИАТОРОВ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ ИЗМЕРЕНИИ ПЫЛЬНОСТИ

Инж. Ян Витек, к. т. н.

S rozvojem metod dvouступňatého měření koncentrací fиброгенных пылей в рабочей атмосфере и с существенным расширением этого способа оценки риска запыленных рабочих мест на практике является более актуальным вопрос метрологии применяемых приборов. Одной из самых важных характеристик двухступňатых пробоотборников пыли из атмосферы является кривая фракционной сепарации элутриатора. В статье уделяется внимание проблематике определения этой кривой.

EVALUATION OF THE FRACTIONAL PENETRATION OF ELUTRIATORS DURING THE TWO-STAGE MEASURING OF DUSTINESS

Ing. J. Vítek, CSc.

In connection with the stage of development of methods of two-stage fibrogenic dust measurement in a working atmosphere and with the essential propagation of this method for evaluation of risky working places in the practice the problem of metrology of used measuring devices becomes more and more topical. The fractional separation curve of the elutriator is one of the most important characteristics of two-stage dustmeters. This paper concerns the problem of determination of the curve.

BEWERTUNG DER FRAKTIONS DURCHLASSFÄHIGKEIT DER ELUTRIATIONSEINRICHTUNGEN BEI DER ZWEISTUFENMESSUNG DER STAUBKONZENTRATION

Ing. J. Vítek, CSc.

Mit der Entwicklung der Zweistufenmessmethoden der Konzentration von Fiberstäuben in der Arbeitsatmosphäre und mit der wesentlichen Verbreitung dieses Bewertungsverfahrens einer Gefährlichkeit der Staubarbeitsplätze in der Praxis wird die Frage der Metrologie von den angewandten Geräten immer mehr aktuell. Eine von den wichtigsten Charakteristiken der Zweistufenstaubnahmegeräte aus der Atmosphäre ist die Kurve des Fraktionsentstaubungsgrades einer Elutriationseinrichtung. Dieser Artikel behandelt die Problematik ihrer Bestimmung.

APPRECIATION DE LA PÉNÉTRATION FRACTIONNÉE DES ÉLUTRIATEURS AU MESURAGE A DEUX ÉTAGES DE LA CONCENTRATION EN POUSSIÈRE

Ing. J. Vítek, CSc.

Toujours, la question de la métrologie des appareils utilisés devient plus actuelle avec le développement des méthodes de mesurage à deux étages de la concentration en poussières de fibre dans

l'atmosphère de travail et avec l'élargissement essentiel de ce mode d'appréciation d'un risque des lieux de travail poussiéreux dans la pratique. Une des caractéristiques les plus importantes des appareils de prise d'échantillon à deux étages de l'atmosphère est la courbe d'efficacité de dépollution fractionnée d'un éluviateur. L'article présenté est consacré à la problématique de sa détermination.



65?

ŽIVOTNÍ JUBILEUM

DOCENTA LADISLAVA OPPLA

V plné pracovní aktivitě se 6. července 1987 dožívá šedesáti pěti let vedoucí redakce našeho časopisu a předseda českého výboru komitétu pro životní prostředí ČSVTS doc. Ing. Dr. Ladislav Oppl, CSc.

Je hodno obdivu, že veškerou činnost, kterou jsme připomněli před pěti roky při jeho šedesátinách, jubilat vykonává i nadále a jeho aktivita neutuchá. Kromě rozsáhlé činnosti v ČSVTS pracuje jako vedoucí vědecký pracovník v Institutu hygieny a epidemiologie, je poslancem národního výboru v Radotíně, externím učitelem na strojní fakultě ČVUT, členem četných komisí a stále vyhledávaným expertem pro všechny oblasti techniky životního prostředí.

Docent Oppl obsáhl jako první u nás všechny disciplíny techniky životního prostředí a zasloužil se o konstituování tohoto vědního oboru v našich podmínkách. Je předním představitelem svého oboru a uznávanou autoritou u nás i v zahraničí.

Do další činnosti přejeme jubilantovi pevné zdraví, životní pohodu a neslábnoucí pracovní elán.

**Redakční rada ZTV
ČV KŽP ČSVTS**

ANALÝZA TEPLOTNÝCH PARAMETROV INTERIÉRU OBYTNEJ BUDOVY VO VZŤAHU K TEPELNÉJ POHODE

ING. L. PIRŠEL, ING. D. PETRÁŠ, CSc.
Stavebná fakulta SVŠT, Bratislava

V článku se analyzují způsoby hodnocení stupně tepelné pohody vytápěného interiéru obytné budovy. Experimentálně byla v závěru topného období statisticky zpracována závislost teploty vnitřního vzduchu (t_i), výsledné teploty (t_g) a operativní teploty (t_o) v nestacionárním průběhu a jejich horizontálním a vertikálním rozložení v místnosti při konvektivním vytápění.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

ÚVOD

Pri návrhu a hodnotení obytných budov ako celku musíme uvažovať s nadradenými celospoločenskými hľadiskami. Tie sú určované pre konkrétne časové obdobie celoštátnymi smernicami zakotvenými v plánoch hospodárskeho a sociálneho rozvoja ČSSR a určujú vývoj do ďalšej budúcnosti.

V súčasnosti pri ich špecifikácii má nezastupiteľné miesto ochrana a tvorba životného prostredia. Tá v našom prípade predstavuje zámernú a cieľavedomú činnosť pri vytváraní umelého, stavebne vytvoreného, vnútorného životného prostredia, slúžiaceho ľuďom pri uspokojovaní ich potrieb a zabezpečení pohody v interieri bytnej budovy.

1. TEPELNO-VLHKOSTNÁ MIKROKLÍMA V INTERIÉRI OBYTNEJ BUDOVY

Úlohou architektúry a stavebníctva je vytvárať umelé životné prostredie, ktorého vnútorná klíma (mikroklíma) bude čo najviac vyhovovať ľudskému organizmu [6], nakoľko v ňom strávi prevažnú časť života (často až 90%), a to najmä v prostredí obytnom.

Mikroklíma takéhoto obytného prostredia, t.j. interiéru bytnej budovy ako celku, a každej jej jednotlivej miestnosti súčasne, je tvorená agensami, na ktorých prenose sa podieľa vzduch. Najčastejšie sa vyskytujúce agensy, resp. zložky mikroklímy sú: tepelno-vlhkostná, toxická, odérová, aerosolová, mikrobiálna, elektroiontová, elektrostatická, psychická a zvuková. Za najvážnejší interiérový stav obytného prostredia považujeme tepelno-vlhkostný, pretože ak nie je zaistený, je ohrozená základná podmienka ľudskej existencie „homoiotermia ľudskeho organizmu so všetkými jej negatívnymi dôsledkami“ [9].

Tepelno-vlhkostná mikroklíma je teda zložka prostredia vytváraná agensami tepelnými (teplo konvekčné, kondukčné, radiačné, evaporáčné a respiračné) a vlhkostnými (vodná para). V spojení so subjektom prostredia (človekom) dochádza ku vzájomnej interakcii, k vytváraniu tepelno-vlhkostnej záťaže človeka, tzv. stresu, či už pozitívneho alebo negatívneho.

Napriek tomu, že človek sa môže prispôbiť (adaptovať) na určitú mikroklímu, existuje určité rozmedzie (neutrálna zóna), v ktorom sa cíti najlepšie. Časťou neutrálnej zóny — optimálnej tepelno-vlhkostnej mikroklímy — je i zóna pohody, tzv. tepelná pohoda, navyiac podmienená príjemnými subjektívnymi pocitmi pri objektívne rovnovážnej tepelnej bilancii človeka v prostredí.

2. TEPELNÁ POHODA A JEJ FAKTORY

Tepelná pohoda je taký stav, pri ktorom človek nepocituje ani chlad, ani nadmerné teplo [4]. Je definovaná ako pocit spokojnosti s tepelným stavom prostredia. Takýto stav sa môže dosiahnuť len vtedy, ak existuje tepelná rovnováha medzi teplom vyprodukovaným ľudským telom a jeho tepelnými stratami, tj. aby osoba mohla sebou vyprodukované teplo vydávať do okolia bez fyzickej nepohody.

Na vytváraní stavu tepelnej pohody sa podieľajú:

a) faktory prostredia:

- teplota vnútorného vzduchu (t_i),
- tlak vodných pár (p_i),
- rýchlosť prúdenia vzduchu (v_i),
- účinná teplota okolitých plôch (t_u),

b) faktory súvisiace s exponovaným subjektom — človekom, a to:

- činnosť človeka (q_m),
- tepelno-izolačná schopnosť oblečenia (I_{cl}).

Podrobným výskumom [4] bolo preukázané, že vplyvy ďalších faktorov súvisiacich s vekom, pohlavím, etnickými rozdielmi, ale aj s účinkami teplotných zmien v priebehu niekoľkých dní, zo dňa na deň, z noci na deň, počas dňa, z rána na večer, sú len moderačného charakteru. Preto ich v súčasnosti považujeme len za vedľajšie faktory podieľajúce sa na vytváraní stavu tepelnej pohody.

Človek podstatne najrýchlejšie a najcitlivejšie reaguje na zmeny tepelného stavu charakterizované zmenami teplotných parametrov, a to jednak vnútorného vzduchu, ale aj interiéru ako celku. Z tohoto dôvodu sú práve hodnoty týchto teplôt aj legislatívne zakotvené v rôznych normatívoch, či už tepelno-technických, kúrenárskych, klimatizérskych, ako aj v hygienických predpisoch. Na strane druhej sú však určité diferencie v tom, čo je nimi definované (teplota vnútorného vzduchu t_i , súčtová teplota miestnosti t_M , výsledná teplota t_g , operatívna teplota t_o ...) a do akej miery je nimi zohľadnený exponovaný subjekt. To je potrebné porovnať jednak z hľadiska času expozície (nestacionárnosť teplotného režimu), ale aj s uvážením priestorového rozloženia týchto teplôt (horizontálneho i vertikálneho) v charakteristických bodoch interiéru obytnej budovy.

3. POŽIADAVKY NA HODNOTY TEPLOTNÝCH PARAMETROV INTERIÉRU OBYTNEJ BUDOVY

Ak vychádzame z definície tepelnej pohody ako nevyhnutnej podmienky pri navrhovaní interiéru obytnej budovy, je zrejmé, že teplotnými parametrami sú 2 faktory, a to:

- teplota vnútorného vzduchu t_i [°C],
- účinná teplota okolitých plôch t_u [°C].

Z hľadiska požiadaviek príslušných ČSN sa môžeme s nimi stretnúť v zásade len implicitne:

a) Teplota vnútorného vzduchu $t_i = 20\text{ °C}$ je požadovaná ČSN 73 0540 pre všetky obytné interiéry ako východiskový parameter tepelnotechnického dimenzovania obalových konštrukcií, tým následne i okrajovej podmienky určenia hodnoty spotreby energie na vykurovanie.

b) Rovnako, ale nepriamo je teplota t_i udávaná v ČSN 73 0548 pri výpočte tepelnej záťaže klimatizovaných priestorov v závislosti na druhu miestnosti a činnosti človeka, čo je pre obytné budovy a ich interiéry takmer bezvýznamné.

c) Hodnota účinnej teploty okolitých plôch t_u sa priamo nepožaduje. Sú len exaktne stanovené požiadavky na hodnoty vnútorných povrchových teplôt t_{ip} ohraničujúcich konštrukcií (vonkajšie steny $16,1\text{ °C}$, strechy $17,8\text{ °C}$, podlahy $17,0\text{ °C}$, deliace konštrukcie $16,0\text{ °C}$), ako výsledok normatívne požadovaných tepelných odporov stavebných konštrukcií podľa ČSN 73 0540.

Z uvedeného je zrejmé, že má zmysel analyzovať dôslednejšie tzv. fiktívne teploty interiéru, či už v podobe súčtovej teploty, výslednej teploty guľového teplomera, alebo aj operatívnej teploty senzora komfortmetra. Matematické vyjadrenia týchto teplôt sú nasledovné:

a) *Súčtová teplota miestnosti* t_M v zmysle ČSN 73 0540 sa uvažuje ako

$$t_M = t_i + t_p \quad [^\circ\text{C}], \quad (1)$$

kde t_i je teplota vnútorného vzduchu $[^\circ\text{C}]$.

t_p priemerná teplota okolitých plôch $[^\circ\text{C}]$.

Priemerná teplota okolitých plôch v interiéroch menších rozmerov, napr. v obytnej budove, je približne totožná s účinnou teplotou okolitých plôch, teda $t_p \approx t_u$, a môžeme ju vypočítať zo vzťahu

$$t_p = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ip} \cdot S_j)}{\sum_{j=1}^n S_j} \quad [^\circ\text{C}]. \quad (2)$$

b) *Výsledná teplota* t_g meraná guľovým teplomerom v zmysle ČSN 06 0210, resp. Závazných opatrení MZV č. 7/1978 sa môže matematicky vyjadriť pri prakticky kľudnom vzduchu ($v_i \leq 0,3\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) v zjednodušenom tvare, a to

$$t_g = 0,5 \cdot (t_i + t_u) \quad [^\circ\text{C}], \quad (3)$$

c) *Operatívna teplota* t_o meraná senzorom komfortmetra v zmysle ASHRAE Standard 55-81, obdobne i podľa NKB 40-81, resp. ISO 77 30, sa dá matematicky zjednodušiť, za predpokladu $v_i \leq 0,2\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $t_u \leq 50\text{ °C}$, vyjadriť v tvare

$$t_o = 0,5 \cdot (t_i + t_u) \quad [^\circ\text{C}]. \quad (4)$$

Z uvedených rovníc je zrejmé, že tzv. fiktívne teploty interiéru (t_M , t_g , t_o) sú funkciami teploty vnútorného vzduchu ako aj tepelného účinku ohraničujúcich stavebných konštrukcií. Matematické výrazy sú natoľko analogické, že stojí za zváženie previesť experimentálne meranie presnosti ich vyjadrenia skutčného tepelného stavu interiéru obytnej budovy v závislosti na čase expozície ako i na ich priestorovom rozložení.

4. EXPERIMENTÁLNE TEPELNO-POHODOVÉ MERANIE

Ako už bolo povedané, v ČSSR platné normatívy a predpisy vyjadrujú tepelný stav interiéru na základe jedného hlavného parametra. Predpokladá sa pritom relatívne uniformné prostredie a neuvažuje sa s možnosťou podstatných rozdielov v závislosti od stanoviska subjektu v hodnotenom interiéri. Ak uvedené normatívy vôbec uvažujú o mieste vyšetrovania tepelného stavu prostredia, predpokladajú za reprezentatívne hodnoty zistené v strede uvažovaného interiéru.

4.1 Cieľ merania

Na základe hodnotenia tepelného stavu interiéru v jeho charakteristických bodoch overiť platnosť predpokladu relatívnej uniformnosti prostredia. Porovnať hodnotenie tepelného stavu interiéru podľa platných ČSN a podľa metodiky ASHRAE Standard 55-81, ktorá hodnotí tepelný stav interiéru vo viacerých výškových úrovniach (0,1; 0,6; 1,1; 1,7 m) v strede miestnosti a v strede každej strany pôdorysu vo vzdialenosti 0,6 m od steny vystavenej tepelným účinkom.

4.2 Metodika merania

Vlastné experimentálne meranie sa uskutočnilo na konci vykurovacieho obdobia po dobu 18 dní v objekte tradičnej tehlovej konštrukčnej sústavy v Bratislave-Krasňanoch. Miestnosť bola situovaná v rohu dispozície pod strešnou konštrukciou. Schéma miestnosti a jej orientácia k svetovým stranám je zrejmä z obr. 1.

Koniec vykurovacieho obdobia bol vybraný zámerne, pretože poskytuje najväčšie možnosti na prevádzkovú úsporu tepla pomocou regulácie a súčasne, ako ukázal napr. Hapl [8], dochádza v tomto období k vytváraniu kladnej tepelnej nepohody s jej negatívnymi dôsledkami na energetickú bilanciú budovy.

Pre potreby merania boli zaznamenávané nasledovné veličiny:

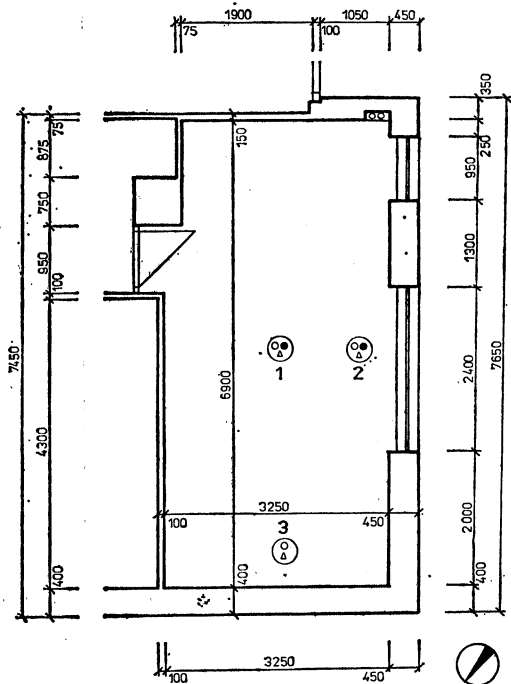
- teplota vnútorného vzduchu t_i v charakteristických bodoch interiéru,
- vnútorné povrchové teploty t_{ip} ohraničujúcich konštrukcií zachytené v geometrickom ťažisku plochy,
- výsledná teplota guľového Vernon—Joklovoho teplomera t_g , v strede miestnosti a pri okne vo výške 1,1 m nad podlahou,
- relatívna vlhkosť vzduchu v interiéri φ_i [%] resp., parciálny tlak vodných pár v interiéri p_i [Pa],
- operatívna teplota t_o [°C], indexy PMV a PPD komfortmetra COMFY TEST EQ 21,
- teplota vzduchu v exteriéri t_{es} [°C],
- dĺžka slnečného svitu s [h].

Vyšetrovanie tepelného stavu interiéru vychádzalo z jeho funkčného predurčenia — obývací izba, a prebiehalo za týchto predpokladov:

— tepelná produkcia človeka pre sediacu polohu $q_m = 60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ a pre stojacu polohu $q_m = 70 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,

— základná hodnota pomerného tepelného odporu oblečenia zodpovedala ročnému obdobiu $I_{cl} = 0,8 \text{ clo}$.

Veličiny t_o , PMV a PPD boli zaznamenávané v 2-hodinových intervaloch (každú



Obr. 1. Schéma meranej miestnosti a rozmiestnenie teplôtých snímačov
 o odporový teplomer Pt 100 na snímanie teploty vnútorného vzduchu t_i [°C], ● guľový teplomer
 Vernon—Joklov na určenie výslednej teploty t_g [°C], ● guľový teplomer
 Vernon—Joklov na určenie výslednej teploty t_g [°C], Δ senzor prístroja Comfy Test EQ-21 na
 určenie operatívnej teploty t_o [°C] a PMV indexu

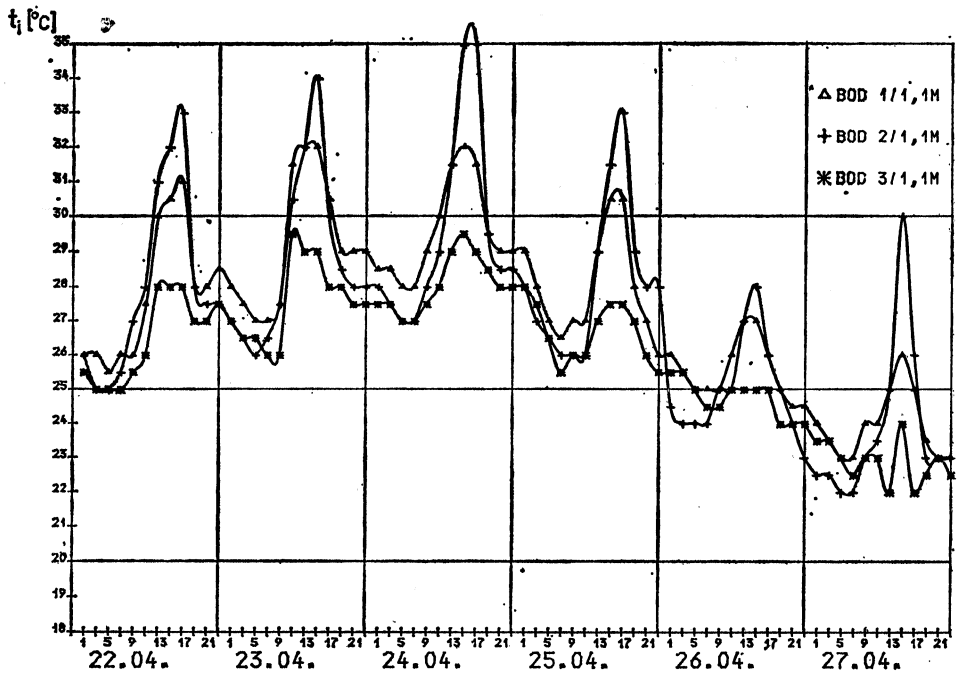
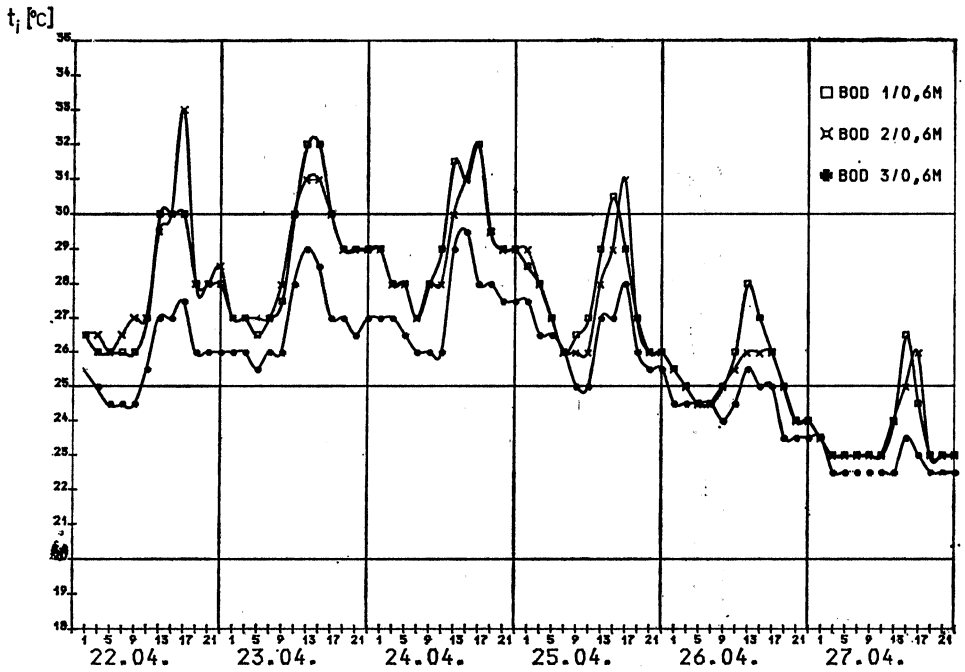
nepárnu hodinu letného času v ČSSR), ostatné veličiny boli registrované priebežne pomocou bodových zapisovačov, resp. dĺžka slnečného svitu heliografom.

Prístroje pre potreby merania poskytli: Katedra stavebnej fyziky SvF SVŠT, Výskumno-vývojový ústav pozemného staviteľstva a Ústav stavebníctva a architektúry SAV v Bratislave.

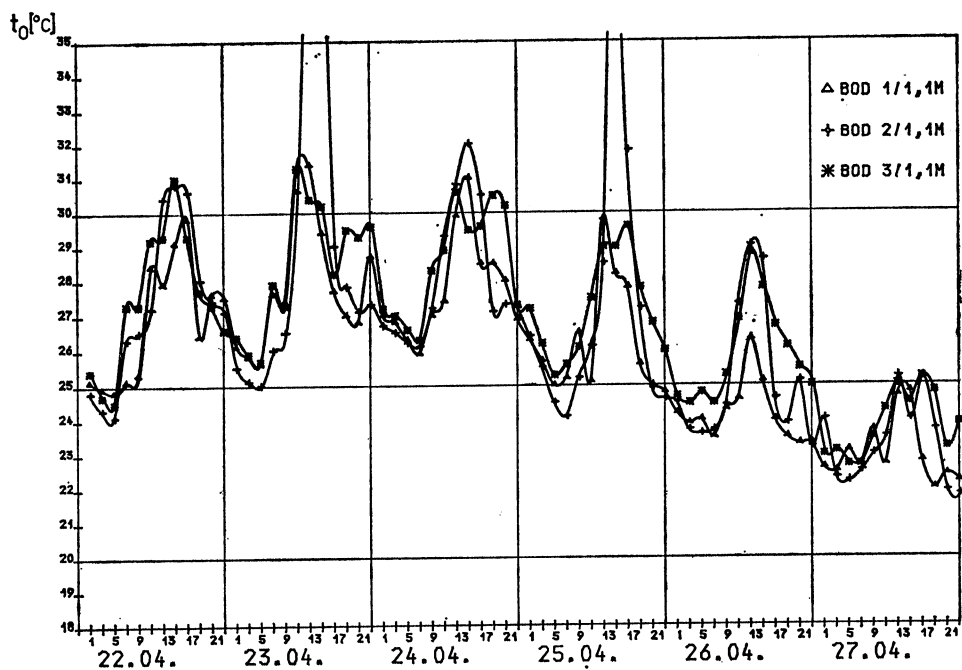
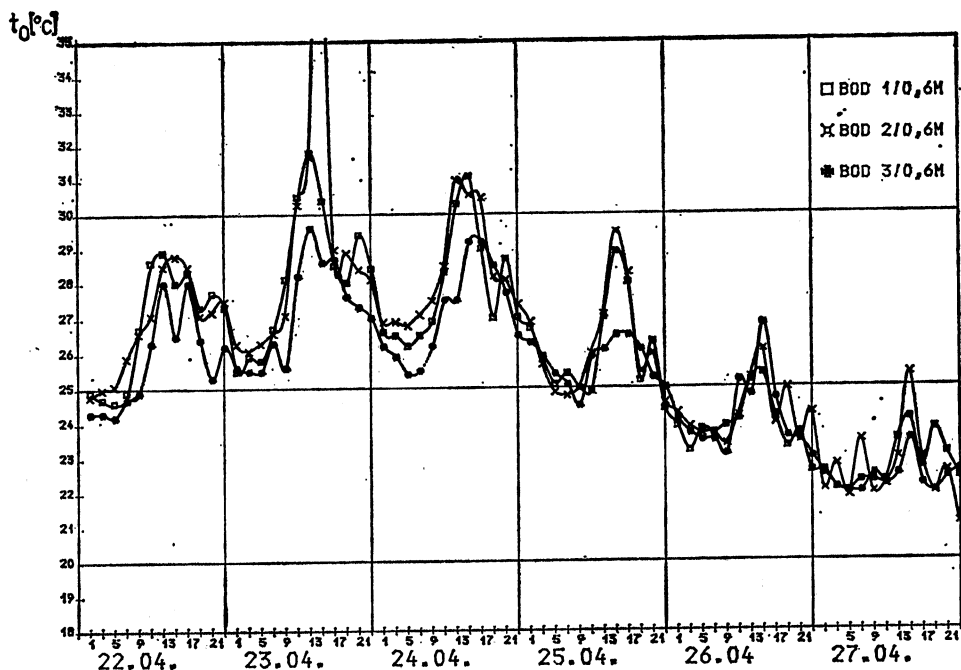
4.3 Výsledky merania

Výsledky merania v podobe nestacionárnych priebehov t_i , t_o , t_g , PMV boli vyhodnotené na počítači EC 1025 a vykreslené digigrafom (obr. 2, 3, 4, 5). Ich štatistické spracovanie prebehlo na počítači SM 3, pričom okrem priemerných hodnôt a štandardných odchýliek boli zisťované korelačné závislosti medzi jednotlivými veličinami, resp. tej istej veličiny pre rôzne stanoviská alebo polohy prostriedkami lineárnej regresie (obr. 6, 7).

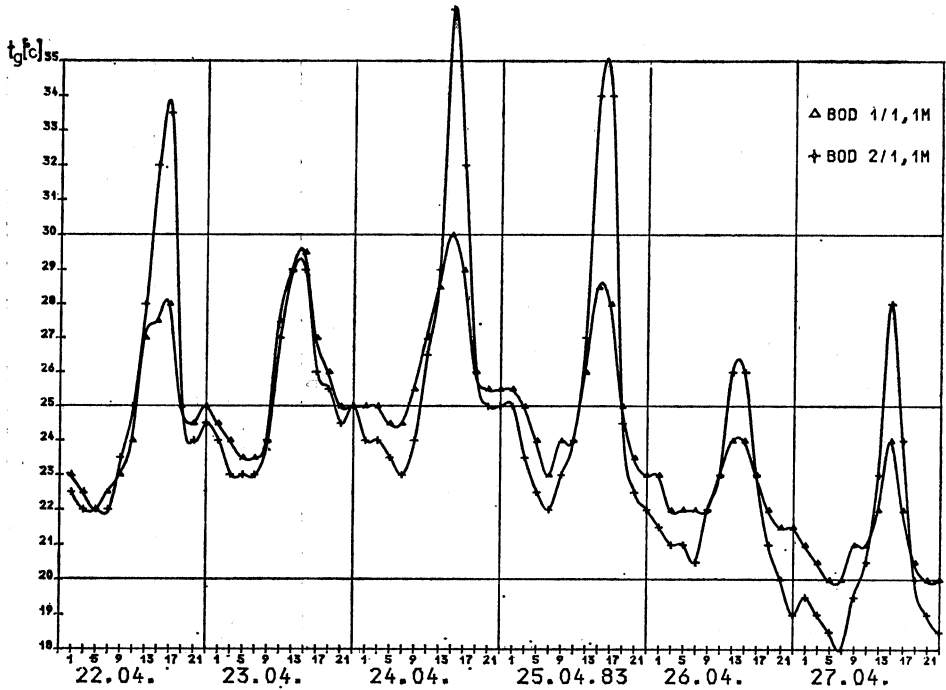
Pre vyhodnotenie bolo vybaté obdobie 3 dní, kedy bol interiér vykurovaný, a 3 dni bez vykurovania.



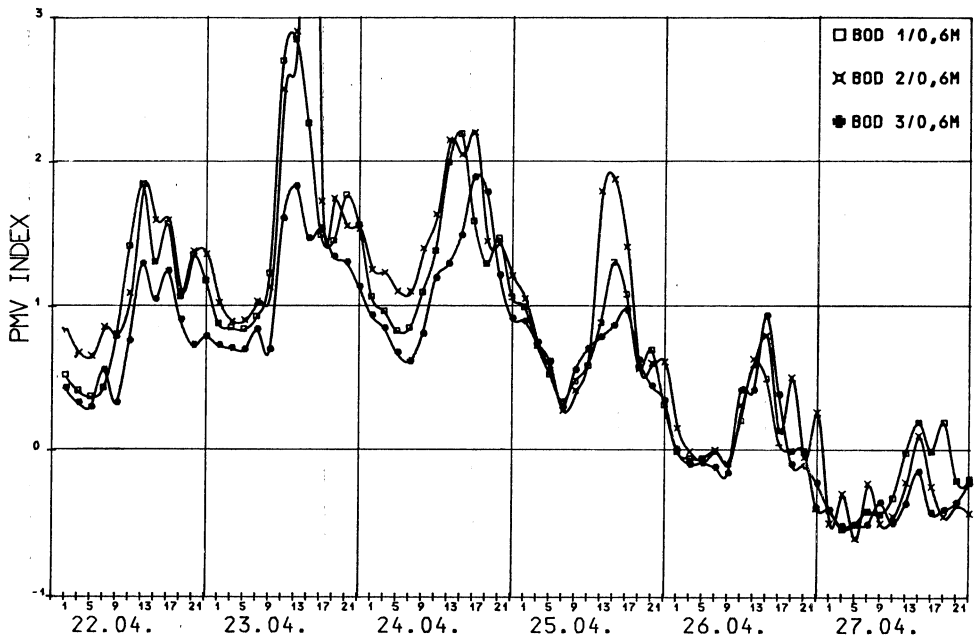
Obr. 2a. Priebch teploty vnútrného vzduchu t_i [°C] pre výšku 0,6 m
 2b. Priebch teploty vnútrného vzduchu t_i [°C] pre výšku 1,1 m



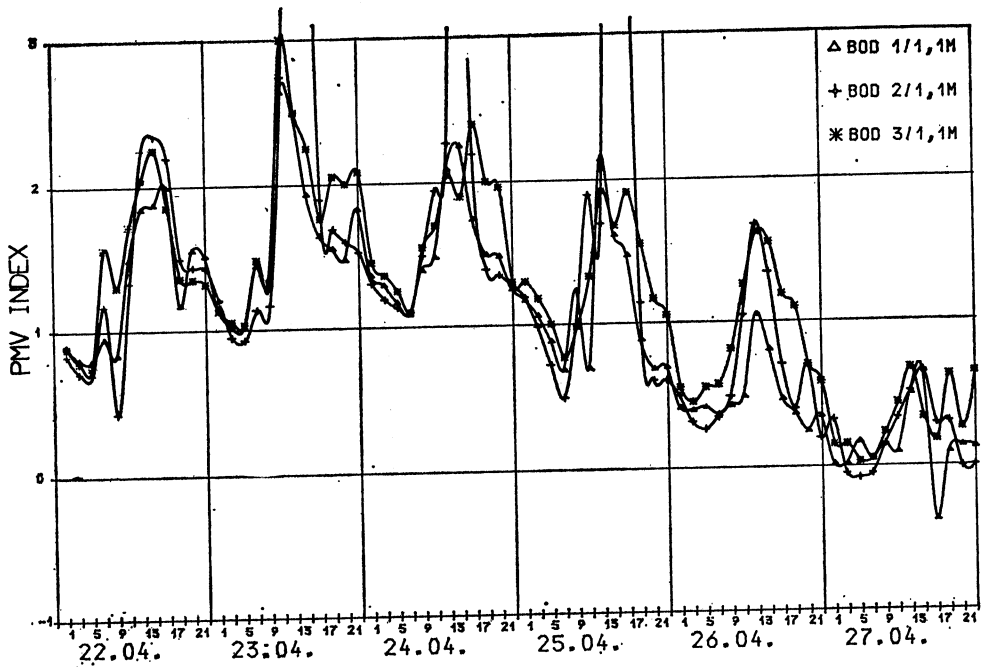
Obr. 3a. Priebeh operatívnej teploty t_0 [°C] pre výšku 0,6 m
 3b. Priebeh operatívnej teploty t_0 [°C] pre výšku 1,1 m



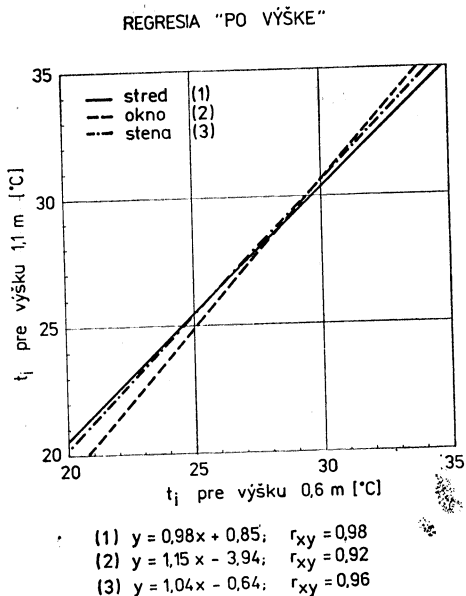
Obr. 4. Priebeh výslednej teploty t_g [°C] pre výšku 1,1 m



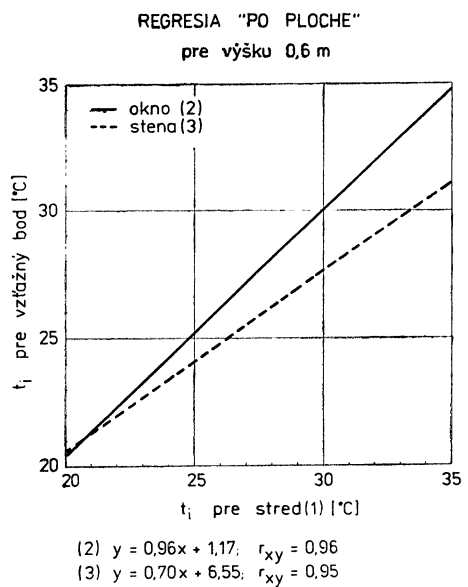
Obr. 5a. Priebeh indexu PMV pre výšku 0,6 m



Obr. 5b. Priebeh indexu PMV pre výšku 1,1 m



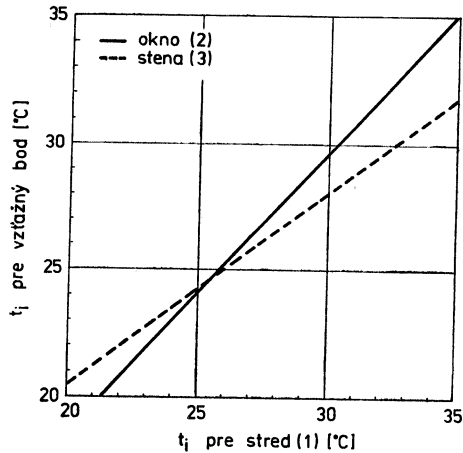
Obr. 6a



Obr. 6b

REGRESIA "PO PLOCHE"

pre výšku 1,1 m



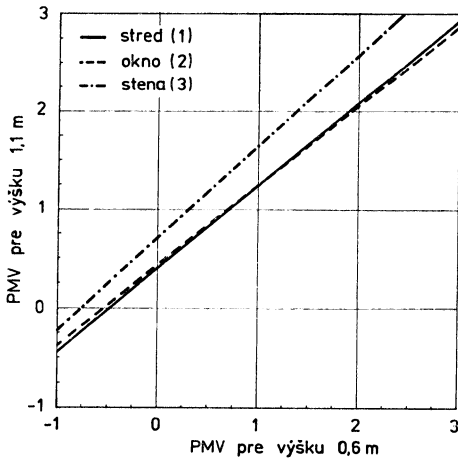
(2) $y = 1,17x - 4,81$; $r_{xy} = 0,93$
 (3) $y = 0,76x + 5,22$; $r_{xy} = 0,95$

Obr. 6a. Grafické vyjadrenie korelačnej závislosti pre teplotu vnútorného vzduchu t_i [°C] po výške

Obr. 6b. Grafické vyjadrenie korelačnej závislosti pre teplotu vnútorného vzduchu t_i [°C] po ploche pre výšku 0,6 m

Obr. 6c. Grafické vyjadrenie korelačnej závislosti pre teplotu vnútorného vzduchu t_i [°C] do ploche pre výšku 1,1 m

REGRESIA "PO VÝŠKE"

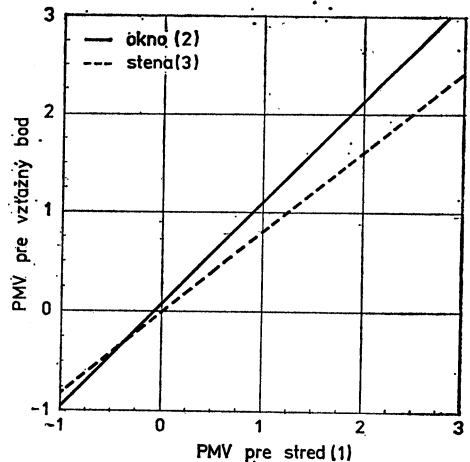


(1) $y = 0,84x + 0,41$; $r_{xy} = 0,94$
 (2) $y = 0,81x + 0,43$; $r_{xy} = 0,91$
 (3) $y = 0,94x + 0,70$; $r_{xy} = 0,92$

Obr. 7a

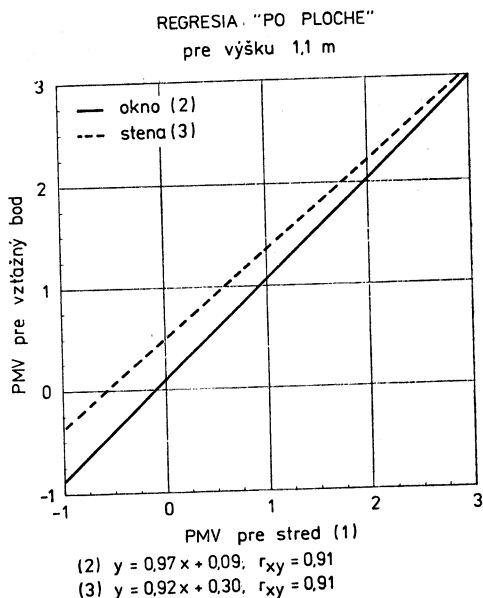
REGRESIA "PO PLOCHE"

pre výšku 0,6 m



(2) $y = 1,03x + 0,06$; $r_{xy} = 0,95$
 (3) $y = 0,81x - 0,02$; $r_{xy} = 0,92$

Obr. 7b



Obr. 7a. Grafické vyjadrenie korelačnej závislosti indexu PMV po výške
 Obr. 7b. Grafické vyjadrenie korelačnej závislosti indexu PMV po ploche pre výšku 0,6 m
 Obr. 7c. Grafické vyjadrenie korelačnej závislosti indexu PMV po ploche pre výšku 1,1 m

5. ANALÝZA TEPLOTNÝCH PARAMETROV V CHARAKTERISTICKÝCH BODOCH INTERIÉRU

Za charakteristické body interiéru boli zvolené nasledovné stanoviská:

- stred miestnosti (1) — reprezentant najčastejšej oblasti pobytu subjektov,
- 0,6 m od okna (2) — reprezentant vplyvu infiltrácie vzduchu, insolácie a „chladného sálania“ transparentných plôch,
- 0,6 m od ochladzovanej steny (3) — reprezentant vplyvu tepelnej zotrvačnosti obvodovej konštrukcie.

Pre každé stanovisko boli s ohľadom na funkčné určenie interiéru zvolené 2 výškové úrovne vyšetovania, a to:

- 0,6 m — ťažisko tela človeka sediaceho,
- 1,1 m — ťažisko tela človeka stojaceho.

Tepelný stav interiéru nebol vyšetrovaný pri vnútorných deliacich stenách, nakoľko susediace interiéry boli vykurované približne na rovnakú teplotu. Tým bol daný predpoklad, že steny nebudú vystavené tepelným účinkom.

Relatívna uniformnosť interiéru bola vyšetovaná pomocou párovej lineárnej korelačnej úlohy [1]:

- „po výške“ — za základ bola zvolená úroveň 0,6 m nad podlahou (získovanie vzťahu teploty v závislosti od výšky),
- „po ploche“ — za základné stanovisko bol zvolený stred miestnosti (1) (získovanie vzťahu teploty v závislosti od stanoviska).

Analýza závislosti teploty t_i pre výšku 1,1 m od hodnoty pre výšku 0,6 m nad podlahou ukázala, že teploty sa v uvedených výškach navzájom odlišujú v každom stanovisku (stred, okno, stena) a ich vzájomná závislosť nespočíva len v konštantnom rozdiely, ale je zložitejšia (viď obr. 6a).

Vyhodnotenie výsledkov v rámci jednej výšky (zvlášť pre 0,6 m a zvlášť pre 1,1 m) ukázalo rôzne závislosti teplôt t_i nameraných pri okne, resp. stene od teploty v strede miestnosti (viď obr. 6b, 6c).

Môžeme konštatovať, že pre danú miestnosť a dané obdobie, teploty vnútorného vzduchu namerané v jednotlivých meracích bodoch boli signifikantne odlišné, pričom väčšie rozdiely sú medzi jednotlivými stanoviskami ako medzi hodnotami pre výšky 0,6 a 1,1 m.

Samotné konštatovanie odlišnosti v nameraných hodnotách t_i pre jednotlivé meracie body ešte nemusí byť postačujúce pre vyslovenie tvrdenia o nutnosti zisťovania stavu tepelnej pohody pre viaceré miesta a výškové úrovne, za účelom objektívneho charakterizovania tepelného stavu interiéru vo vzťahu k subjektu. Bola preto urobená štatistická analýza podľa rovnakých zásad pre index tepelnej pohody PMV. Obr. 7 ukazuje korelačnú závislosť „po výške“. Opäť je zrejماً odlišnosť hodnôt nameraných v jednotlivých výškach, pričom rozdiely v porovnaní s teplotou t_i sa ešte prehĺbili. Pozoruhodné sú však približne rovnaké korelačné závislosti pre stanoviská „stred“ a „okno“.

V prípade korelačnej závislosti „po ploche“ (obr. 7b, 7c) sa taktiež potvrdili odlišnosti hodnôt, pričom charakter závislosti pre výšku 0,6 m je odlišný ako pre výšku 1,1 m.

6. DISKUSIA K VÝSLEDKOM EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

V prípade experimentálneho merania na konci vykurovacieho obdobia je opodstatnená otázka, ktoré z faktorov, či poveternostné (slnečné žiarenie, teplota vonkajšieho vzduchu, rýchlosť a smer prúdenia vzduchu), alebo prevádzkové (vykurovacia sústava), ovplyvnili viac výsledný tepelný stav interiéru. Bola preto vyšetrovaná závislosť medzi t_i , resp. operatívnou teplotou t_o , meranými v jednotlivých bodoch interiéru a medzi teplotným rozdielom teplôt prírodnej a vratnej teplej vody dvoj-rúrkovej vykurovacej sústavy $\Delta t_{ip}, \bar{u}_K$ (zjednodušene reprezentuje tepelný výkon vykurovacieho telesa v interiéri) a taktiež teplotou exteriéru snímanou zámerne nechráneným odporovým teplomerom ako t_{es} (zjednodušené zachytenie vplyvu slnečného žiarenia a prúdenia vzduchu). Za ideálneho stavu by mali byť hodnoty t_i a t_o nezávislé ako od $\Delta t_{ip}, \bar{u}_K$, tak aj od t_{es} .

Vyhodnotenie závislosti pre celé obdobie vykurovania v čase merania ukázalo:

- a) závislosť od $\Delta t_{ip}, \bar{u}_K$
 - pre t_i vyjadrené $r_{xy} = -0,12$ až $-0,05$
 - pre t_o vyjadrené $r_{xy} = -0,02$ až $+0,10$
- b) závislosť od t_{es}
 - pre t_i vyjadrené $r_{xy} = +0,61$ až $+0,83$
 - pre t_o vyjadrené $r_{xy} = +0,44$ až $+0,76$

Priemerná doba slnečného svitu za vyhodnocované 6-dňové obdobie bola $s = 7,5$ h, čo je v súlade s dlhodobým priemerom hodnoty slnečného svitu v mesiaci apríli pre lokalitu Bratislava [12].

Môžeme teda konštatovať, že tepelný stav interiéru bol vo väčšej miere ovplyvnený poveternostnými vplyvmi ako prevádzkovými faktormi, čo bolo spôsobené nevhodným režimom činnosti vykurovacieho telesa (zväčša konštantný výkon). Nemenej závažným poznatkom bolo, že takáto činnosť vykurovacej sústavy (centralizované zásobovanie teplom bez možnosti uplatnenia miestnej regulácie) spôsobí zvýraznenie vplyvu poveternostných činiteľov na vytváranie tepelného stavu interiéru, umožňuje vznik tepelnej nepohody (väčšinou kladnej) a tým i neopodstatnenú spotrebu tepelnej energie na vykurovanie.

Keď v krátkosti zhrnieme výsledky štatistického skúmania závislostí, musíme konštatovať, že tak v prípade merania teploty vnútorného vzduchu t_i ako aj zisťovania indexu tepelnej pohody PMV v danom interiéru a počas sledovaného obdobia zohrávali dôležitú úlohu jednotlivé stanoviská merania (okno, stred, stena) a meracia výška (0,6; 1,1 m). Dôsledkom toho je, že predpoklad uniformnosti prostredia pre charakterizovanie tepelného stavu daného vykurovaného interiéru neobstál a meranie vo viacerých stanoviskách a výškových úrovniach bolo opodstatnené.

Miestnosť, v ktorej prebiehalo experimentálne meranie, sa veľkosťou, tvarom pôdorysu a plochou transparentných častí nijak nevymykala z rámca bežných miestností v obytných budovách. Je preto vhodné zvážiť, či uvedené výsledky štatistickej analýzy, ktoré majú podstatný dopad na voľbu metodiky zisťovania a posudzovania tepelného stavu vykurovaných interiérov, sú dôsledkom špecifik skúmaného interiéru, alebo či majú obecnější platnosť. V každom prípade však výsledky štatistickej analýzy poukázali na to, že je potrebné podrobne sa zaoberať dosiaľ používanými metodikami zisťovania tepelného stavu vykurovaných interiérov.

7. ZÁVER

Štatistické skúmanie závislostí ukázalo, že najlepšie charakterizuje tepelný stav prostredia operatívna teplota t_o ($r_{xy} = +0,95$ až $r_{xy} = +0,99$) vo vzťahu k indexu PMV. Nakoľko teplota vzduchu v interiéru t_i bola snímaná odporovými teplomermi Pt 100 bez tienenia (týmto spôsobom bol zachytený aj vplyv okolitých povrchov), bola závislosť medzi indexom PMV a t_i nad očakávanie tesná ($r_{xy} = +0,86$ až $r_{xy} = +0,94$). Výsledná teplota guľového teplomera t_g vyjadrovala celkový tepelný stav interiéru tiež uspokojivo ($r_{xy} = +0,86$ pre okno, $r_{xy} = +0,91$ pre stred miestnosti vo výške 1,1 m) vo vzťahu k indexu tepelnej pohody PMV.

Experimentálne meranie preukázalo, že najspolahlivejšie charakterizuje tepelný stav prostredia operatívna teplota t_o , pričom čiastočne prekvapivým výsledkom bolo, že teplota vnútorného vzduchu t_i a výsledná teplota t_g hodnotili tepelný stav prostredia približne rovnako spoľahlivo.

LITERATÚRA

- [1] *Bakytová* a kol.: Základy štatistiky. Alfa, Bratislava 1975, 390 s.
- [2] *Bogoslovskij, V. N.*: Teplovoj režimj zdanij. Strojizdat, Moskva 1979, 248 s.
- [3] *Cihelka, J.*: Vytápění, větrání a klimatizace. SNTL, Praha 1985, 648 s.
- [4] *Fanger, P. O.*: Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company, New York 1972, 244 s.
- [5] *Gurev, M. E.*: Teplovyje izmerenija v strojitelnoj teplofizike. Izdatelstvo obedinenija Vyšša škola, Kijev 1976, 128 s.
- [6] *Halachyja, M.*: Nové tepelnotechnické problémy pozemných stavieb. Vydavateľstvo SAV, Bratislava 1967, 271 s.

- [7] *Halachyja, M. a kol.:* Stavebná tepelná technika, osvetlenie a akustika. Alfa, Bratislava 1985, 748 s.
- [8] *Hapl, L.:* K otázkám tepelně vlhkostní a akustické pohody životního prostředí v obytných budovách nových obytných souborů. In: Výstavba a architektura 10/1981, 10—18 s.
- [9] *Jokl, M.:* Optimalizace fyzikálních podmínek pro práci člověka. Práce, Praha 1984, 236 s.
- [10] *Oppl, L.:* Hodnocení mikroklimatu pomocí indexu PMV. In: Zdravotní technika a vzducho-technika, (26), 1983/1, 1—7 s.
- [11] *Pelcarovič, J. K.:* Zabezpečenie optima tepelného komfortu v interiéroch obytných budov pri hospodárne opodstatnených nákladoch. DDIZP, SvF SVŠT, Bratislava 1978, 314 s.
- [12] *Petráš, D.:* Príspevok k určeniu energetickej bilancie obytných budov v celoročnom priebehu. KDIZP, SvF SVŠT, Bratislava 1983, 239 s.
- [13] *Petzold, K.:* Raumlufttemperatur. VEB Verlag Technik, Berlin 1976, 304 s.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ТЕПЛОВОМУ КОМФОРТУ

Инж. Л. Пиршел, Инж. Д. Петраш, к. т. н.

В статье анализируются способы оценки уровня теплового комфорта отапливаемого интерьера жилого дома. На основе эксперимента в конце отапливаемого сезона статистически обработана зависимость температуры внутреннего воздуха (t_i), результирующей температуры (t_g), и оперативной температуры (t_o) в нестационарном ходе в виде горизонтального распределения, тоже вертикального, в помещении при конвекционном отоплении.

ANALYSIS OF AIR-TEMPERATURES DISTRIBUTION IN THE ROOM OF A DWELLING BUILDING IN RELATION TO THERMAL COMFORT

Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.

In this paper there are analysed manners of thermal comfort judging in heated interior of a dwelling building. It is statistically calculated dependence of indoor air-temperature (t_i), globe temperature (t_g) and operative temperature (t_o) in non-stationary state and their horizontal and vertical distribution in a room by convective heating based on an experimental measurement at the end of the heating period.

ANALYSE DER INNENLUFTTEMPERATURVERTEILUNG IM RAUM EINES WOHNGEBÄUDES IM BEZUG ZUR THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT

Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.

Im Beitrag sind verschiedene Bewertungsverfahren des thermischen Zustandes der beheizten Räume in den Wohngebäuden analysiert. Anhand experimenteller Messungen am Ende des Beheizungszeitraumes sind die Zusammenhänge zwischen den Werten der Innenlufttemperatur (t_i), der resultierenden Temperatur (t_g) und der Operativtemperatur (t_o) im nicht stationären Verlauf im Bezug auf ihre Horizontal- und Vertikalverteilung in einem konvektiv beheizten Innenraum statistisch verarbeitet.

ANALYSE DE LA DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR À L'INTÉRIEUR D'UN BÂTIMENT HABITÉ EN FONCTION DU CONFORT THERMIQUE

Ing. L. Piršel, Ing. D. Petráš, CSc.

L'article présenté a pour but l'analyse des méthodes d'appréciation du niveau d'état thermique à l'intérieur chauffé d'un bâtiment habité. On y trouve une dépendance des valeurs de la température de l'air à l'intérieur (t_i), de la température résultante (t_g) et de la température opérative (t_o) à variable régime par rapport à leur distribution horizontale et verticale dans la pièce avec le chauffage habituel élaborée statistiquement sur la base des mesures expérimentales à la fin de la période de chauffe.

SINUSOVÁ DÝZA A VÝROBA MODELU PRO LAMINOVÁNÍ

Z. SVOBODA, ING. E. LIBIŠ, ING. V. RYBECKÝ

Výzkumný ústav vzduchotechniky, Praha

Článek je věnován (kromě krátkého úvodu do problematiky aerodynamických tunelů) návrhu dýzy pro konkrétní aerodynamický tunel o průměru 1 260/630 mm. Je proveden výběr tvaru dýzy, matematické zpracování tvořící křivky povrchu pro opracování modelu dýzy na NC stroji, popis konstrukce dýzy a je dokumentováno provedení zmenšeného modelu aerodynamického tunelu 1 : 5.

Recenzoval: Ing. Jan Čitavý, CSc.

1. ÚVOD

Jednou ze základních podmínek optimální funkce aerodynamického tunelu je rovnoměrné rozdělení proudu protékajícího vzduchu v účinném průřezu měřicího prostoru. Zrovnoměrnění rychlostního a tlakového pole je možné dosáhnout vestavěnou mřížovou dělicí stěnou (např. drátěná síta, perforovaný plech apod.), voštinovým usměrňovačem nebo dýzou (konfuzorem, tzn. zúžením průřezu potrubí ve směru proudění). Při návrhu aerodynamického tunelu se hledá nejvhodnější kombinace všech uvedených tří způsobů především s ohledem k požadavkům na intenzitu turbulence v měřicím prostoru, ale také se zřetelem k tlakové ztrátě a stavební délce jednotlivých elementů.

Intenzita turbulence v měřicím prostoru je dána uspořádáním celého tunelu. Vzhledem ke značnému vlivu turbulence na obtékání v těsné blízkosti těles je pro modelování proudění při procesech ve volném ovzduší, které lze považovat prakticky za prosté turbulence a pro kalibraci, po případě kontrolu měřidel rychlosti proudění je požadována v aerodynamických tunelech převážně velmi nízká hodnota intenzity turbulence. Pro některá měření s potřebou zvýšení turbulence se před měřicí prostor vkládají generátory turbulence většinou ve formě drátěných mříží.

Zlepšení rozdělení rychlostí mřížovou dělicí stěnou lze dosáhnout na velmi krátkém úseku tunelu. Podle [1] lze dělicí stěnou s 52 % volné plochy dosáhnout vyrovnání libovolného rychlostního profilu, pokud jeho nerovnoměrnost je poměrně malá, což lze při vhodném uspořádání předcházejícího úseku tunelu předpokládat.

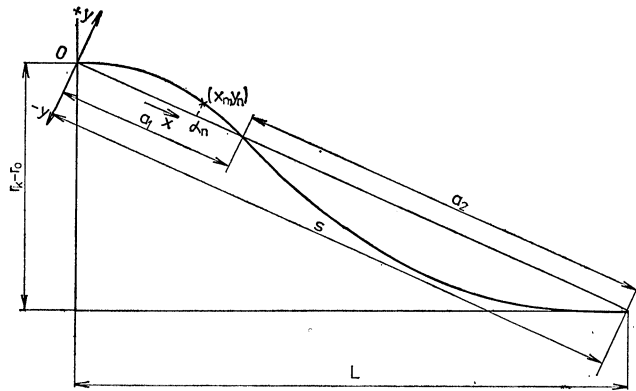
Použití dýzy pro zkvalitnění proudění v aerodynamickém tunelu je provázeno problémy s její výrobou, zejména pokud se jedná o tunel velkých rozměrů. O postupu návrhu tvaru a výroby dýzy laminováním je pojednáno v následujícím článku, který vychází ze zkušenosti s návrhem a realizací malého a velkého aerodynamického tunelu ve VÚV Praha.

2. DÝZY

Smyslem použití dýz je zrychlení a zrovnoměrnění proudu vzduchu před vstupem do měřicího prostoru. Průtok dýzou má jen velmi malou energetickou ztrátu. Dýza se umísťuje těsně před měřicí prostor. Na funkci dýzy mají vliv zúžení průřezu,

délka a tvar. Při poměru vstupní a výstupní plochy 1 : 7, po případě větším, je zaručeno rovnoměrné rychlostní pole na výstupu. Při návrhu tvaru dýzy se ale musí zabránit vzniku oblastí s odtržením proudu, tzn. odstranění oblastí s možným místním nárůstem tlaku a tím poklesem rychlostí.

Podle [2] není změna charakteristiky turbulence v dýze zcela objasněna. Pro poměr průřezů nad 1 : 4 dochází k útlumu podélné složky turbulence v důsledku nárůstu střední rychlosti, ale pro poměr ploch nad 1 : 10 intenzita podélné složky turbulence po počátečním poklesu opět narůstá a pro poměr 1 : 16 je na výstupu větší intenzita turbulence než ve vstupním průřezu. Příčná složka je podle měření



Obr. 1. Profil sinusové dýzy

na výstupu menší než na vstupu. Volba velkého poměru zúžení je proto vhodná pro aerodynamické tunely s nízkým stupněm přirozené turbulence.

Jako tvořící křivka bývá doporučována Vitošinského křivka [2], [3]:

$$\frac{d_m}{d_o} = \sqrt{1 - \left[1 - \left(\frac{d_k}{d_o}\right)^2\right] \frac{\left[1 - \left(\frac{x}{L}\right)^2\right]^2}{\left[1 + \frac{1}{3} \left(\frac{x}{L}\right)^2\right]^3}}$$

V britských pramenech (např. [4]) se uvádí křivka:

$$\frac{d_m}{d_o} = 1 - \left[1 - \left(\frac{d_k}{d_o}\right)^2\right] \cdot \left[10 - 20 \left(\frac{x}{L}\right) + 15 \left(\frac{x}{L}\right)^2 - 4 \left(\frac{x}{L}\right)^3\right], \quad (2)$$

kde d_m je hledaný průměr,
 d_k výstupní průměr,
 d_o vstupní průměr,
 x vzdálenost od vstupu,
 L celková délka.

V posledních letech se využívá jako tvořící křivky spojení dvou sinusovek s různou délkou úseků. Vhodný poměr délek úseků byl zjišťován na analogovém modelu tak, aby nedocházelo k rychlostním extrémům a tím se odstranila náchylnost k trhá proudů. Na základě měření prováděných pracovníky VZLÚ je v [5] jako nejvhod-

doporučován poměr 30 : 70 (obr. 1). Parametry a souřadnice sinusové dýžky se vy-
počtou z (3) až (10):

$$s = \sqrt{(r_k - r_o)^2 + L^2}, \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{r_k - r_o}{L}, \quad (4)$$

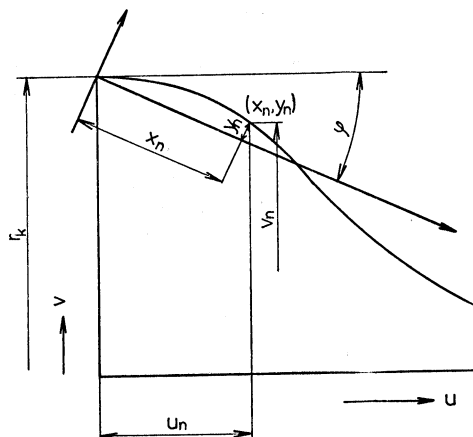
pro sinusovku délky $a_1 = 0,3$ s platí

$$x_{1n} = \frac{0,3 \cdot s}{180} \cdot \alpha, \quad (5)$$

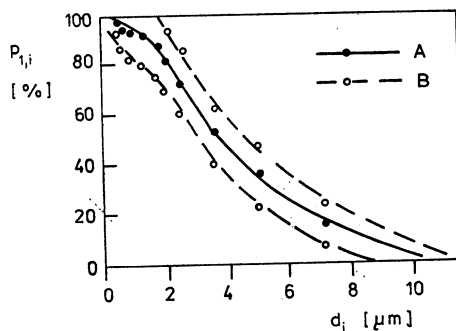
$$y_{1n} = \frac{0,3 \cdot s \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\pi} \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

pro sinusovku s $a_2 = 0,7$ s

$$x_{2n} = \frac{0,7 \cdot s}{180} \cdot \beta, \quad (7)$$



Obr. 2. Transformace souřadnic



Obr. 3. Porovnání různých profilů dýž

$$y_{2n} = \frac{0,7 \cdot s \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\pi} \cdot \sin \beta. \quad (8)$$

Pro výpočet je vhodné volit $\alpha = \beta$. Podle obr. 2 lze psát tyto transformační rovnice:

$$u = x \cdot \cos \varphi + y \cdot \sin \varphi, \quad (9)$$

$$v = r_k - x \cdot \sin \varphi + y \cdot \cos \varphi. \quad (10)$$

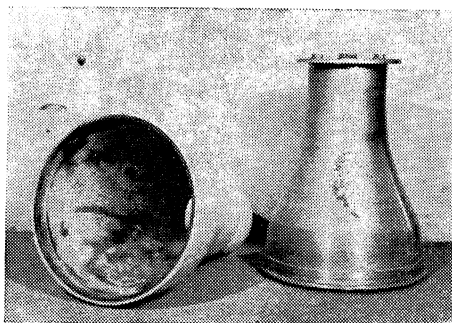
Ve VZLÚ byl pro tento výpočet vypracován program pro kalkulátor HP 67. Srovnání tvarů všech tří dýz je na obr. 3.

3. TECHNOLOGIE VÝROBY DÝZY

Při realizaci aerodynamického tunelu Eiffelova nebo Prandtlova typu s otevřeným nebo uzavřeným měřicím prostorem je po technologické stránce nejdůležitější výroba vlastní dýzy. Výstupní otvor dýzy může být kruhový nebo čtyřhranný. V obou případech je plášť zborcená plocha. Ostatní díly tunelu jsou tvořeny rotačně symetrickými tělesy s přímkovou tvořicí čarou, která nejsou po technologické stránce tak obtížná (válece, komolé kužele).

Dřívější způsob výroby dýz z tvarovaných překližek je nyní nahrazován technologií laminování na negativní model. Požadavkem je, aby povrch modelu bylo možno opracovat, po případě upravit tak, aby odpovídal vysokým požadavkům na kvalitu činné plochy a na úzké mezní úchylky jejich rozměrů, protože povrch laminované dýzy je stejné kvality jako povrch modelu. Materiálem modelů bývá dřevo, kov, sádra apod. Kovové modely se používají pro případ opakované výroby, kdy je nežádoucí poškození modelu při stahování vylaminované dýzy a kdy je třeba zachování tvaru a rozměrů po delší dobu.

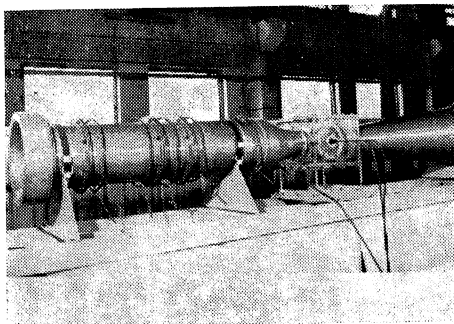
Pro konkrétní úkol byla navržena dýza o průměru $d_k = 1\,260$ mm, $d_o = 630$ mm a délky $L = 1\,400$ mm. Pro ověření některých aerodynamických vlastností tunelu byl vyroben jeho model v měřítku 1 : 5, tj. s dýzou $\varnothing 252 / \varnothing 126$ a délce 280 mm. Model pro laminování menší dýzy byl vyroben z plného kusu materiálu z Al-slitiny na kopírovacím soustruhu. Šablona byla vyrobena z ocelového plechu $s = 2$ mm. Povrch modelu byl po obrobení ručně doleštěn. Okrajové příruby jsou demontova-



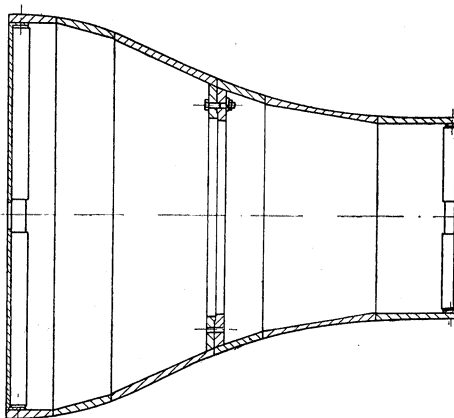
Obr. 4. Dýza a její model

telné pro možnost sejmutí vylaminované dýzy. Na *obr. 4* je model a hotová dýza. Pro tento případ byla zvolena jednoduchá technologie laminování bez výztuh. Tloušťka stěny dýzy je přibližně 5 mm. Na *obr. 5* je pohled na dýzu v sestavě tunelu.

Pro velkou dýzu byl navržen model dutý, jako svařenec skruží z *Al*-plechu tloušťky 32 mm, *obr. 6*. Opracování bylo provedeno na svislém NC soustruhu, pro který bylo



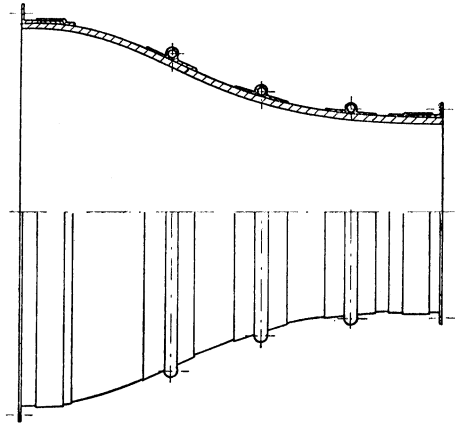
Obr. 5. Část aerodynamického tunelu



Obr. 6. Konstrukce modelu

třeba upravit analytické zadání povrchové křivky převedením sinusoidy na kruhové oblouky nebo úsečky, jak je uvedeno v odst. 4 a 5. Použitou technologií se dosáhlo kvalitního povrchu modelu bez dodatečného leštění.

U velké dýzy bylo nutno upravit její konstrukci. Na okrajích jsou zalaminovány pomocí přivařených záložek z děrovaného plechu ocelové uhlíkové příruby. Na plášti dýzy jsou s roztečí 300 mm zalaminovány trubky PVC o průměru přibližně 30 mm. Návrh tvaru dýzy je na *obr. 7*. Cílem těchto úprav je zajištění stálosti kruhového průřezu dýzy. Stěna dýzy o tloušťce asi 3 mm je z pěti vrstev sklotkaniny a polyesterové pryskyřice ChS 104.



Obr. 7. Konstrukce dýzy

Zkušenosti z výroby zmenšeného modelu dýzy ukazují, že bylo dosaženo předpokládaných výsledků. Činný povrch dýzy je kompaktní a hladký. Také stažení hotové dýzy z modelu přes počáteční obavy nečinilo potíže. Dýza je dostatečně tuhá a nedošlo k porušení kruhovitosti přesto, že nebylo použito výztužných žeber. Je proto reálný předpoklad, že provedení velké dýzy splní očekávané požadavky.

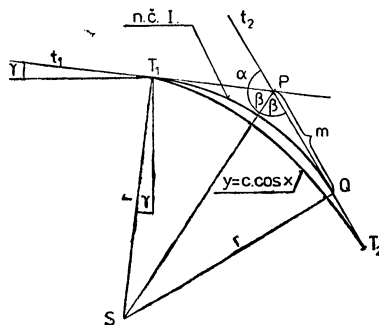
4. NÁHRADNÍ ČÁRA I

4.1 Popis náhradní čáry a transformací

Jak již bylo uvedeno, je pro výrobu modelu na NC-stroji nutno provést náhradu tvaru dýzy kruhovými oblouky a úsečkami.

Rovnice k výpočtu náhradní čáry I (dále jen n. č. I) se odvodí z bodů kosinusoidy.

N. č. I je grafem interpolační funkce, který mezi dvěma uzlovými body kosinusoidy T_1 , T_2 se skládá z kruhového oblouku T_1Q a úsečky QT_2 (obr. 8). N. č. I je spojitá a má spojitě první derivace ve všech bodech. V uzlových bodech T_1 , T_2



Obr. 8. Náhradní čára I

se její první derivace rovnají prvním derivacím kosinusoidy. V grafickém znázornění je to vyjádřeno společnými tečnami t_1, t_2 . Definiční obor $D = \langle 0; \pi/2 \rangle$ kosinusoidy je společný i pro n. č. I.

Pro odvození rovnic se definiční obor D rozdělí uzlovými body T_1, T_2 na několik intervalů $\langle x_1; x_2 \rangle$. Po odvození rovnic se definiční obor D rozšíří o osově souměrný obor $\langle -\pi/2; 0 \rangle$. Oba obory se spojí v jeden $\langle -\pi/2; \pi/2 \rangle$. Dva středové intervaly $\langle -x_2; 0 \rangle$ a $\langle 0; x_2 \rangle$ se spojí také do jednoho intervalu $\langle -x_2; x_2 \rangle$. Posunutím kosinusoidy i n. č. I. o hodnotu $\pi/2$ doprava po ose x se obdrží z kosinusoidy sinusoida a příslušná n. č. I., obě definované v intervalu $\langle 0; \pi \rangle$ s amplitudou c a společnou směrnicí tečny $k_3 = 0$ v bodu $[\pi/2; c]$, společnou směrnicí tečny $k_1 = c$ v bodu $[0; 0]$ a $k_2 = -c$ v bodu $[\pi; 0]$.

Vzdálenosti bodů a tedy i poloměry r kruhových oblouků T_1Q , délky úseček m a odchylky Δ jsou invariantní vůči transformacím posunutím a natočením. Některé rovnice pro uvedené transformace jsou uvedeny v odst. 4.2 a platí jak pro sinusoidu, tak pro n. č. I.

4.2 Odvození rovnic

Rovnice afinní kosinusoidy je

$$y = c \cdot \cos x, \quad (11)$$

de $c \in (0; 1)$ je konstanta; $c = \operatorname{tg} \varphi$ podle (4), kde $\varphi > 0^\circ$,
 $x \in \langle 0; \pi/2 \rangle$ — nezávisle proměnná veličina.

Rovnice tečen t_1, t_2 v uzlových bodech $T_1[x_1; y_1], T_2[x_2; y_2]$ jsou

$$y - y_1 = k_1(x - x_1), \quad (12)$$

$$y - y_2 = k_2(x - x_2). \quad (13)$$

kde k_1, k_2 jsou směrnice tečen podle (14), (15):

$$k_1 = -c \cdot \sin x_1, \quad (14)$$

$$k_2 = -c \cdot \sin x_2, \quad (15)$$

Z (12), (13) se vypočítají souřadnice x_3, y_3 průsečíku P tečen t_1, t_2 :

$$x_3 = \frac{k_1 x_1 - k_2 x_2 - y_1 + y_2}{k_1 - k_2}, \quad (16)$$

$$y_3 = y_1 + k_1(x_3 - x_1). \quad (17)$$

Tečny t_1, t_2 svírají ostrý úhel α :

$$\alpha = \arctan |k_2| - \arctan |k_1|. \quad (18)$$

S osou SP kruhové výseče QST_1 svírají tečny t_1, t_2 ostrý úhel β :

$$\beta = \frac{\pi - \alpha}{2}. \quad (19)$$

Vzdálenost m bodu T_1 od P a P od Q se vypočítá Pythagorovou větou:

$$m = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}. \quad (20)$$

Poloměr r kruhového oblouku T_1Q je

$$r = m \cdot \operatorname{tg} \beta. \quad (21)$$

Tečna t_2 se dotýká kruhového oblouku v bodu $Q[x_4; y_4]$:

$$x_4 = x_3 + m \cdot \cos \gamma_2, \quad (22)$$

$$y_4 = y_3 - m \cdot \sin \gamma_2; \quad (23)$$

kde $\gamma_1 \geq 0$ je ostrý úhel, který svírá v bodu $[x_1; y_1]$ tečna s osou x nebo normála kosinusoidy s osou y

$$\gamma_1 = \arctan(c \cdot \sin x_1). \quad (24)$$

V bodu T_1 mají kosinusoida i kruhový oblouk společnou tečnu i normálu. Úhel γ_1 v bodu $T_1[x_1; y_1]$ se proto obdrží dosazením za x_1 do (24). Souřadnice středu S kruhového oblouku jsou potom:

$$x_s = x_1 - r \cdot \sin \gamma_1, \quad (25)$$

$$y_s = y_1 - r \cdot \cos \gamma_1; \quad (26)$$

Odhylku kruhového oblouku od kosinusoidy měřenou v blízkosti bodu P na normále kosinusoidy lze vyjádřit takto:

$$\Delta \approx [y_s + \sqrt{r^2 - (x_3 - x_s)^2} - c \cdot \cos x_3] \cdot \cos \gamma_3 \quad (27)$$

4.3 Aplikace odvozených rovnic na konkrétní případ

V konkrétním případě s konstantou $c = \operatorname{tg} \varphi = 0,225$ byl definiční obor kosinusoidy rozdělen na 4 intervaly pěti uzlovými body:

$$x = 0; 0,3; 0,75; 1,1; \pi/2$$

Transformací posunutím po ose x se vytvoří sinusoida

$$y = c \cdot \sin x \quad (28)$$

a příslušná n. č. I, obě definované pro $x \in \langle 0; \pi \rangle$. V *tab. 1* jsou uvedeny souřadnice všech šestnácti bodů n. č. I. V intervalu, kde není udán poloměr r , je n. č. I přímá. V intervalu, kde je udán poloměr kruhového oblouku, je také uvedena odchylka kruhového oblouku od sinusoidy. Iteracemi lze získat extrém odchylky, který je v druhém a předposledním intervalu $\Delta_E = 0,000\ 235$, tedy o necelých 40 % větší než $\Delta = 0,000\ 172$ podle (27).

Jestliže geometricky podobná sinusoida a příslušná n. č. I má podle *obr. 1* v souřadnicovém systému x, y délku půlvlny $a = b \cdot \pi$, potom souřadnice bodů x_1, y_1 , poloměry r a odchylky Δ geometricky podobné n. č. I se obdrží vynásobením tabulkových hodnot číslem b .

Výpočet podle odvozených rovnic na samočinném počítači ADT 4300 je naprogramován v jazyce Fortran 4 [6]. Výsledkem výpočtu je vytištěná tabulka s hodnotami potřebnými k výrobě modelu sinusové dýzy na NC stroji.

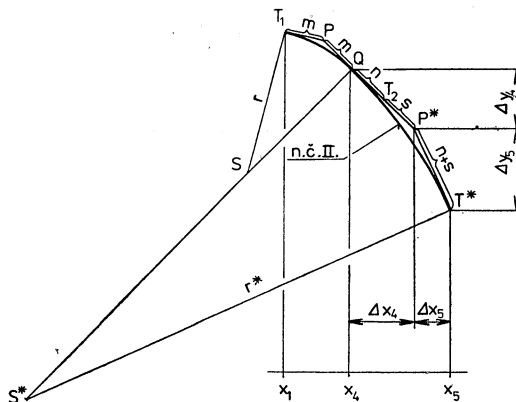
Tab. 1. Náhradní čára I v definičním oboru $\langle 0; \pi \rangle$

| x | y | r | Δ | x_s | y_s |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0,000 00 0,155 38 | 0,000 00 0,034 96 | 13,770 69 | 0,000 172 | 3,178 22 | -13,399 85 |
| 0,470 80 0,502 67 | 0,102 06 0,108 45 | | | | |
| 0,845 80 0,864 57 | 0,168 41 0,171 21 | 6,997 46 | 0,000 162 | 1,878 43 | -6,752 44 |
| | | 5,001 08 | 0,000 161 | 1,602 60 | -4,775 11 |
| 1,270 80 1,273 40 | 0,214 95 0,215 12 | 4,482 56 | 0,000 016 | 1,570 80 | -4,257 56 |
| | | 5,001 08 | 0,000 161 | 1,539 00 | -4,775 11 |
| 2,277 02 2,295 80 | 0,171 21 0,168 41 | 6,997 46 | 0,000 162 | 1,263 17 | -6,752 44 |
| | | 13,770 69 | 0,000 172 | -0,036 63 | -13,399 85 |
| 2,638 93 2,670 80 | 0,108 45 0,102 06 | | | | |
| 2,986 21 3,141 59 | 0,034 96 0,000 00 | | | | |

5. NÁHRADNÍ ČÁRA II

5.1 Popis n. č. II a odvození rovnic

Na obr. 9 je nakreslena část n. č. II v intervalu $\langle x_1; x_5 \rangle$. Kosinusoida, která není na obrázku zakreslena, je mezi uzlovými body T_1, T^* interpolována dvěma kruhovými oblouky T_1Q a QT^* . V bodu Q mají oba kruhové oblouky společnou tečnu



Obr. 9. Náhradní čára II

i normálu, v bodu T_1 má první a v bodu T^* druhý kruhový oblouk společnou tečnu i normálu s kosinusoidou. Body T_1, T_2 na kosinusoidě se volí libovolně, stejně jako u n. č. I. Také poloměr r , úsečka m a odchylka Δ se vypočítá jako u n. č. I. Souřadnice uzlového bodu T^* je však nutné vypočítat iteracemi. Potřebná rovnice (36) je odvozena pomocí (29) až (35).

Diference souřadnic jsou podle obr. 9 tyto:

$$\Delta x_4 = (n + s) \cdot \cos \gamma_2, \quad (29)$$

$$\Delta x_5 = (n + s) \cdot \cos \gamma_5, \quad (30)$$

$$\Delta y_4 = (n + s) \cdot \sin \gamma_2, \quad (31)$$

$$\Delta y_5 = (n + s) \cdot \sin \gamma_5. \quad (32)$$

Souřadnice bodu T^* jsou potom

$$x_5 = x_4 + (n + s) (\cos \gamma_2 + \cos \gamma_5), \quad (33)$$

$$y_5 = y_4 - (n + s) (\sin \gamma_2 + \sin \gamma_5), \quad (34)$$

Souřadnici y_5 lze také vyjádřit z rovnice kosinusoidy

$$y_5 = c \cdot \cos x_5. \quad (35)$$

Z (33) až (35) se vypočítá

$$c \cdot \cos x_5 = y_4 - (x_5 - x_4) (\sin \gamma_2 + \sin \gamma_5) (\cos \gamma_2 + \cos \gamma_5)^{-1}. \quad (36)$$

Rovnice (36) je transcendentní a x_5 určíme iteracemi.

Z (33) se obdrží $(n + s)$ a ze (35) y_5 . Výpočet souřadnic středu S^* , poloměru r^* a odchylky Δ^* kruhového oblouku od kosinusoidy je podobný jako u n. č. I.

5.2 Postup výpočtu

V prvním intervalu se volí na kosinusoidě bod $T_1[0; c]$ a bod $T_2[x_2; y_2]$. Vypočítají se souřadnice x_5, y_5 bodu T^* , poloměry r, r^* a odchylky Δ, Δ^* . Jestliže obě odchylky vyhovují, označí se bod T^* jako T_1 , zvolí se nový bod T_2 , kde nová hodnota $x_2 > x_5$ bodu T^* a iterační výpočet se opakuje: Nevyhovují-li odchylky Δ, Δ^* , posune se bod T_2 doleva, blíže k bodu T_1 ; výpočet v zúženém intervalu se opakuje dříve popsaným způsobem.

Tak se postupně přiblíží bod T^* koncovému bodu definičního oboru kosinusoidy $\langle 0; \pi/2 \rangle$. Je-li vzdálenost bodu T^* od koncového bodu definičního oboru malá, ukončí se interpolace náhradní čarou I.

Výpočet bodů n. č. II vyžaduje při strojním zpracování větší přesnost zobrazení čísel než výpočet bodů n. č. I.

5.3 Aplikace odvozených rovnic

Iterační výpočet parametrů n. č. II nahrazující základní kosinusoidu byl ověřen na stroji ADT 4300. Ověřovací program je sestaven v jazyku Fortran 4 [7].

6. K VOLBĚ NÁHRADNÍ ČÁRY

Mezi uzlovými body T_1 , T_2 se n. č. I (obr. 8) odchyľuje od tvořící křivky pouze jednostranně. Hodnoty potřebné k výrobě modelu na NC-stroji však lze získat jednoduchým dosazováním do vzorců.

N. č. II (obr. 9) protíná tvořící přímkou mezi uzlovými body T_1 , T^* a odchyľuje se od ní nejprve na jednu stranu a za průsečíkem na druhou stranu. N. č. II se proto blíží teoretickému tvaru tvořící křivky lépe než n. č. I. Některé hodnoty pro NC-stroj je však nutné počítat iteracemi při dvojnásobné přesnosti zobrazení čísla než u n. č. I. Vyhovuje-li velikost jednostranných odchylek Δ n. č. I od tvořící křivky, dává se přednost jednoduššímu výpočtu parametru n. č. I.

7. ZÁVĚR

1. V článku jsou popsány některé způsoby zrovnoměnění proudu vzdušiny v měřicím prostoru aerodynamického tunelu.

2. Jsou porovnány některé tvary dýz.

3. Je uvedena technologie výroby dýzy.

4. V článku jsou odvozeny rovnice náhradních čar I a II, kterými lze pro NC-stroje nahradit profil sinusové dýzy.

5. Jsou uvedeny aplikace odvozených rovnic.

6. Praktické využití sinusové dýzy je dokumentováno fotografiemi malého aerodynamického tunelu $\varnothing 252/126$ a výrobou laminované dýzy pro větší tunel $\varnothing 1260/630$.

LITERATURA

- [1] Svoboda, Ot.: Vyrovnání rychlostního profilu proudu nestlačitelné viskosní tekutiny, Sborník VÚV, 1968.
- [2] Ježek, J.: Mechanika tekutin a termodynamika, 3. část, Sborník, Dům techniky ČsVTS Praha, 1983.
- [3] Hibš, M.: Proudové přístroje, SNTL, Praha 1981.
- [4] Boswell, R. P.: A Compact Dual Purpose Wind Tunnel, Aircraft Engineering, June 1970.
- [5] Program HP 67, Sinusová dýza, VZLÚ, Praha 1985.
- [6] Svoboda, Z.: Program Dysin, VÚV, Praha 1985.
- [7] Svoboda, Z.: Program Dykru, VÚV, Praha 1985.

СИНУСОИДАЛЬНОЕ СОПЛО И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ НАСЛАИВАНИЯ

З. Свобода, Инж. Э. Либши, Инж. В. Рыбецки

Статья занимается кроме короткого] введения в проблематику аэродинамических труб проектом сопла для конкретной аэродинамической трубы, диаметр которой 1260/630 мм. Проводится выбор формы сопла, математическая обработка образующей поверхности для обработки модели сопла на численно-контролируемой машине, описание конструкции сопла и документируется исполнение уменьшенной модели аэродинамической трубы в масштабе 1 : 5.

THE SINUSOIDAL NOZZLE AND THE PATTERN MAKING FOR LAMINATING

Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký

The article deals excepting the short introduction in the problems of wind tunnels with the nozzle design for the concrete wind tunnel with the diameter 1 260/630 mm. Selection of the shape of the nozzle is carried out together with the mathematical processing creating the curves of the surface for working of the model of the nozzle on a NC machine and with the description and the design of the nozzle and the realization of the reduced model of the wind tunnel in a scale 1 : 5 is presented there.

SINUSDÜSE UND DIE HERSTELLUNG EINES MODELLS FÜR DIE LAMINIERUNG

Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký

Ausser der kurzen Einleitung in die Problematik der Windkanäle ist der Artikel dem Entwurf einer Düse für den konkreten Windkanal mit dem Durchmesser 1 260/630 mm gewidmet. Man führt die Wahl einer Düsenform aus, man verarbeitet mathematisch die bildende Oberflächenkurve für die Bearbeitung eines Düsenmodells auf der NC-Maschine, man beschreibt eine Düsenkonstruktion und die Durchführung eines verkleinerten Windkanalmodells 1 : 5 wird dokumentiert.

ÉJECTEUR SINUSOIDAL ET LA FABRICATION D'UN MODÈLE POUR LE LAMINAGE

Z. Svoboda, Ing. E. Libiš, Ing. V. Rybecký

En outre de l'introduction brève dans la problématique des tunnels aérodynamiques, l'article présenté est consacré au projet d'un éjecteur pour le tunnel aérodynamique concret 1 260/630 mm de diamètre. On fait le choix d'une forme de l'éjecteur, on élabore mathématiquement une courbe formante de la surface pour le traitement d'un modèle de l'éjecteur sur la machine NC, on décrit la construction d'un éjecteur et la réalisation d'un modèle diminué du tunnel aérodynamique 1 : 5 est documenté.

Sborníky vzduchotechnických výrobků

Československé vzduchotechnické závody, koncern, vydávají sborníky vzduchotechnických výrobků. Obsahují podrobnější údaje o vybraných výrobcích vlastního výrobního programu, popř. některé významné výrobky jiných výrobců. Doposud vyšly tyto díly: ventilátory, odlučovače, filtry, výměníky tepla a výrobky pro pneumatickou dopravu. Koncem r. 1987 vyjde sborník jednotky pro dopravu a úpravu vzduchu a koncem r. 1988 sborník potrubí a příslušenství. Doba platnosti sborníků se předpokládá 3 roky, takže vždy po 3 letech má vyjít nové, opravené a doplněné vydání a tak v letošním roce vychází 2. vydání sborníku ventilátory.

Distribucí sborníků je pověřeno normalizační středisko VÚV. Objednávky zasílejte na adresu Výzkumný ústav vzduchotechniky, k. ú. o. 108 03 Praha 10, Malešice, Počernická 96, s. Šimková.

(Ku)

Seznam výrobků oboru vzduchotechnika a sušárny

Československé vzduchotechnické závody, koncern, vydávají každoročně Seznam výrobků oborů 429 a 431 (vzduchotechnika a sušárny). Seznam obsahuje všechny výrobky těchto oborů vyráběné v ČSSR, s výjimkou výrobků atypických, výrobků určených jen pro jednoho odběratele, výrobků používaných ve vlastní spotřebě výrobce, dílů a příslušenství. Seznam je možno získat bezplatně v obytných útvarech podniků koncernu ČSVZ: ZVVZ Milevsko, VZDUCHOTECHNIKA Nové Město n./V., JANKA-ZRL Praha a Liberecké vzduchotechnické závody.

(Ku)

ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA Z ODPADNÍHO VZDUCHU VÝMĚNÍKY SE SKLENĚNÝMI TRUBKAMI

ING. TILO NADLER

Kombinát Luft und Kältetechnik, Dráždany

Výměníky se skleněnými trubkami jsou řešeny stavebnicově. Ze základního modulu lze složit 25 sestav. Je popsáno konstrukční řešení modulu, je uveden optimální objemový průtok a tlaková ztráta. Součinitel využití tepla se pohybuje v rozmezí 0,5 až 0,7. Výměníky jsou vhodné zejména pro agresivní prostředí a snadno se čistí. V závěru je uvedeno výpočtové schéma a příklad výpočtu.

Recenzoval: Ing. Jiří Šavřda, ČSČ.

V NDR se ke zpětnému získávání tepla používají různé jednotky a systémy a každý z nich má svou specifickou oblast použití.*

Jsou-li potrubí venkovního a odpadního vzduchu uspořádána prostorově odděleně, může být uvažován jedině rekuperační systém s kapalinovým okruhem. Je-li možné svést oba proudy vzduchu dohromady, lze použít výměníky regenerační, deskové nebo se skleněnými trubkami. S regeneračními výměníky je možno přitom dosáhnout nejvyššího účinku tepelné výměny, ovšem použití těchto výměníků do všech zařízení není možné.

Odpadní vzduch s vysokým podílem mastných či lepivých složek vede k jejich rychlému usazování v kanálcích rotoru generátoru. U zařízení s obsahem agresivních a zejména korozivních příměsí v odpadním vzduchu je především napadena — zejména při podkročení teploty rosného bodu — skříň a nosná konstrukce akumulací hmoty regenerátoru, takže to vede k předčasnému opotřebení přístroje.

U mnoha technologických zařízení lze přesto předpokládat zvláště vysokou efektivnost použití zařízení pro zpětné získávání tepla, protože teploty odpadního vzduchu jsou podstatně nad rozmezím teplot vnitřního vzduchu a příměsí škodlivin v odpadním vzduchu si vynucují provoz na venkovní vzduch.

Zejména jsou to:

— zařízení se silně korozivními škodlivinami (např. pro galvanizovny, mořírny, objekty chovu zvířat v zemědělství, laboratoře),

— zařízení s mastnými nebo lepkavými škodlivinami (např. pro zušlechťovny textilií, kuchyně, jatky),

— zařízení s vysokými zátěžemi vlhkosti (např. pro lázně, sladovny, prádelny, sušárny).

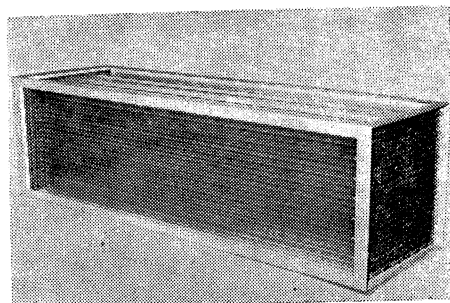
Speciálně pro takováto zařízení byl vyvinut

stavebnicový systém výměníků se skleněnými trubkami, který nyní vyrábí VEB Luft- und Wärmetechnik Görlitz.

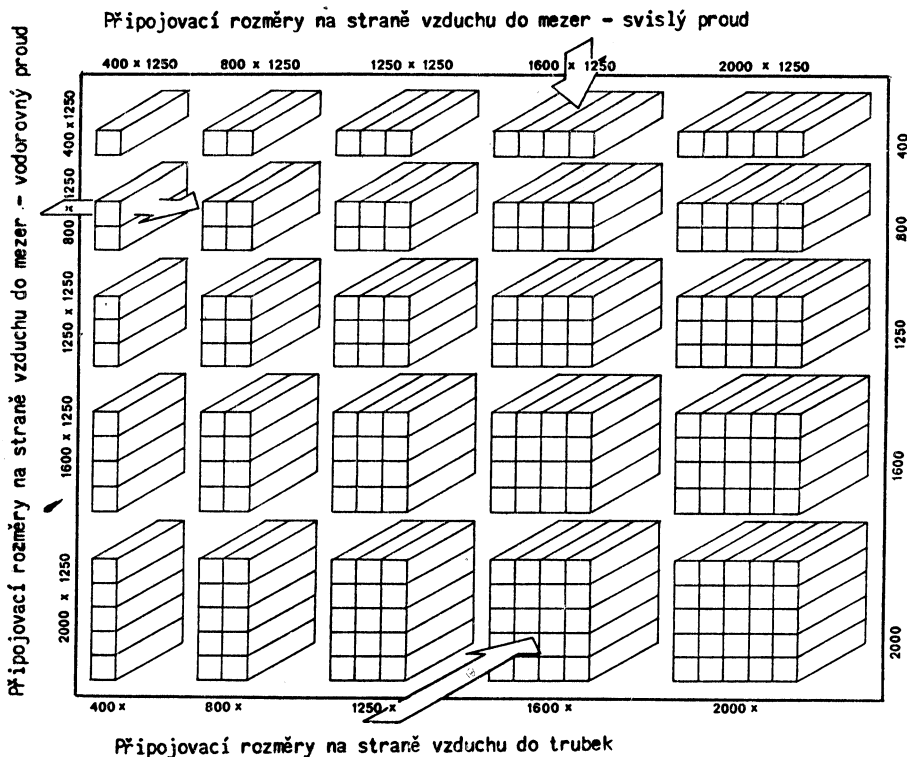
Konstrukce výměníků tepla se skleněnými trubkami

Výměníky se skleněnými trubkami pracují jako rekuperátory na principu křížového proudu. Jsou koncipovány jako stavebnice a sestávají se z jednotlivých modulů (1 až 25) podle požadovaných objemových průtoků vzduchu.

Jednotlivý modul sestává z úhelníkového rámu o rozměrech $400 \times 400 \times 1330$ mm. V tomto rámu jsou uchyteny děrované gumové desky, do nichž jsou vsazeny trubky ze speciálního přístrojového skla o rozměrech 12/0,8 mm (obr. 1). Kombinace modulů je možná podle obr. 2. Proud venkovního vzduchu je třeba vést vodorovnými trubkami. Proud odpadního vzduchu může být veden — v závislosti na



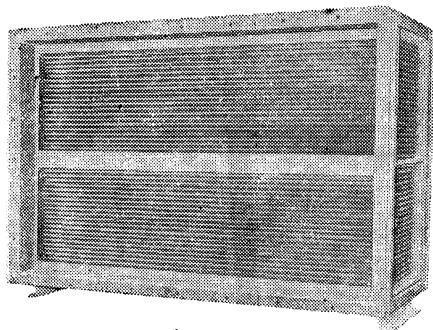
Obr. 1. Modul výměníku tepla se skleněnými trubkami



Obr. 2. Možnosti kombinace modulů do sestav podle objemových průtoků vzduchotechnického zařízení

stavebních podmínkách nebo vedení potrubí — buď vodorovně nebo svisle mezerami mezi trubkami. Sestava modulů se pro připojení potrubí uchytí do rámu a opatří nátěrem (obr. 3).

Montáž výměníků tepla se skleněnými trubkami se děje na místě použití. Moduly a díly rámu se dodávají jednotlivě. Moduly se sesadí na dodávaném základovém rámu a spojí s přírubami potrubí.



Obr. 3. Výměník tepla se skleněnými trubkami sestávající ze dvou modulů s vodorovným průtokem odpadního vzduchu (mezi trubkami)

Výkonové parametry

Na základě technických a ekonomických kritérií činí optimální rozsah objemových průtoků trubkami na jeden modul 0,3 až $0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a 0,6 až $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ mezi trubkami. Kombinací maximálně 25 modulů vychází horní hranice objemových průtoků $15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ trubkami a $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ mezi trubkami. Tlaková ztráta na straně trubek je přitom 200 až 450 Pa a při průtoku mezi trubkami 100 až 1 000 Pa. Pro venkovní vzduch lze dosáhnout účinku tepelné výměny Φ v rozmezí od 0,5 do 0,7.

Provozní podmínky a nároky na údržbu

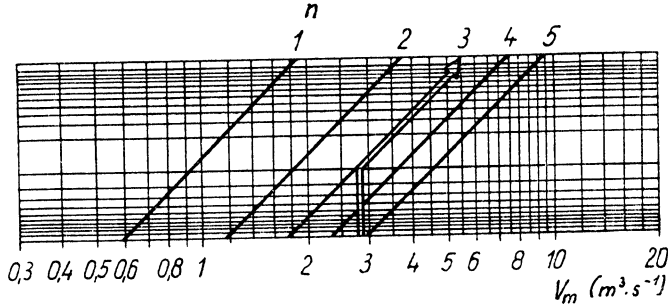
Nedá-li se vyložit kondenzace vodní páry ve výměníku, musí být venkovní vzduch veden trubkami. Při kondenzaci v trubkách a teplotě pod bodem mrazu dochází totiž k tvorbě ledu a jejich zničení. Při tvorbě ledu mezi trubkami nedochází k poškození.

Je-li vzduch mezi trubkami veden vodorovně, je výměník opatřen nátrubkem pro odvod kondenzátu. Je-li vzduch mezi trubkami veden svisle, musí být odvod kondenzátu zajištěn u připojených částí zařízení. Mezní teplotu pro počátek zamrzání lze získat z obr. 11. Umožní-li provoz zařízení v těchto

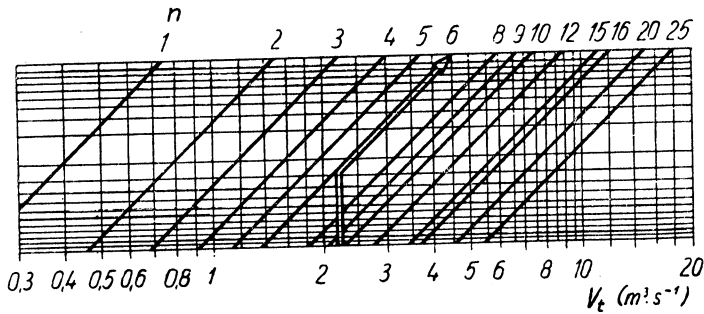
periodách, které v průměrném ročním průběhu teploty trvají většinou jen velmi krátkou dobu, krátkodobé přerušení provozu k odtání, není třeba provádět opatření proti zamrznutí. Není-li to z technologických nebo hygienických důvodů možné, je třeba protinámrazovou ochranu uvažovat. Lze ji provést např. obtokem vzduchu nebo ohříváním venkovního vzduchu.

Při pečlivém vzájemném utěsnění modulů i vůči rámu při montáži je průnik netěsnostmi mezi venkovním a odpadním vzduchem uvnitř výměníku mimořádně malý. Velikost průniku \dot{V}_p závisí na rozdílu tlaků Δp mezi oběma proudy vzduchu (obr. 12).

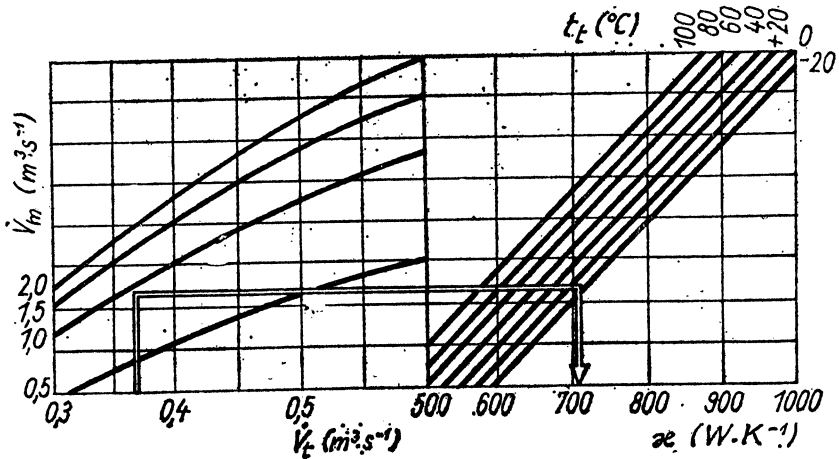
Nárok na údržbu výměníků lze považovat za relativně malý. Je v podstatě omezen na čištění a kontrolu těsnosti (prasklin). Intervaly



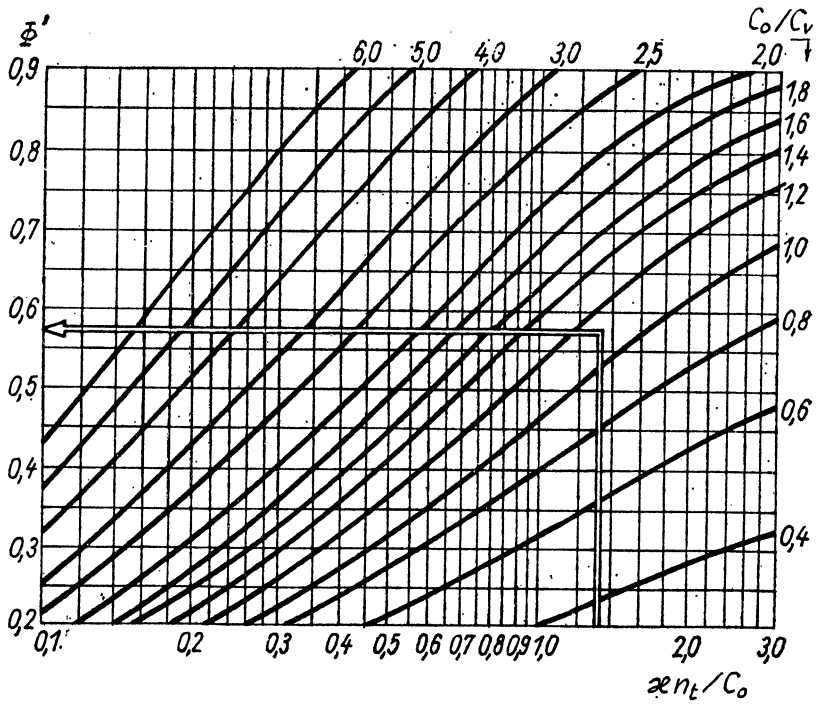
Obr. 4. Diagram pro volbu počtu modulů na straně vzduchu proudícího mezi trubkami



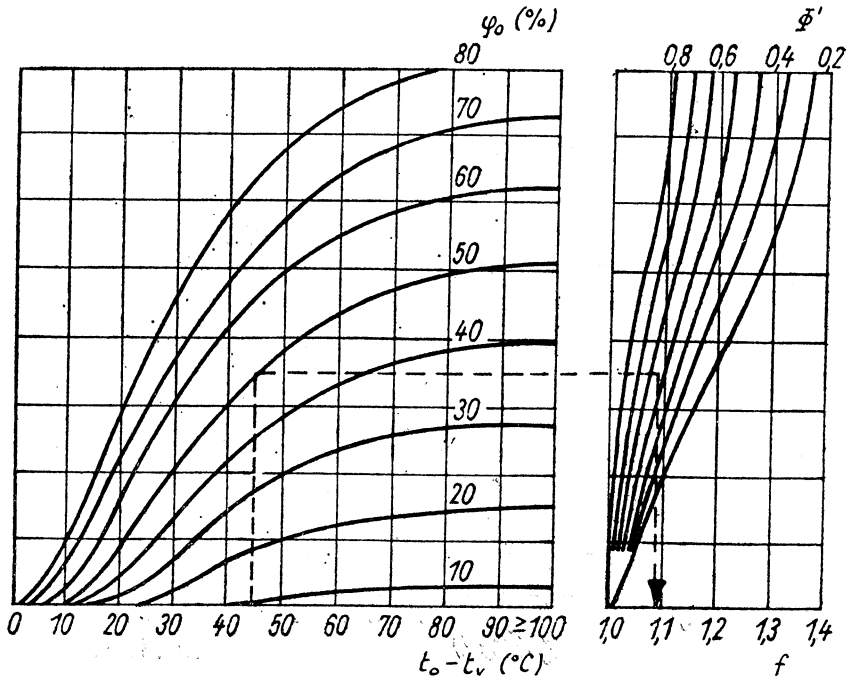
Obr. 5. Diagram pro volbu počtu modulů na straně vzduchu proudícího v trubkách



Obr. 6. Měrný tepelný tok výměníku tepla se skleněnými trubkami



Obr. 7. Účinek tepelné výměny výměníku se skleněnými trubicemi



Obr. 8. Korigční součinitel účinku tepelné výměny zohledňující vlhkost odpadního vzduchu

čištění jsou dány zátěží škodlivinami v odpadním vzduchu a související zvýšenou tlakovou ztrátou na straně odpadního vzduchu. Čištění lze provádět proudem vody nebo páry, nejlépe ze strany vstupu odpadního vzduchu. Při silnějších lipcích nečistotách je možno toto podpořit mechanickým čištěním (např. kartáče). Čištění modulů lze zpravidla provádět v zabudovaném stavu. Demontáž modulů je možná po částečném uvolnění připojení potrubí a čtyř upínacích šroubů rámu výměníku.

Výpočtové schéma a příklad dimenzování

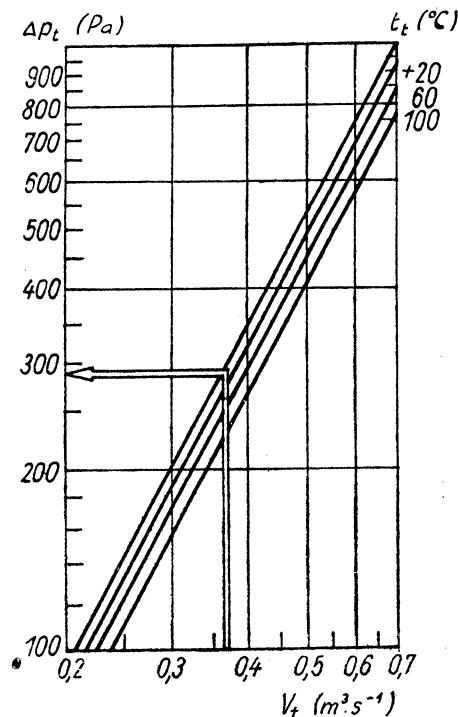
Určení velikosti a výkonových dat pro dané parametry zařízení se děje na základě projekto-
vých podkladů výrobce. Stanovení velikosti je ukázáno na příkladu:

Jako vstupní veličiny předpokládáme:

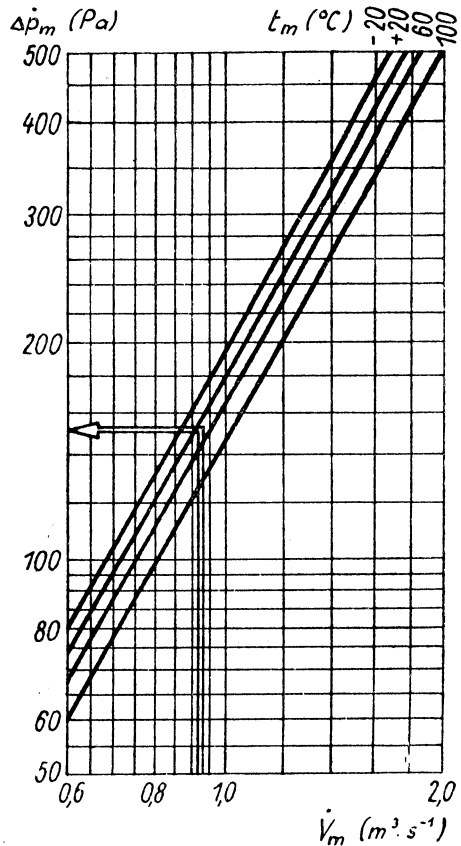
$$\begin{aligned} V_o &= 2,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}, & V_v &= 2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ C_o &= 3\,192 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}, & C_v &= 2\,970 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \\ t_o &= 30 \text{ }^\circ\text{C}, & t_v &= 15 \text{ }^\circ\text{C} \\ \varphi_o &= 50 \% \end{aligned}$$

Potřebný počet modulů n pro oba objemové průtoky se určí z obr. 4 a 5. Počet je třeba tak zvolit, aby byla možná některá ze sestav na obr. 2. Vychází:

$$\begin{aligned} \text{na straně trubek} & & n_t &= 6 \text{ modulů,} \\ \text{na straně mezi trubkami} & & n_m &= 3 \text{ moduly.} \end{aligned}$$



Obr. 9. Tlaková ztráta na straně (venkovního) vzduchu proudícího v trubkách ($t_t = t_v$)



Obr. 10. Tlaková ztráta na straně (odpadního) vzduchu proudícího mezi trubkami pro 1 modul ($t_m = t_o$)

Po zvolení počtu modulů se vypočtou objemové průtoky, připadající na jeden modul:

$$\dot{V}_m = \frac{2,8}{3} = 0,93 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\dot{V}_t = \frac{2,2}{6} = 0,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

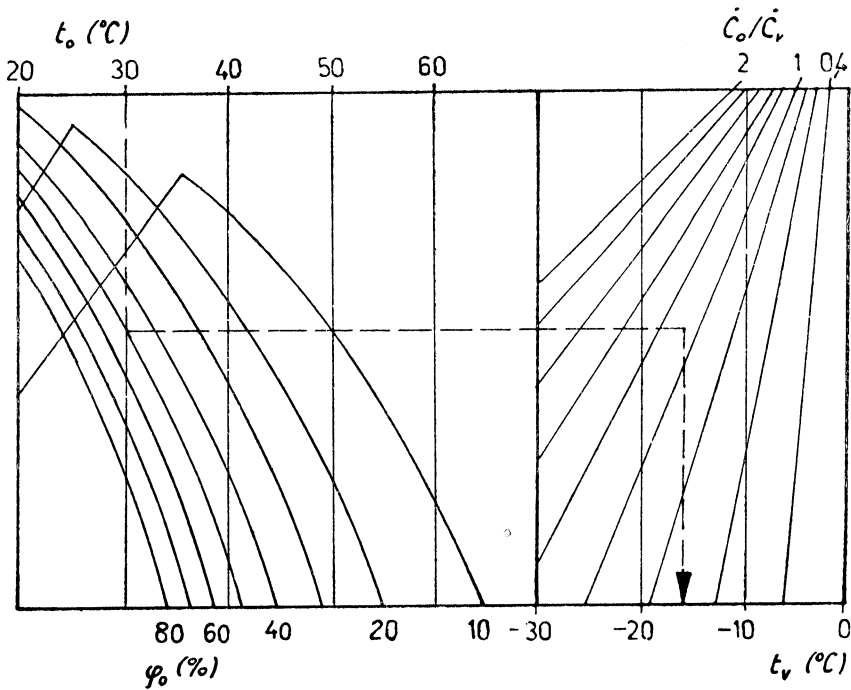
S ohledem na teplotu vzduchu v trubkách t_t , vychází z obr. 6 měrný tepelný tok $\alpha = 710 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$.

S poměrem tepelných kapacit průtoky

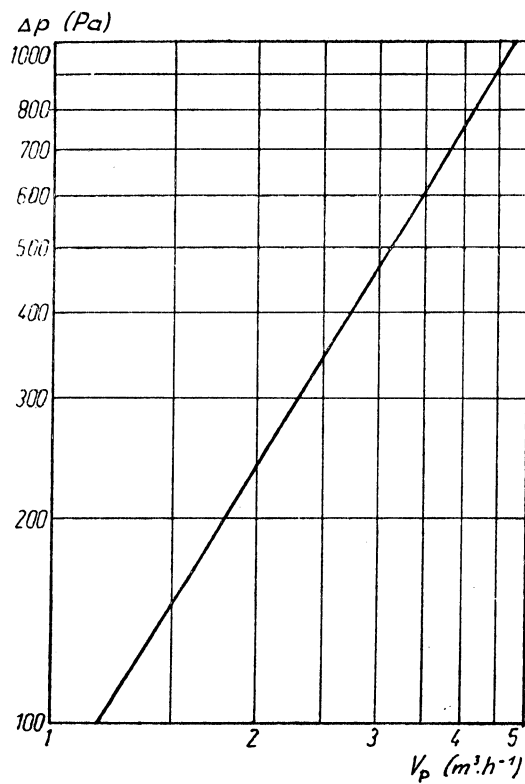
$$\begin{aligned} \frac{C_o}{C_v} &= 1,07 \text{ a s hodnotou } \frac{\alpha \cdot n}{C_o} = \frac{710 \cdot 6}{3\,192} = \\ &= 1,33 \end{aligned}$$

lze z obr. 7 vyčíst účinek tepelné výměny $\Phi' = 0,57$.

Vysoká vlhkost odpadního vzduchu vede v důsledku uvolňování kondenzačního tepla k jeho zvýšení. Toto zvýšení se určí z obr. 8 pomocí korekčního součinitele $f = 1,09$. Tím vychází účinnost tepelné výměny $\Phi_v = \Phi' \cdot f = 0,62$. Za uvedených podmínek může být tedy 62 % požadovaného topného



Obr. 11. Teplota zamrznání výměníků se skleněnými trubkami, jestliže $t_t = t_v$



Obr. 12. Velikost průniku vzduchu uvnitř výměníku v závislosti na rozdílu tlaků v trubkách a mezi trubkami

výkonu získáno zpět prostřednictvím skleněného výměníku tepla.

Tlaková ztráta na straně trubek (venkovního vzduchu) činí podle obr. 9 $\Delta p_t = 290$ Pa. Tlaková ztráta mezi trubkami se zjistí, jestliže hodnotu z obr. 10 násobíme počtem modulů zapojených za sebou, takže $\Delta p_m = 150 \cdot 2 = 300$ Pa.

Teplota namrzání leží (podle obr. 11) pro dané provozní parametry při -16 °C. Výměník může být tedy provozován až do této teploty venkovního vzduchu, aniž by došlo k jeho zamrznutí.

Seznam označení

- C = tepelná kapacita průtoku $W \cdot K^{-1}$
 f = korekční součinitel
 n = počet modulů
 t = teplota vzduchu °C
 V = celkový objemový průtok $m^3 \cdot s^{-1}$
 \dot{V} = objemový průtok na 1 modul $m^3 \cdot s^{-1}$
 Δp = tlaková ztráta Pa
 Φ' = účinek tepelné výměny u suchého výměníku
 Φ = účinek tepelné výměny s korekcí na kondenzaci
 φ = relativní vlhkost vzduchu %
 κ = měrný tepelný tok $W \cdot K^{-1}$

Indexy

- v = pro venkovní vzduch
 o = pro odpadní vzduch
 t = při proudění v trubkách
 m = při proudění mezi trubkami

Утилизация тепловой энергии удаляемого воздуха с помощью теплообменников с стеклянными трубками

ing. Tilo Nadler

Теплообменники с стеклянными трубками конструированы агрегатно. Из основного модуля можно составить 25 комплектов. Описывается конструктивное решение модуля, приводятся оптимальный объемный расход и потеря давления. Коэффициенты использования тепла находятся в диапазоне 0,5 до 0,7. Теплообменники удобные главным образом для агрессивной среды и легко очищаются. В заключение приводятся схема расчета и пример расчета.

Heat recovery from the extract air by heat exchangers with glass tubes

Ing. Tilo Nadler

Heat exchangers with glass tubes have unit-built construction. From the basic modulus it is possible to put together 25 modifications. The constructional design of the modulus is described and the optimum volume flow and the loss in pressure are presented there. The heat utilization coefficient is somewhere between 0,5 to 0,7. The exchangers are suitable especially for the aggressive medium and they are easy cleanable. The calculation diagram and the example of the calculation are presented in the conclusion of the article.

Wärmerückgewinnung aus der Abluft mit Hilfe der Wärmeüberträger mit den Glasrohren

Ing. Tilo Nadler

Die Wärmeüberträger mit den Glasrohren werden baukastenbauweise gelöst. Aus einem Grundmodul kann man 25 Kombinationen zusammensetzen. Die Konstruktionslösung eines Moduls wird beschrieben, der Optimalvolumendurchfluss und der Druckverlust werden angeführt. Der Koeffizient der Wärmeausnutzung bewegt sich im Bereich von 0,5 bis 0,7. Die Überträger sind zweckmässig für das aggressive Milieu und ihre Reinigung ist einfach. Zum Schluss werden das Berechnungsschema und -beispiel angeführt.

Récupération de chaleur de l'air résiduaire à l'aide des échangeurs avec les tubes de verre

Ing. Tilo Nadler

Les échangeurs avec les tubes de verre sont solutionnés modulairement. On peut composer 25 combinaisons d'un module fondamental. On décrit la solution de construction d'un module, on introduit le débit de volume optimal et la perte de charge. Le coefficient de l'utilisation de la chaleur se meut dans la région de 0,5 jusqu' à 0,7. Les échangeurs sont convenables pour le milieu agressif surtout et leur nettoyage est simple. En conclusion, on introduit le schéma de calcul et l'exemple de calcul.

Chladivo vyhřívá podlahu

Jedna z velkých novinek výstavy H V A C & R'86 v Tokiu bylo podlahové vytápění s chladivem jako teplosným médiem ve spojení s tepelným čerpadlem vzduch/vzduch. Téměř všichni významní japonští výrobci klimatizačních zařízení představili alespoň

jeden prototyp tohoto podlahového vytápění, které zatím působilo exotickým dojmem. O účinnosti takového systému nemohli zatím Japonci sdělit nic bližšího.

CCI 4/86

(Ku)

● Čisté prostory pro elektroniku

Výroba integrovaných obvodů stupňuje neustále své nároky na čistotu výrobního prostředí. Rozměry čipů v posledních letech se čím dále tím více zmenšují, přičemž jejich informační hustota vzrůstá. Částice prachu větší než $0,2 \mu\text{m}$ vedou při výrobě již ke zmetkům.

Čisté prostory pro výrobu integrovaných obvodů možno dělit do dvou kategorií:

- čisté místnosti s laminárním vertikálním prouděním,
- čisté pracovní stoly.

Čisté místnosti dosahují půdorysné plochy až $1\,000 \text{ m}^2$ a výroba i personál jsou uvnitř. U čistých pracovních stolů jsou obsluha a výroba od sebe odděleny. Stoly dosahují někdy délky až 20 m a pracovníci stojí vně, zatímco výrobní proces probíhá uvnitř. Proto tzv. superčisté prostory jsou možné jen u čistých pracovních stolů.

U čistých místností je nebezpečí, že v důsledku různých zařízení vznikají v nich turbulence, které strhávají prach, jehož zdrojem je obsluhující personál. Čistota takového prostoru za optimálních podmínek dosahuje hodnoty 50 až 100 (= částic velikosti do $0,5 \mu\text{m}$ v krychlové stopě). U čistých pracovních stolů se čistý prostor vytváří přímo na pracovní ploše, čímž je výroba daleko méně ohrožena od obsluhujícího personálu.

Zatímco v čisté místnosti jsou výměna předmětů a přeskupování výrobních zařízení snadné, takovéto možnosti u čistých pracovních stolů jsou omezené. Objemové průtoky jsou u čistých pracovních stolů daleko menší a stoly jsou tedy provozně hospodárnější.

U čistých místností probíhá celý proces bez prostorového oddělení, a tím je větší nebezpečí poškození vybavení od agresivních látek, které se mohou šířit po celé místnosti. U čistých pracovních stolů se jednotlivé operace provádějí v oddělených komorách a šíření agresivních látek je zde potlačeno udržováním rozdílů tlaků.

U čistých místností je dále nebezpečí, že podlaha, kterou se vzduch odvádí a která má malou nosnost, snadno dostane do vibrací. U čistých pracovních stolů se zpravidla odvod vzduchu děje stropem místnosti, v níž se nacházejí, a podlaha je proto možno lépe přizpůsobit okolnostem.

A konečně investiční náklady na čisté místnosti jsou vyšší než na čisté pracovní stoly. Objekty s výrobou integrovaných obvodů mají zpravidla velkou výšku výrobních místností, aby bylo možno do nich instalovat všechny potřebné rozvody.

Čisté místnosti lze rozdělit ve dvě zóny — na čistou zónu a na ochrannou zónu, která má chránit čistou zónu proti vnikání nečistot.

V ochranné zóně, která tvoří současně obslužnou, se udržuje třída čistoty 100, k čemuž je zapotřebí asi 50násobná výměna vzduchu za hodinu. Pro výrobní zónu je předpokladem třída čistoty 10. Vzduchotechnické zařízení má dále za úkol odvést teplo, které vydává technologické vybavení. Aby byla snazší regulace teploty, je účelným u větších zdrojů, jako jsou např. oxidační pisky, přidat samostatné zařízení. V oddělení, kde se provádí leptání, se pracuje s čistými pracovními stoly. Vzduch v jejich prostoru proudí rychlostí $0,45 \text{ m/s}$ a dosahuje se zde za normálních pracovních podmínek třídy čistoty 10.

V závislosti na pracovních podmínkách se musí od jednotlivých čistých stolů odvádět různé tepelné zátěže. Při fotolitografii a procesu odpařování se často vnitřní vybavení vyměňuje za nově vyvinuté. Proto musí být místnost řešena co nejvíce flexibilní, což je možné jen u čistých místností s vertikálním laminárním prouděním. Čistota tohoto prostoru se žádá ve třídě 10, teplota z technických důvodů se musí pohybovat v toleranci $\pm 1^\circ\text{C}$. Fotolitografie je srdcem výroby integrovaných obvodů a zde se požaduje dokonce stabilita teploty v rozmezí $\pm 0,1^\circ\text{C}$ a třída čistoty 5, což vyžaduje používání nejúčinnějších aerosolových (ULPA) filtrů.

Při výrobě integrovaných obvodů postačí ve výrobní budově udržovat tři různé hladiny tlaků. Ty odpovídají čisté zóně, ochranné zóně a nečisté zóně. I když v čisté zóně se podle charakteru výroby vyžaduje čistota třídy 5 až 100, nevytvářejí se tlakové rozdíly mezi jednotlivými pracovišti. Pracoviště s různými požadavky na třídy čistoty v jedné čisté místnosti se řeší zpravidla použitím čistých kabin (boxů) s vertikálním laminárním prouděním, v nichž je udržována vyšší třída čistoty (nižší číslo) a užší tolerance teplot, protože proudění vzduchu v nich zabraňuje pronikání vzduchu z okolí.

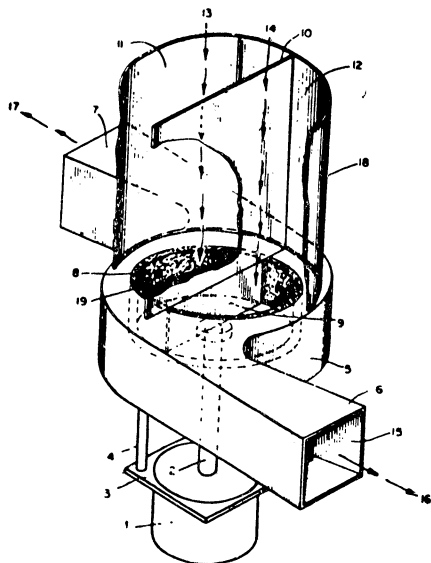
Při projektování čistých prostorů je třeba brát na zřetel řadu faktorů, především pak jak a v které zóně řešit proudění vzduchu a jaké použít aerosolové filtry.

CCI 3/86

(Ku)

VENTILÁTOR SE ZPĚTNÝM ZÍSKÁVÁNÍM TEPLA

Tento ventilátor ve své podstatě není novinkou, protože jde o kombinaci tzv. kapilárního ventilátoru s rotačním regeneračním výměníkem. Jeho plášť tvoří spirální skříň se dvěma diametrálně protilehlými výfukovými otvory, někdy i s oboustranným vstupem (obr. 1). Věnce oběžného kola je ze speciální pěnové plastické hmoty, která je za provozu nehořlavá, v klidu jen těžce hořlavá a samozhášivá. Věnce současně působí i jako filtr třídy A2. Pohon ventilátoru se děje buď přímo elektromotorem nebo prostřednictvím řemenového převodu. Teplou stranu od studené odděluje uvnitř kola pevná (nerotující) přepážka, jejíž rovina je kolmá na směr obou



Obr. 1. Ventilátor se zpětným získáváním tepla

proudů vyfukovaného vzduchu, tj. rovnoběžná s rovinou výfukových otvorů.

Oběžné kolo ventilátoru vytváří na straně venkovního a odsávaného vzduchu podtlak, na straně přiváděného a odpadního vzduchu přetlak. V zimě se tak ve ventilátoru předává teplo z odpadního vzduchu venkovnímu a v létě může být teplo z klimatizovaných prostorů ventilátorem odváděno.

Pro lepší představu je třeba uvést ještě několik skutečností: Účinnost tepelné výměny není závislá na teplotním rozdílu. Nedochází-li k překročení rosného bodu, získá se zpět 48 % citelného a 40 % latentního tepla. Při překročení rosného bodu se z kondenzovaná pára vyloučí vlivem odstředivé síly. Přitom uvolněné teplo se předá přiváděnému vzduchu jako citelné. Entalpičká účinnost činí v obou případech 44 až 46 %.

V kombinaci s přidavnými filtry a ohřivači nebo s jednotkovými přístroji se dají sestavit hodnotná zařízení na úsporu energie. Při hledání materiálu věnce oběžného kola bylo cílem nalézt vhodnou látku, která by rychle přijímala i vydávala teplo, protože doba kontaktu je vždy velmi krátká. Současně musela být vhodně pórezní pro potřeby kapilárního ventilátoru. Ztráty mísením obou vzduchů při stejné tlakové ztrátě na straně přiváděného i odváděného vzduchu jsou pod 5 %. V případě, že ventilátor pracuje současně i jako předfiltr (nejsou předřazeny účinné filtry), je nutné pravidelné čištění jeho oběžného kola. Největší předností tohoto ventilátoru je úspora místa, protože v sobě zahrnuje dva ventilátory, výměník pro zpětné získávání tepla a popřípadě i předfiltr.

Výrobou těchto ventilátorů se zabývá rakouská firma Josef Friedl & Co. v různých provedeních a velikostech pro zabudování do oken, do různých jednotek i pro samostatnou montáž. Největší ventilátory dodávají až $2 \times 16\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ objemového průtoku vzduchu.

kkt 9/85

Kubiček

SYSTÉMY KE KONTROLE FUNKCE ZAŘÍZENÍ S RECIRKULACÍ VZDUCHU

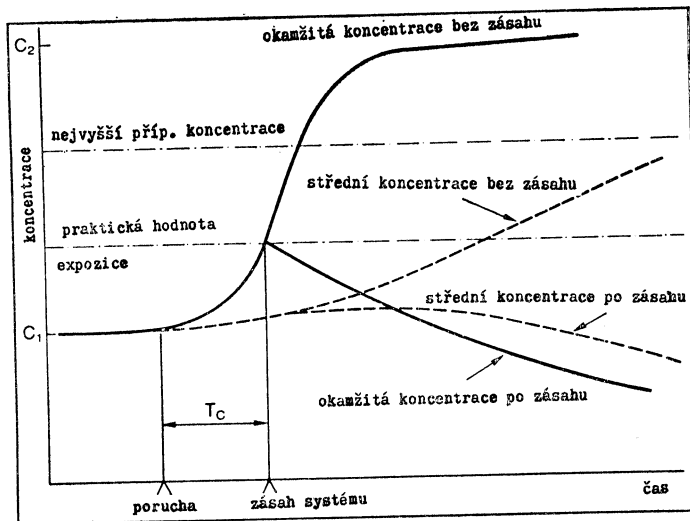
Pracovní skupina složená z odborníků CNAM (Francouzské státní nemocenské pokladny) ve spolupráci s INRS (Státním výzkumným ústavem bezpečnosti práce) přijala dokument č. 1394 zveřejněný v č. 109 (4/1982) Dokumentačních sešitů (Cahiers de notes documentaires) na téma asanace vzduchu na pracovištích. V uvedeném dokumentu si zaslouží pozornost stať pojednávající o kontrole funkce zařízení s recirkulací vzduchu odváděného z pracoviště s vývinem škodlivin a vyčištěného v odlučovači, a proto přinášíme její podstatný výtah.

1. Automatické a ruční systémy

Automatické systémy, kde kontrola se děje bez zásahu obsluhujícího, je kontinuální nebo havarijní, tj. kdy automatika je uvedena v činnost v případě poruchy recirkulačního systému.

Ruční systémy vyžadují v určité míře zásahu obsluhy (odebrání vzorků, provádění analýzy, odečítání měření a interpretaci výsledků).

Systém kontroly spočívá na postupu činnosti: odběr—analýza—vyhodnocení—poplach



Obr. 1. Průběh koncentrací bez zásahu a po zásahu kontrolního systému

Měřicí přístroj udávající nesprávné výsledky může dobře odpovídat ručnímu systému ovládnání, když interpretaci výsledků neprovádí odborník.

Při volbě kontrolního systému je velmi důležitou veličinou kritický čas pro zásah. Předpokládáme, že určitá koncentrace C_1 v jednom bodě pracovní oblasti je stálá a v čase $t = 0$ dojde k závadě na odlučovači, pak koncentrace v daném bodě vzroste až na hodnotu C_2 přibližně podle vztahu

$$C(t) = C_1 + (C_2 - C_1)(1 - e^{-t/t_0}),$$

kde t_0 je časová veličina charakterizující rychlost s níž koncentrace škodlivin narůstá a je funkcí řešení větracího zařízení (tj. celkového větrání + místního odsávání + recirkulace). Kritický čas pro zásah je časový interval (vyjďeme-li z $t = 0$), na jehož konci okamžitá koncentrace $C(t)$ nebo střední koncentrace dosáhne určité mezní hodnoty. Po tomto kritickém čase, kdy je vyhlášen poplach, by personál riskoval, že by byl vystaven nebezpečí poškození zdraví v důsledku překročení mezních koncentrací toxických látek.

V příkladu na obr. 1 je zobrazen průběh koncentrací škodlivin v pracovním ovzduší při kontinuální kontrole vzduchu vyfukovaného z odlučovače, když došlo k jeho přepnutí do venkovního ovzduší v důsledku poruchy odlučovače. Přitom střední koncentrace v časovém průběhu nikdy nepřekročí hodnotu praktické hodnoty expozice. Je třeba mít vždy na zřeteli, aby kritický čas pro zásah byl jen tak dlouhý, aby nevyvolal zásah, při němž by okamžitá hodnota koncentrace škodlivin v pracovním ovzduší překročila praktickou hodnotu expozice, nebo aby střední hodnota koncentrace v časovém průběhu nejvýše dosáhla této hodnoty. Zásadně by koncentrace škodlivin neměla dosáhnout hodnoty nejvyšších přípustných koncentrací (NPK).

Mezní hodnota, kterou nazýváme praktickou hodnotou expozice, musí být vždy menší než hodnota NPK a je rovna NPK/n , kde n je větší než 1, aby byl dostatečný čas k zásahu a nedošlo ke zbytečnému překročení NPK v případě poruchy. Kritický čas k zásahu by měl být stanoven na základě studie funkce zařízení.

Automatický systém kontroly by pak měl uspokojivě splňovat podmínku: součet časových intervalů mezi odběrem vzorků a okamžikem spuštění zásahu má být menší než kritický čas zásahu.

Volba ručního systému, protože je možný omyl ze strany člověka, se nedoporučuje než za splnění těchto podmínek:

- lze-li splnit výše uvedenou podmínku o časovém intervalu mezi odběrem vzorků a spuštěním zásahu,
 - kritický čas k zásahu je v každém případě několik hodin,
 - produkované škodliviny nejsou toxické,
 - jsou-li škodlivinami plyny nebo páry netoxické, ale dusivé vlivem nedostatku kyslíku (např. CO_2), pak by stačil detektor spalin nebo analyzátor nedostatku kyslíku. V tomto případě však nelze použít žádného zařízení k čištění vzduchu a od recirkulace by mělo být upuštěno.
- Jestliže jedna z uvedených podmínek není splněna a je-li přijat systém ruční kontroly, mělo by být zajištěno:

- sestavení písemného protokolu o dohledu a určena odpovědnost vybraného pracovníka,
- informování všech zaměstnanců v dílně, kde je recirkulace instalována o možném ohrožení v případě poruchy zařízení a určena opatření v případě ohrožení (evakuace, dohled na udržování dobrého stavu zařízení včetně výfuku ven apod.),
- písemné zaznamenávání všech pozorová-

ni a jejich pravidelné předkládání útvaru, který odpovídá za bezpečnost.

2. Kontrola pracovního ovzduší a vzduchu na výstupu z odlučovače

Kontrola pracovního ovzduší má řadu nevýhod:

— systém kontroly by měl brát zřetel na možné výrony škodlivin za normálních provozních podmínek drívě, než se případně vyhlásí poplach,

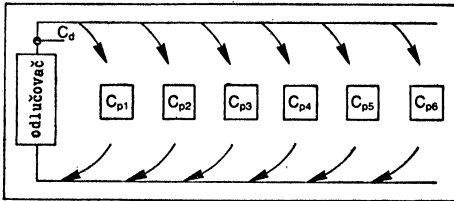
— tento systém kontroly by měl mít delší čas k zásahu než systém instalovaný v potrubí na výstupu z odlučovače.

Aby mohl být systém kontroly pracovního ovzduší navržen, musejí být respektovány následující podmínky, ledaže žádná z přítomných škodlivin není toxická:

— jsou známy úniky koncentrací škodlivin za normálního provozu,

— hodnoty špiček koncentrací u systému, který nepracuje soustavně, mají být nižší než hodnoty odpovídající kritickému času pro zásah určenému na základě analýzy,

— čidel snímajících kvalitu pracovního ovzduší (koncentrace C_p — obr. 2) musí být



Obr. 2. Odběrová místa koncentrací škodlivin (C_{p1} až C_{p6} — koncentrace ovzduší na jednotlivých pracovištích, C_d — koncentrace na výstupu z odlučovače)

více a musí být umístěna na „citlivých“ místech, zjištěných např. pomocí měřicích přístrojů používaných při větrání, tj. na takových místech, o nichž se předpokládá, že budou nejvíce postižena při poruše.

Kontrola koncentrací na výstupu z odlučovače (C_d — obr. 2) je výhodná, protože není potřeba většího počtu odběrových míst (nižší investiční náklady). Na druhé straně takový systém kontroly vyžaduje kromě zařízení na měření koncentrací také zařízení na měření objemového průtoku vystupujícího vzduchu, neboť jeho pokles např. v důsledku zanesení filtračních členů vyvolá pokles účinnosti zachytu škodlivin u zdroje a tím zvýšení koncentrace v pracovním ovzduší, při poklesu koncentrace škodlivin ve vyčištěném vzduchu.

Tento systém kontroly se doporučuje, mohou-li jím být podchyceny všechny závady systému jak při zachytu, tak i při odlučování (průtoky, koncentrace). Koncentrace, při níž má dojít k zásahu, má být stanovena po před-

chozí studii ve vztahu ke koncentracím v pracovním ovzduší.

3. Specifické a nespecifické systémy

Specifické systémy poskytují zpravidla více informací a mohou pomáhat v diagnózách při poruše, ale vyžadují více odbornosti k analýze výsledků, zejména v případě směsí.

Mohou být použity, jestliže

— jsou identifikovány všechny škodliviny,

— každá škodlivina, jejíž hladina koncentrace by mohla překročit přijatelnou hodnotu, je trvale kontrolována,

— překročení přípustné hranice (meze) vyvolá rychlý zásah.

Nespecifické systémy možno použít, jestliže

— fyzikální vlastnosti pracovního ovzduší (tepelná vodivost, elektrický odpor aj.) se výrazně mění se změnou koncentrace každé škodliviny,

— při dosažení stanovené bezpečné přípustné koncentrace dojde skutečně k vyvolání poplachu.

K tomu třeba dodat, že každý systém dohledu a kontroly kvality vzduchu by měl být zařazen do jedné z předcházejících kategorií a přitom vycházet z úvahy o jeho umístění, principu funkce a stupni automatizace. V každém případě by se při volbě mezi různými systémy měla také brát do úvahy kritéria snadnosti obsluhy, dostupnosti materiálu (nebo náhradních dílů) a ceny.

4. Reakce na poruchy systému recirkulace

Jak jsme již uvedli, rychlost, s níž jsou vyvolány zásahy v případě odchylek od požadované funkce, by měla hrát hlavní roli mezi požadovanými vlastnostmi systému kontroly. Ve skutečnosti se ukazuje nutným vypracovat plán zásahů v návaznosti na koncepci systému recirkulace vzduchu.

Výfuk vzduchu ven

Při navrhování recirkulace by se měla vždy uvažovat instalace zařízení, které umožní odvést ven odpadní vzduch, jehož vlastnosti neodpovídají zadávacím podmínkám. Přepnutí by se mělo dít buď automaticky, nebo ručně, např. na základě vyvolání akustického poplachu. Automatické systémy mají přinejmenším dvě výhody:

— je vyloučeno nebezpečí, že v důsledku okamžité nepřítomnosti pověřené osoby nedojde k zásahu,

— zásah se uskuteční rychle.

U toxických škodlivin je automatický systém nutný.

Zamezení styku s nebezpečnými koncentracemi škodlivin

Je třeba uvažovat, podle jedovatosti škodlivin, popř. i evakuaci ohrožených míst.

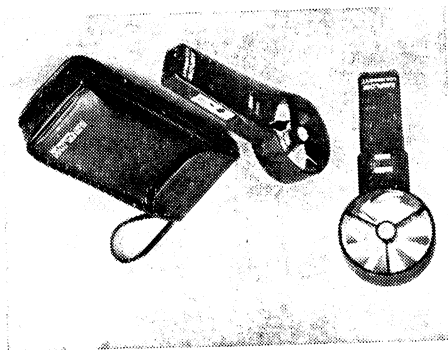
Kubíček

LOPATKOVÝ ANEMOMETR LCA 6000 FIRMY AIRFLOW

Anemometr (obr. 1.) má libovolně volitelný integrační čas a tím i možnost odečíst střední rychlost za jakoukoliv dobu měření. Okamžité hodnoty rychlostí jsou udávány jako střední

hodnoty za tři sekundy. Tyto krátkodobé údaje tvoří mezihodnoty pro delší integrační časy.

Bašus



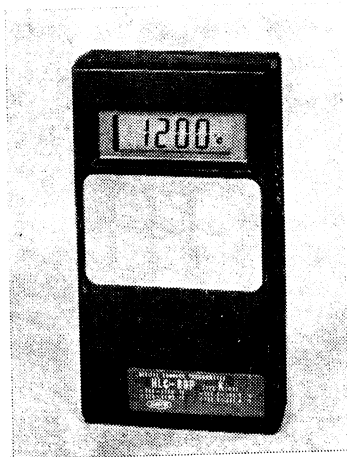
Obr. 1. Lopatkový anemometr LCA 6000

DOTYKOVÉ TEPLoměRY FIRMY AIRFLOW

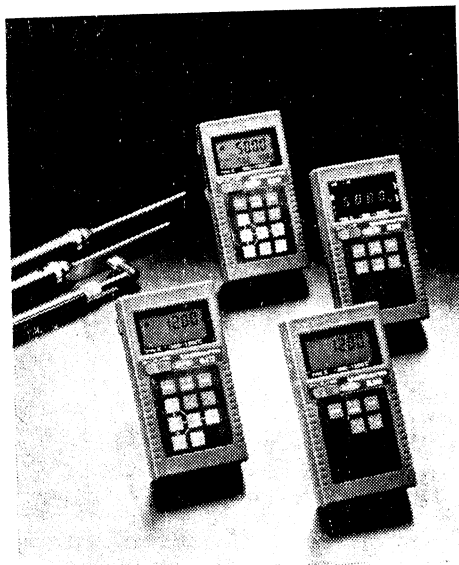
Firma AIRFLOW nabízí Computer-Thermometer HLC-80 P (obr. 1.). Vysoká spolehlivost naměřených povrchových teplot je u tohoto přístroje dosažena kontinuálním automatickým cejchováním jak nulové (AUTO—ZERO), tak konečné hodnoty (AUTO—FULL SCALE) mikroprocesorem. Teploty se odečítají s přesností 0,1 °C nebo 1 °C. Fóliový tlačítkový systém poskytuje opti-

mální ochranu před prachem a vlhkostí. Přístroj hlásí poruchu čidla a nepříjemný pokles napětí baterie. Firma dodává bohatý výběr čidel k měření povrchových teplot. Tato velice rychle nabíhající čidla (nabíhají do dvou sekund) snižují nežádoucí odvod tepla vedením. Čtyři baterie postačí ke 100 hodinám provozu.

Přístroj HLC-80 P se v inovované formě



Obr. 1. Teploměr HLC-80 P



Obr. 2. Teploměr UNITHERM

nabízí pod názvem UNITHERM-Thermometer, a to zatím (v roce 1986) ve dvou verzích HL 500 a HL 600 (obr. 2.). Tyto inovované přístroje lze využít i ke kontinuální kontrole teploty, spojené s poplachovou signalizací a mohou sloužit i jako základní přístroje

k záznamu dat. Pro rok 1987 jsou připraveny další dva přístroje této řady.

Všechny popisované typy jsou určeny k měření teplot v rozsahu -200 až 1200 °C.

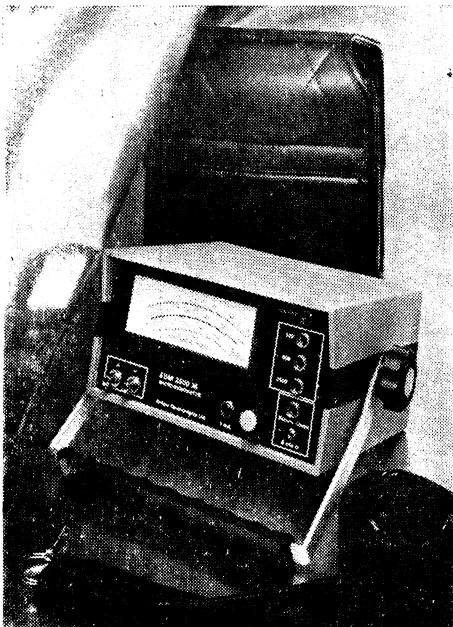
Bašus

ELEKTRONICKÝ MIKROMANOMETR EDM 2500 M

Firma AIRFLOW Lufttechnik GmbH nabízí mikromanometr pracující na kapacitním principu. Změna tlaku působí na membránový převodník energie, který předává analogový signál elektronické části přístroje. Tato elektronická část je řešena výhodně jak z hlediska požadovaného rozsahu a přesnosti měření, tak jednoduchosti cejchování. Při obsluze má pracovník přístroj zavěšený na krku a má obě ruce volné.

| | |
|-------------------|---|
| Rozsahy tlaků | 0 až 125 Pa 0 až 500 Pa 0 až 2 500 Pa |
| Rozsahy rychlostí | 0 až 14 m/s 0 až 28 m/s |
| Provozní teplota | -10 až 40 °C |

Přesnost na výstupních zdírkách mano-



Obr. 1. Elektronický mikromanometr EDM 2 500 M

metru 1 %, tolerance indikačního přístroje $\pm 1,5$ %.

Napájení čtyřmi monočlánky (postačí na 300 provozních hodin) nebo adaptérem 5 až 13 V, 20 mA.

Bašus

6. SYMPOSIUM FASE

Federace evropských akustických společností konané ve dnech 2. až 6. září 1986 v Soproni (MLR).

Hlavní téma tohoto symposia bylo „Subjektivní vnímání objektivních akustických jevů“. V tomto směru byly zaměřeny hlavní referáty, referáty v sekcích i příspěvky prezentované plakátovou formou.

Hlavní problematika se týkala především hledání vztahů mezi subjektivním vnímáním různých typů hluku a jeho fyzikálním hodnocením, mezi subjektivním vnímáním zvukové difuzivity a kvantitativními mírami jejich poruch. Řada referátů byla zaměřena na kvantitativní charakterizování kvalitativních vlastností zvukového pole.

Velká pozornost byla věnována aplikaci digitální techniky k analýze a hodnocení akustických signálů a ke korekci kvality zvukového pole.

Součástí symposia byla výstava akustické měřicí techniky maďarských i zahraničních firem.

Řadu zajímavých poznatků o nových akustických zařízeních vyráběných firmou BaK a jejich využití přinesl referát *Dr. Brüela*. Sborník všech přednesných referátů bude vydán později a bude zaslán účastníkům symposia.

V rámci symposia proběhlo jednání představenstva FASE. Na jednání byla především diskutována otázka práce FASE, otázka koordinace akcí jednotlivých akustických společností v Evropě v příštím období a problematika výchovy nových odborníků v akustice v jednotlivých členských zemích. Otázka vzdělávání v akustice bude hlavním tématem konference pořádané pod záštitou FASE Akustickou společností PLR v květnu 1987 v Gdaňsku.

Chalupová

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE „ZVÝŠENÍ OCHRANY DŘEVA“

Konference byla pořádána bulharskou VTS pro lesnictví ve dnech 5.—9. 6. 1986 v Plov-

divu. Jednání, jehož se zúčastnilo asi 120 odborných a vědeckých pracovníků z BLR,

ČSSR, MLR, PLR a SSSR, proběhlo ve dvou paralelních sekcích — impregnace a ochrana dřeva a hygrotermická úprava dřeva.

Z techniky sušení byly předneseny následující referáty:

S. Nikolov, BLR: Současný stav a perspektivy zvyšování ochrany dřeva

I. Dragozov, BLR: Vliv vnitřních napětí na jakostní ukazatele usušeného dřeva

Ch. Šechtov, BLR: Automatizace kontroly vlhkosti vysušeného dřeva v kontinuálních sušárnách

M. Koberle, ČSSR: Nové směry v oblasti sušení dřeva v ČSSR

Z. Viktorin, ČSSR: Energetická efektivnost rekuperace tepla u sušáren dřeva

P. Trebula, ČSSR: Model optimální technologie vakuového sušení řeziva s kontaktním ohřevem

V. Ďurišová, ČSSR: Vliv konečného ošetření na kvalitu vysušeného materiálu

V průběhu jednání konference byly získány základní informace o stavu techniky sušení v dřevařském průmyslu BLR:

a) v BLR jsou provozovány sušárny dřeva staršího provedení dovezené z PLR, NDR, SSSR a Itálie s vysokou energetickou náročností při nízkém ročním výkonu;

b) na dobré úrovni jsou v BLR práce zaměřené na využití sluneční energie a na zavádění automatizovaného řízení a regulování sušáren dřeva.

V průběhu diskuse byly účastníky projednány a hodnoceny možnosti zavádění nových progresivních technologií a sušárenských a impregnačních zařízení s intenzifikovaným průběhem vlastního procesu, nižší energetickou náročností a vyšší kvalitou výsledného produktu.

Viktorin

NĚKTERÉ POZNATKY ZE SYMPOZIA „TVORBA A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ PRO ČLOVĚKA“ DÜSSELDORF, 1. AŽ 3. 10. 1986

V návaznosti na zprávu o sympoziu a vřstávě Tvorba a ochrana životního prostředí pro člověka, které se uskutečnilo ve dnech 1. až 3. 10. 1986 v Düsseldorfu, uveřejňujeme další informace o poznatcích, které vyplynuly zejména ze zahraničních koreferátů.

V českém referátu hovořil *B. Brix* o centralizovaném zásobování teplem (CZT) jako významném přínosu k ochraně čistoty ovzduší. CZT se zvyšuje účinnost využití primární energie z uhlí z 35 až 38 % na 60 až 62 %. To představuje významné snížení emisí a rovněž snížení požadavků na depozice popela, spojené se zábořem pozemků. Podařilo se zastavit růst emisí tuhých látek, takže v roce 1985 byly emise sníženy na stav z r. 1970 přes dvojnásobný nárůst instalovaného výkonu. To představuje snížení emisí na jednotku výkonu na polovinu. Přechodem výrobního bloku kondenzačního o výkonu 110 MW na kombinovanou výrobu elektrického proudu a tepla se snížila emise SO₂ o 19 až 26 % a popílku o 31 až 42 %. Na teplárenský systém bude do r. 2005 rekonstruován výkon asi 1 600 MW.

Dálkové zásobování teplem bylo předmětem i koreferátu *M. Siewerta*. Využitím tepla z elektráren pro CZT blízkých spotřebitelů se zabývali ve VEB Kraftwerke Ruhr AG již od začátku šedesátých let. Výstavba sítí podle strategie samostatných obvodů přešla na strukturu propojených sítí, čímž byly zvýšeny kapacity dodávek a CZT bylo zajištěno na široké základně. Propojení sítí je i ekonomicky výhodné, a to jak pro odběr tepla všeobecně, tak pro částečnou kompenzaci dodatečných nákladů z vyhlášky o „velkých spalovacích zařízeních“.

O zařízeních na odlučování a zachycování škodlivin, vyvinutých a vyráběných v ČSSR, referoval *J. Tůma* ve společném referátu s *J. Kočím*. Uvedl, že výrobky odpovídají světovému průměru. Vynikáme v textilních

filtrech, kde se dosahuje vyčištění pod 1 mg/m³ a dokonce pod 0,1 mg/m³. Základní trendy změn v požadavcích na odlučovací techniku jsou dány rizikem jemných částic, zvýšením využití surovin a zvýšením spolehlivosti a ekonomie provozu zařízení. Zvláštním problémem je filtrace aerosolů z jaderné energetiky. Vyráběné vysoce účinné filtry dosahují účinnosti 99,97 % pro částice o průměru 0,3 μm. Další informace se týkaly aparátů pro mokré odlučování plyných a pachových látek (výrobce k. p. CHEPOS).

Koreferát *G. Ortnera* byl věnován opatřením na odsíření a zachycování oxidů dusku v elektrárnách pracujících s hnědým uhlím. Podnik Rýnsko-vestfálské elektrárny (RWE) vybavuje dodatečně své hnědouhelné elektrárny odsířovacími zařízeními v tomto rozsahu: 16 bloků 150 MW, 11 bloků 300 MW a 6 bloků 600 MW, tj. celkem 33 bloků o výkonu 9 300 MW. RWE vyvinul počátkem 70. let suchou aditivní metodu odsířování. Vzhledem ke zvýšeným požadavkům na snížení emise SO₂ začali od r. 1983 používat mokré odsířování, které se předtím dobře osvědčilo v elektrárnách na černé uhlí. Byla zvolena jednotná velikost pračky, a to pro výkon 300 MW. Průtoky plynu jsou dvojnásobné než u bloků stejného výkonu na černé uhlí. Emise NO_x jsou ve srovnání s elektrárnami na černé uhlí poměrně malé, a to 500 až 700 mg/m³, díky různým primárním opatřením. Po realizaci plánovaných opatření dojde u elektráren RWE ke snížení emisí SO₂ ze 420 000 t SO₂ v roce 1983 na 101 000 t za rok v roce 1990 a u NO_x ze 199 000 t na 70 000 t ročně. Po vápencové vypírce se spaliny ochladí na 65 °C a to vyžaduje při odvodu komíny zvýšení jejich teploty ohřevem min. na 72 °C. Proto byl v elektrárně Völklingen provozně odzkoušen odvod spalin přes chladicí věže společně s vodními parami. Tím se ve srovnání s odvodem

spalin kominem zvýší průtok v poměru 14 : 1, koncentrace SO₂ se sníží v poměru 1 : 12 a vztlak plynů a par se zvýší 10krát. Zařízení se bude realizovat v 14 výrobních bloků. Problémem je vznikaající sádra, jejíž množství činí asi 1,5 mil. t/rok. Až do konce roku 1990 není pro ni odbyt ve stavebnictví. Proto se uvažuje s depozicí po smíchání s elektrárenským popílčkem ve vytěžených povrchových dolech.

Další část jednání byla věnována výchově k péči o životní prostředí. V českém referátu informovali *M. Čech* a *D. Kvasničková* o zařazení oboru životního prostředí (ŽP) v čs. výchovně vzdělávací soustavě. V německém koreferátu uvedl *R. E. Lob*, že bylo dosaženo dobrých výsledků v přírodovědných předmětech, naproti tomu ve společenských oborech je ještě co dohánět. Na vysokých školách vznikají nové obory zaměřené na ochranu ŽP.

Z referátu *Z. Facka* vyplynula závažnost zatížení půd těžkými kovy, zejména olovem a kadmíem. V referátu bylo provedeno srovnání těžebních oblastí. V půdách ostravské aglomerace byla překročena hranice přípustnosti u Hg ve 24,5, Cd 14,0, Pb 8,5, Zn 5,3, Mn 3,3 a S u 7,8 % půdních vzorků. V SHP byl obsah Cd překročen u 25 % stanovišť, překročen byl i Mn a Zn, nebylo překročeno Pb. V této pávní byl obsah těžkých kovů v půdách nižší než v rostlinách, což se přičítá přímému znečištění rostlin imisemi. Navržené přípustné meze těžkých kovů jsou prvou aproximaací. Na základě experimentálních hodnot budou upřesňovány.

V. Ruml referoval o mechanismu chemických reakcí metod k zneškodňování toxických odpadů.

V. Kadlec a *M. Fiala* informovali o novém typu stavebnicové čistírny komunálních odpadních vod, jejímž výrobcem je k. p. SIGMA. Čistírna je určena pro 1 000 až 10 000 obyvatel a hodí se i pro čištění vybraných odpadních vod potravinářského průmyslu. Redukce dusíkatých látek se pohybuje kolem 80 %, BSK₅ a nerozpuštěné látky ve vyčištěné vodě klesají za ustálených podmínek pod 15 mg/l. Další část referátu se týkala čištění průmyslových odpadních vod znečištěných čpavkem a těžkými kovy.

O situaci v čištění odpadních vod v SPV a o sledování kvality říčních vod měřením informoval *F. Malz*.

O vlivu živočišné výroby na ŽP a o opatřeních podnikaných k ochraně ŽP referoval *J. Benda* a některé toxikologické otázky k jeho referátu objasnil v diskusi *M. Čikrt*. V koreferátu uvedl *H. Hüffmeier*, že zkušenosti s produkovanou kejdou jsou ještě v mnoha oblastech nepatrné. V posledních 10 až 15 letech se však vyjasnily základy pro využitování kejdy při hnojení. Aplikací těchto znalostí se snížil ohrožení vod. Pro ochranu čistoty ovzduší existuje soubor technických opatření a znalostí o potřebných minimálních vzdálenostech. Rostliny a půda jsou ohroženy pouze při závažných chybách. Totéž platí pro hygienické ohrožení člověka a zvířat.

Poslední skupina referátů se týkala otázek

výstavby, bydlení a rekreace. *L. Antony* dokumentoval péči o kulturní památky v ČSSR. V ČR bylo dosud vyhlášeno 67 národních kulturních památek, 35 městských památkových rezervací a 6 000 chráněných církevních objektů. V referátu byly formulovány cíle státní památkové péče. V koreferátu hovořil *K. M. Rödder* o potřebě údržby památek, aby mohly být uchovány v původním stavu. Existuje řada hypotéz o příčinách poškozování staveb činností lidí i přírodním působením. Ochrana se zjednoduší, známe-li příčinu poškozování. Dále uvedl některé způsoby ochrany různých materiálů, přičemž zdůraznil nutnost nepropustnosti styčných ploch.

Referát *M. Sýkora* byl věnován regeneraci a přestavbě městských center. Systematický přístup vyžaduje současné řešení otázek architektonických s otázkami technickými a technologickými. Dosavadní přestavba byla postupná, dnes probíhá v krátké době. Je to soubor problémů, jehož součástí je urbanistická kompozice. V druhé části referátu hovořil *W. Hána* o funkci a prostorové struktuře center měst a problémech rehabilitace městských center. Koreferát *H. D. Krupinského* přednesl *U. Übler*. Vylíčil jednotlivé fáze růstu měst, spojené s přestavbou a řešením dopravy, až po současný stav charakterizovaný návratem k pšším znám. Vyzdvihl význam budování malých zelených ploch v obytných částech pro zlepšení prostředí. Uvedl 6 stěžejních bodů, které nutno respektovat: 1. Zlepšení městské dopravy, 2. Obnovení cenové výhodných bytů, 3. Zlepšení nabídky pro kulturní vyžití, 4. Zachování kulturních památek, 5. Zlepšení situace související se stávajícími provozy — mnoho jich již bylo vysídleno, 6. Vyloučení tranzitní dopravy z měst.

J. Mareček hovořil o krajíně a zemědělství v příměstské oblasti. Na diapozitivních ukázal příklady moderní zemědělsky využívané krajiny u nás, která má sice jiný vzhled, než byl vzhled krajiny dříve, tj. soukromého zemědělského hospodaření, ale která je v novém pojetí krásná. Poukázal na vliv barevných kontrastů. Na příkladech osevnických plánů v příměstské oblasti dokumentoval, že spoluprací zemědělských podniků a specialistů zabývajících se tvorbou krajiny mj. i z estetického hlediska, lze dosáhnout velmi uspokojivého sladění ekonomických, tj. především zemědělských i estetických, rekreačních a dalších požadavků na krajinu v příměstské oblasti.

F. Pieper hovořil o způsobech zlepšování životního prostředí v oblasti. Při rozhodování má zásadní vliv skutečnost, jakého počtu lidí se případná až již pozitivní nebo negativní změna prostředí týká. Nejlepší zkušenosti mají ze spolupráce s občany a bez této spolupráce by většina opatření na zlepšení životního prostředí nepřinesla zdaleka takový efekt. Na příkladu vytváření tzv. tiché pěší zóny v městském centru svoje tvrzení dokumentoval. Extrémní požadavky občanů pomínou, jakmile jsou občané přímo zapojeni do celého řešení. Vybírají 6 až 8 občanů, v příslušné oblasti bydlících, z různých sociálních a věkových skupin a tito občané se zúčastní řešení od ideo-

vých návrhů, přes přípravu dokumentace, kontrolu provádění celé akce až po závěrečné finanční vyúčtování.

Závěrečnou pódiovou diskusi řídil místo předseda ČKVTIR Ing. arch. F. Martinec. Z diskuse vyplynula potřeba další spolupráce, avšak orientované na úžeji zaměřená minisymposia pro vybraný okruh odborníků. Další možností je výměna expertů na různá předem vybraná témata. Z německé strany byla navržena spolupráce mezi Svazem německých inženýrů VDI a Čs. vědeckotechnickou společností.

Doplňkem symposia byla odborná exkurze dne 4. 10. 1986. Jejím předmětem byla návštěva fy Bayer Leverkusen. Účastníci byli seznámeni se způsobem zneškodňování části odpadů a se způsobem čištění odpadních vod v čistírně pro průtok 160 000 m³ za den. Pozoruhodné je dvoustupňové biologické čištění odpadních vod. Skládka je jistěna několika způsoby proti průsaku vod. Čištění spalin ze spalovny odpadů se děje elektrickým odlučo-

vačem a zachycují se i plynné složky spalin. Přesto je výška komínu 100 m. Náklady na provoz těchto zařízení činí 1,1 mld. marek, což je 6 % čistého zisku společnosti Bayer.

Další část exkurze byla do prostoru těžby hnědého uhlí a rekultivace Rheinische Braunkohle AG u Bachendorfu. Povrchově se těží až do hloubky asi 250 m a rekultivace se provádí na původní úroveň terénu, s určitými úpravami, jako je např. vytvoření zalesněného pahorku a na jiném místě jezera pro rekreační účely. Asi 70 % ploch se rekultivuje na ornou půdu a 30 % se zalesňuje. Rekultivační cyklus trvá 7 let a je spojen i s výstavbou nových obcí za ty, které byly zbořeny v důsledku těžby.

Elektrárny o výkonu 2 400 až 2 600 MW pracují s odsiřováním mokřým způsobem. Investice do odsiřování činily dosud u této společnosti přes 6 mld. marek. Emise, vystupující z komínů elektráren, nebyly proti modré obloze patrné.

L. Oppl

REPUBLIKOVÝ SEMINÁŘ ENERGETICKÁ NÁROČNOST PRŮMYSLOVÝCH BUDOV PŘI RŮZNÝCH OSVĚTLOVACÍCH SYSTÉMECH

Ve dnech 3. až 5. prosince 1986 se konal v Srní — hotelu Šumava republikový seminář, připravený ústřední odbornou skupinou 3 — Pracovní prostředí českého výboru komitétu pro životní prostředí ČSVTS a Domem techniky Plzeň.

Z jednání semináře, který byl setkáním odborníků různých profesí (architektů, stavebních techniků, tepelných techniků, světelných techniků, vzduchotechniků a hygieniků), vyplynuly následující závěry pro racionální projektování budov a technických zařízení k úpravě stavu prostředí.

1. Způsob řešení a provedení stavební konstrukce průmyslové budovy má rozhodující podíl na energeticky výhodném řešení. Architektonické řešení i stavební provedení musí odpovídat účelu a druhu technologie. Nelze počítat s úplnou univerzálností koncepce budovy, což ovšem nevylučuje víceúčelovou budovu pro určitý typ výroby (hala pro těžký průmysl, strojírenská hala lehké konstrukce, atd.).

2. Tepelné technické vlastnosti budovy a jejích konstrukcí i prvků musí odpovídat nejen platným normám, ale i požadavkům na maximální úsporu energie (tj. požadavkům na minimální tepelné ztráty v zimě a minimální tepelnou zátěž v létě) při respektování požadavků na kvalitu prostředí z hlediska lidí a technologie.

3. Dodržení hygienicky předepsaných hodnot osvětlení, mikroklimatu a čistoty ovzduší vyžaduje volbu vhodné koncepce systému osvětlení, větrání a úpravy vzduchu. Vznikají-li protichůdné požadavky na denní osvětlení a mikroklima, je třeba je řešit vhodným kompromisem. Konkrétní řešení přitom vychází z hygienické závažnosti činitelů pracov-

ního prostředí, požadavků technologie výroby a energetické efektivnosti; výlučně ekonomické otázky nesmějí být nadřazovány požadavkům ochrany zdraví.

4. Přítomní se shodli na potřebě přednostního využívání denního osvětlení s ohledem na fyziologické požadavky člověka.

5. Dosavadní zkušenosti aplikace hygienického předpisu č. 46/78 potvrzují oprávněnost ustanovení obsažených v oddíle č. VIII (provozovny bez denního světla) citované směrnice. Při novelizaci předpisu č. 46/78 se doporučuje ponechat obecné požadavky na přípustnost výstavby budov bez denního světla a upravit požadavky na dodržení alespoň 50% výměny vzduchu při poruše funkce zařízení u malých hal (kde se navrhuje pouze 1 větrací, resp. klimatizační jednotka). Dále se doporučuje upravit požadavky na dodržení minimálního podílu čerstvého vzduchu v čistých provozech a dalších provozech, v nichž vychází vysoká dávka čerstvého vzduchu na 1 osobu.

Doporučuje se rozlišit prostory bez denního světla s možností přirozeného větrání (např. některé prostory v hutním průmyslu) a prostory bez možnosti přirozeného větrání s denním osvětlením (např. čisté klimatizované prostory).

6. Byla konstatována nezastupitelnost lučernového světlíku a případně jiných světlíků s prioritní větrací funkcí (typ Colt aj.) pro haly s velkými zdroji tepla. U zdrojů škodlivin (tepla, dýmu atd.) se zdůrazňuje potřeba účinného místního odsávání, včetně čištění odsávaných plynů.

7. Sedlové světlíky dosahují vysoké světelné technické účinnosti, mají však řadu nevýhod, které omezují jejich použití (např. menší rovnoměrnost denního osvětlení, možnost

oslnění zraku slunečním zářením, nadměrné tepelné osálení osob slunečním zářením, omezená možnost přirozeného větrání, obtížná čistitelnost). Vzhledem k vysoké tepelné zátěži sluneční radiací musí být sedlový světlík prováděn s možností přirozeného odvodu vzduchu.

8. Předností pilových světlíků je dobrá rovnoměrnost osvětlení; pro dosažení vyhovující světelné technické účinnosti je nutné, aby zasklení bylo skloněné. Provedení světlíků je třeba dorešit pro možnost účinného přirozeného větrání.

9. U osvětlovacích otvorů v obvodovém pláštii se doporučuje používat clonící systémy ke snížení tepelné zátěže sluneční radiací (např. okenní žaluzie a další clonící systémy).

10. Tam, kde ze závažných důvodů nelze dosáhnout vyhovujícího denního osvětlení, připouští se sdružené osvětlení řešené podle podmínek uvedených v ČSN 36 0020.

11. Účastníci semináře, na základě rozboru konkrétních případů, se shodli v názoru, že

řádné uvedení do provozu a vyregulování technických zařízení pro úpravu prostředí je jednou z rozhodujících podmínek dosahování požadovaných parametrů prostředí. Z tohoto hlediska doporučují realizaci servisní služby pro údržbu vzduchotechnických zařízení, navrženou ústřední odbornou skupinou ÚOS 11 Provoz a údržba větracích a klimatizačních zařízení.

12. Na programu semináře bylo i posouzení několika vybraných typů osvětlení průmyslových hal (světlníky lucernové, sedlové, pilové, bezokenní hala). Vzhledem k tomu, že číselné zhodnocení jednotlivých typů z energetického hlediska vyžaduje upřesnění metod a podkladů výpočtu, doporučuje se, aby ÚOS 3 Pracovní prostředí se ve své další činnosti zaměřila na tuto problematiku s cílem publikovat konkrétní zhodnocení v odborné literatuře. Řešení by mělo být zaměřeno i na perspektivní výstavbu automatizovaných a robotizovaných závodů.

Drkal



FRANTIŠEK MÁCA — 80 LET

Zdá se, že posledních pět let, které uplynuly od doby, co jsme v našem časopise vzpomněli životního jubilea našeho předního odborníka v oboru klimatizace Františka Máci, uběhlo opět rychleji. Náš jubilant se však tempu času dovedl přizpůsobit. Je neuvěřitelné, kolik práce a v jakých termínech dokázal v posledních letech vykonat. Osmdesátiny jsou krásné jubileum. Všichni k nim upřímně Františkovi Mácovi blahopřejeme a máme radost, že se jich dožívá v plné duševní svěžesti a dobrém zdraví. Františka Mácu zná snad každý, kdo se zabývá vzduchotechnikou a další okruh techniků z řad investorů, technologů, provozovatelů zařízení apod. Bylo by proto zbytečné se v tomto medailónku rozepisovat o tom, co vše ve svém na práci tak bohatém životě vykonal. Co však chceme říci je to, že si jeho práce nesmírně vážíme, že máme radost z jeho stále aktivity a že ho rádi vidíme mezi sebou. A to poslední třeba upřesnit, že ne pouze pro jeho práci, ale především pro jeho lidské vlastnosti, pro jeho nekompromisní hájení pravdy, pro jeho nepřehlebné zkušenosti a široké znalosti, pro jeho životní optimismus.

Při příležitosti životního jubilea přejeme všichni — Český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS, redakční rada časopisu ZTV a široká technická veřejnost — Františkovi Mácovi především dobré zdraví, aby dlouhá léta byl ještě mezi námi a abychom všichni mohli dále čerpat z jeho odborných poznatků a zkušeností. Přejeme mu dále, aby se těšil z výsledků své práce, kterou vykonal a abychom společně mohli přispívat k rozvoji oboru, který jubilant vykonával ne jako pouhé zaměstnančí, ale posláním zaměřené na technický pokrok. Konečně přejeme jubilantovi další úspěchy při veškeré jeho činnosti a dobrou životní pohodu, kterou se vždy snažil vytvářet pro druhé.

ČV KŽP ČSVTS
Redakční rada ZTV

● Racionalizace spotřeby pitné vody v domácnostech

V současné době ve vyspělých státech vzrůstá spotřeba pitné vody, jejíž zajišťování je čím dále tím více obtížnější. Tomu odpovídá zvýšené úsilí národohospodářů, vědců i techniků o racionalizaci její spotřeby. Na toto téma je i zaměřen článek *F. Heila: Rationelle Verwendung vom Trinkwasser* v časopise *Heizung, Lüftung, Haustechnik* č. 6/86, z něhož přinášíme nejzajímavější stati.

Spotřeba vody domácností je ovlivňována řadou faktorů, a to:

- počtem obyvatel,
- počtem domácností,
- vybavením domácností,
- životními zvyky,
- příjmy obyvatel (životní úrovní),
- klimatem,
- strukturou sídlišť.

Denní spotřeba pitné vody v domácnosti na jednoho obyvatele v NSR v r. 1968 činila 116 litrů a stoupla nyní na téměř 150 litrů. Pro rok 2000 se předpokládá spotřeba 160 litrů. Největší podíl z tohoto činí sprchování a koupání. Spotřebu vody možno snížit novými armaturami, na které jsou kladeny tyto požadavky:

— udržování konstantního objemového průtoku vody podle účelu armatury, nezávisle na tlaku vody,

— udržování konstantní teploty vody nezávisle na jejím tlaku, vč. ochrany proti opaření (zejména důležité u sprch),

— pohodlná regulace a ovládání paží, nohou či jinak tělem.

U mnoha dnes vyráběných baterií se spotřebuje zbytečně mnoho vody, než se nastaví voda požadované teploty. Použitím směšovačů s jednou pákou se žádaná teplota nastaví rychle, a tím sníží spotřeba.

Spotřebu vody možno snížit i použitím tzv. omezovačů průtoku, které se zpravidla instalují mezi armaturu a perlátor. Lze jimi omezit průtok při vyšších tlacích vody na zvolitelnou hodnotu.

Zajímavé jsou výsledky ankety uspořádané v NSR, podle níž se občan NSR koupá nebo sprchuje průměrně jednou za 2,5 dne, přičemž v domácnostech s jedním obyvatelem připadají 3,1 koupele za týden, zatímco v domácnostech se třemi osobami jen 2 koupele týdně. Samozřejmě se zvýšeným komfortním vybavením bytu stoupá i počet koupelí na osobu. Spotřeba vody na osobu v NSR činí průměrně 40 až 80 litrů na sprchu, 150 litrů u normálních van a 110 litrů u krátkých van.

Spotřeba vody u sprch závisí na době sprchování, přičemž při tlaku vody 0,1 MPa je průtok vody:

- u úsporných sprch 6 až 8 litrů/min,
- u normálních sprch 9 až 14 litrů/min,
- u komfortních sprch 15 až 23 litrů/min.

Tam, kde mají baterie vestavěný termostat, je možno při sprchování po dobu mydlení sprchu zastavit. Podle průzkumu v druhém případě je spotřeba vody asi dvoutřetinová oproti sprchování bez přerušení průtoku.

Spotřeba vody u přístrojů pro domácnost velice kolísá, avšak podle průzkumu např. u čtyřčlenné domácnosti se spotřebuje při automatickém i ručním mytí nádobí přibližně stejné vody.

Asi třetina spotřeby vody v domácnosti připadá na splachování klosetů. Také zde se dá voda ušetřit.

Norma DIN 19 542 z r. 1970 uvádí, že po uvedení v činnost splachování se musí bez přerušení vypustit nejméně 9 litrů vody. Výzkum ale ukázal, že tento požadavek nemá své opodstatnění a že splachovací zařízení má mít možnost přerušení s tím, že pro tzv. „malou potřebu“ zcela postačí 3 litry vody. Proto nové vydání uvedené normy z r. 1984 připouští přerušení splachování v tom, že minimální dávka vody na jedno spuštění musí činit alespoň 3 litry. Takovéto řešení podle propočtu přináší asi 45% úspory vody, což by pro celou NSR představovalo asi 270 mil. m³ vody za rok. Nejnověji se na trhu objevily splachovací nádrže s nastavitelným množstvím splachovací vody.

Jiná řešení k úspoře vody

Jeden ze způsobů jak snížit spotřebu vody je instalovat vodní okruh tak, že pitná voda se přivádí do pračky, koupací vany nebo sprchy a odpadní voda z nich se shromažďuje v nádrži. Odtud je po přefiltrování čerpadlem dopravována ke splachovačům klosetů. Taková řešení nalezneme např. v USA nebo v Japonsku, kde to platí zejména pro oblast Tokia, kde jsou vodovodní řad i kanalizace beznadějně přetíženy. Jde se tam dokonce tak daleko, že se stavební povolení uděluje jen tehdy, je-li naprojektován i takový systém k opětovnému využívání vody. Nejsou však k dispozici spolehlivé údaje o hospodárnosti tohoto systému.

Je třeba se též zmínit, že se provádí i výzkum využití dešťové vody k praní, mytí a splachování WC. Princip je jednoduchý. Dešťová voda z okapů se zachycuje v nádrži umístěné ve výši (např. na střeše přístavku, garáže apod.) a pak prochází spádem hrubým a jemným filtrem ke spotřebičům. Instalace takového zařízení je především ekonomickou otázkou.

(Kubiček)

Gesundheits-Ingenieur 107 (1986), č. 4

- 19. Berliner Gesundheitstechnische Tagung 1986 (19. Berlínské zasedání zdravotní techniky — 1986) — 193.
- Kälteversorgung in der Raumlufttechnik (Rozvod chladu ve vzduchotechnice) — *Brunk M. F.*, 194—204.
- Eine neue Methode zur Berechnung mehrdimensionaler instationärer Wärmeleitung mittels finiter Differenzen (Nová metoda na výpočet několikarozměrového nestacionárního vedení tepla za použití konečných rozdílů) — *Poos B.*, 205—208.
- Infraschall und Klimaanlage (Infrazvuk a klimatizační zařízení) — *Hönnmann W.*, 209—212, 223—235.
- Historische Elemente technischer Gebäudeausrüstung in Indien (Teil 2) (Historické prvky technického vybavení budov v Indii — díl 2.) — *Grassnick M.*, 213—214.
- Erdgaslieferungen nach Berlin (West) aufgenommen (Dodávky zemního plynu do Berlína (Západ)) — příloha.
- Kunststoffrohre in der Trinkwasserinstallation (Trubky z umělé hmoty v instalaci pitné vody) — příloha.
- VDI-Kommission Reinhaltung der Luft — Neue Richtlinien (Komise VDI „čistota ovzduší“ — nové směrnice) — příloha.

Gesundheits-Ingenieur 107 (1986), č. 5

- Drei Schallmessverfahren für Schlag- und Aufbruchhämmer (Tři způsoby měření hluku pneumatikých kladiv) — *Hecker R.*, 245—254, 309—311.
- 13. Symposium über branchenspezifische Emissionen — Auswirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl (13. Sympozium o specifických emisích — důsledky nehody reaktoru v Černobylu) — 255.
- Vorwort (Předmluva) — *Ruckdeschel*, 257—258.
- Richtwerte und Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (Směrné hodnoty a doporučení komise na ochranu proti záření) — *Jacobi W.*, 259—263.
- Informationen und Hinweise für die Öffentlichkeit über die Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl auf Bayern (Informace a pokyny pro veřejnost o vlivu nehody reaktoru v Černobylu na Bavorsko) — *Vogl J.*, 264—265.
- Das Wettergeschehen im Zusammenhang mit dem radioaktiven Fall- und Washout des Reaktorunfalls in Tschernobyl (Povětrnostní podmínky v souvislosti s radioaktivním spadem a úletem při nehodě reaktoru v Černobylu) — *Böllmann U.*, *Zeising H.*, 266—273.
- Messprogramme zur Erfassung der Kontamination durch den Reaktorunfall in Tschernobyl (Programy měření ke zjištění kontaminace

vlivem nehody reaktoru v Černobylu) — *Eder E.*, 274—278, 287—289.

- Auswirkungen der großflächigen Kontamination durch den Reaktorunfall in Tschernobyl auf den Kernkraftwerksbetrieb (Důsledky velkoplošné kontaminace vlivem nehody reaktoru v Černobylu na provoz jaderné elektrárny) — *Herzog T.*, 290—293.
 - Nuklidspezifische Messungen der Bodenkontamination in Bayern und die daraus resultierende Strahlenexposition (Specifická měření nuklidů v půdní kontaminaci v Bavorsku a z toho vyplývající doba ozáření) — *Winkelmann I.*, *Klopfer P.*, *Weimer S.*, *Wolf S.*, 293—300.
 - Auswirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl. Geografische Verteilung der radioaktiven Immissionen in der Bundesrepublik und in West-europa (Důsledky nehody reaktoru v Černobylu. Zeměpisné rozdělení radioaktivních imisí v NSR a v západní Evropě) — *Paschke M.*, 301—305.
 - Ganzkörper- und Inkorporationsmessungen an Personen aus besonders strahlenexponierten Berufsgruppen (Měření na celém těle a inkorporační měření u osob ze skupin povolání obzvláště vystavených záření) — *Gogner L.*, 306—308.
 - Wie reagierten die Fernwärmeabnehmer auf die beiden Ölpreisschübe von 1973 und 1979? (Jak reagovali odběratelé dálkového tepla na obě změny cen oleje od r. 1973 a 1979?) — *Buck H.*, 311—312.
 - Tendenzen und Entwicklungen im Brandschutz in Kanada (Směry a vývoje v ochraně proti požáru v Kanadě) — *Paul V.*, 313—314.
 - Zur Heizenergieeinsparung von Wohngebäuden (K úspore energie k vytápění obytných budov) — příloha.
- Heating, piping, air conditioning 58 (1986), č. 9**
- Life cycle cost effectiveness (Náklady a životnost) — *Klassen J.*, 75—84.
 - Decision making in energy retrofit design (Rozhodování při zpětném získávání energie) — *Tseng Yao Sun*, 89—93.
 - Computerized building simulation programs (Simulační programy řízení provozu budovy počítačem) — *Lynn R. G.*, *Kirkwood S. H.*, 97—98.
 - Present worth cost analysis model (Současný model nákladů) — *Montag G. M.*, *Shih-Ming Lee*, 103—106.
 - Dedicated modules make DDC easy (Moduly pro přímou digitální regulaci) — *Sosoka J.*, 111—115.
 - Don't let corrosion get your underground tanks (Ochrana podzemních zásobníků před korozi) — *Fitzgerald III. J. F.*, 119—125.
 - Intelligent controls (Inteligentní regulace) — *Haines R. W.*, 127, 134.

Heizung Lüftung Haustechnik 37 (1986), č. 8

— Technik der Anlagenfunktion anpassen. Probleme der Messdatenerfassung in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung (Přízpusobení techniky funkce zařízení. Problémy evidence údajů měření v zařízeních technického vybavení budov) — *Kopp H.*, 401—410.

— Raumlufttechnik in Industriehallen. Weiterentwickelte Lufttechnik mit Schadstofffassung und gezielter Belüftung (Vzduchotechnika v průmyslových halách. Nově vyvinutá vzduchotechnika se zachycením škodlivin a cítebným větráním) — *Bach H.*, *Dittes W.*, 411—418.

— Erfassen von Störungen im Luftstrom. Staukörper zur Luftstrommessung in Kanälen von Raumlufttechnischen Anlagen unmittelbar hinter Strömungsstörstellen — 2. Teil (Zjištění poruch v proudu vzduchu. Vzdouvací těleso k měření proudění vzduchu v kanálech vzduchotechnických zařízení bezprostředně za místy poruch proudění; 2. díl) — *Presser K. H.*, 419—425.

— Kennlinie von Radialventilatoren bestimmt. Abschätzung unter Einhaltung umgrenzter Konstruktionsmerkmale auf der Basis der geometrischen Laufraddaten möglich (Určení charakteristiky radiálních ventilátorů. Odhad je možný za dodržení obrysových konstrukčních znaků na základě geometrických údajů oběžného kola) — *Klaes K.*, *Bommes L.*, *Sentek J.*, 437—444.

Heizung Lüftung Haustechnik 37 (1986), č. 9

— Gasmotor treibt Wärmepumpe. Energetisches und wirtschaftliches Betriebsverhalten einer Gaswärmepumpe im bivalenten Heizbetrieb (Plynový motor pohání tepelné čerpadlo. Energetické a hospodárné provozní chování plynového tepelného čerpadla v bivalentním provozu vytápění) — *Borrmann H.*, *Baumann H.*, *Dobler P.*, 455—461.

— Umweltwärme zum Heizen kombiniert. Luftkollektor und Erdspeicher versorgen elektrische Wärmepumpe zur Raumbeheizung (Kombinace tepla prostředí k vytápění. Vzduchový kolektor a podzemní akumulátor napájí elektrické tepelné čerpadlo k vytápění prostorů) — *Zekorn T.*, 462—466.

— Symposium: Warmwasserversorgung zentral — dezentral (Symposium: Rozvod teplé vody, centrální — dezentrální) — 467—479.

Heizung Lüftung Haustechnik 37 (1986), č. 10

— Wärmeleistung von Fussbodenheizungen. Teil 2. Entwicklung der Berechnungsgleichung für Trockenverlegesysteme (Tepelný výkon podlahových vytápění. Díl 2. Vývoj výpočtové rovnice pro suché instalační systémy) — *Kast W.*, *Klan H.*, *Bohle J.*, 497—502.

— Keine Rückgewinnung der Transmissionswärme. Ein neues Wärmepumpen-Heizsystem soll Energieverbrauch durch Wärmerückgewinnung verringern (Žádné získávání

transmisního tepla. Nový vytápěcí systém s tepelným čerpadlem má snížit spotřebu energie využitím odpadního tepla) *Kändler H.*, 503—504.

— Dimensionierung von Ausdehnungsgefässen. Schadenursache an Heizanlagen sind meist zu klein bemessene Membran-Druckausdehnungsgefässe (Stanovení rozměrů expanzních nádob. Příčinou poškození jsou nejvíce příliš málo dimenzované membránové tlakové expanzní nádoby) — *Metzner G.*, 506 až 507.

— Entwicklung rationeller Fernwärme-Hausstationen (Vývoj racionálních domovních ústředí pro dálkový rozvod tepla) — *Paulmann R. D.*, 519—521.

— Grosswärmepumpen zur Nah- und Fernwärmeversorgung. Projekte deutscher Entwicklung bisher vorwiegend im Ausland realisiert (Velká tepelná čerpadla pro blízký a dálkový rozvod tepla. Projekty německého vývoje jsou dosud uskutečněny převážně v zahraničí) — *Schwingl E. F.*, 522—526.

— NT-Heizung/Regelungstechnik (Nizkoteplotní vytápění — regulační technika) — 508 až 509.

— NT-Heizung/Abgasreinigung (Nizkoteplotní vytápění — čištění odpadního plynu) — 511—512.

— Abgasführung (Odvádění odpadního plynu) — 513—514.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 53 (1986), č. 4

— CAD-Einsatz in der Haustechnik (Použití techniky CAD v domovní technice) — *Wysling U.*, 13—18.

— Le chauffage au moyen du bois densifié (Vytápění za použití dřeva) — *Cnop R.*, 18—19.

— Regelung von Fussbodenheizungen (Regulace podlahového vytápění) — *Ruosch E.*, 22—25.

— Die Regelung bei Niedertemperatur — Kompakt — Heizzentralen (Regulace u nizkoteplotních kompaktních vytápěcích centrál) — *Hotz R.*, 30—31.

— Korrosionsfreie erdsondengespiesene Heizungsanlage (Vytápěcí zařízení, napájené zemními sondami, bez koroze) — *Keller H. R.*, 31—32.

— Der Einfluss der Wärmedämmung unter einer Fussbodenheizung auf die Wirtschaftlichkeit dieses Heizsystems (Vliv tepelné izolace pod podlahovým vytápěním na hospodárnost tohoto vytápěcího systému) — *Werner B. E.*, 32—33.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 53 (1986), č. 5

— Konzeption und Auslegung von hydraulischen Schaltungen und Stellgliedern (Koncepce a stanovení rozměrů hydraulických zapojení a regulačních orgánů) — *Schaer M.*, 13—20.

— Klimatechnik in Bewegung (Klimatizační technika v pohybu) — 23.
 — Klima und Mensch (Klimatické podmínky a člověk) — *Wanner H. U.*, 23—25.
 — Klima und Gesetz (Klimatické podmínky a zákon) — *Burkardt G.*, 25—27.
 — Klima und Verbraucher (Klimatické podmínky a spotřebitel) — *Lampert P.*, 27—29.
 — Klima und Gebäude (Klimatické podmínky a budovy) — *Keller B.*, 29—31.
 — Klima und Öffentlichkeit (Klimatické podmínky a veřejnost) — *Bahmann G.*, 31—33.
 — Einsatz eines programmierbaren Taschenrechners zur Bestimmung des durchschnittlichen Jahresölverbrauchs einer Heizanlage (Použití kapesního počítače s programem ke stanovení průměrné roční spotřeby oleje vytápěcího zařízení) — *Arbenz B.*, 33—34.

Die Kälte und Klimatechnik 39 (1986), č. 7

— Sind Durchfeuchtungen an Kälteanlagen unvermeidlich? (Jsou provlnutí na izolacích proti chladu nevyhnutelná?) — 289—290, 292, 294—295.
 — Sicherheitstechnische Aspekte beim Entölen von Ammoniak-Kälteanlagen (Bezpečnostně technické aspekty při odstraňování oleje u amoniakových chladicích zařízeních) — *Fischer K. H.*, 299—300, 302.

Die Kälte und Klimatechnik 39 (1986), č. 8

— Lüftung und Klimatisierung von Produktionsstätten (Větrání a klimatizace výrobních prostorů) — *Mürmann H.*, 329—333.
 — Der Elektromotor — Arbeitsweise und Service [1] (Elektrický motor — funkce a údržba [1]) — *Wegner G. E.*, 334—336, 338—342.
 — Firmenporträt: A'Gramkow, Senderborg, Dänemark (Portrét firmy: A'Gramkow, Senderborg, Dánsko) — 352, 354, 356, 358.
 — Messevorschau: IKK 86 (Mezinárodní veletrh chlazení a klimatizace — přehled) — 360.

Die Kälte und Klimatechnik 39 (1986), č. 9

— Nutzung von CAD/CAM-Techniken. Entwicklung und Fertigung von Rotoren für Schraubenverdichter (Využití technik CAD/CAM. Vývoj a zhotovení rotorů pro šroubové kompresory) — *Nowotny S.*, 392, 394, 396, 398, 400.
 — Der Elektromotor — Arbeitsweise und Service [2] (Elektrický motor — funkce a údržba [2]) — *Wegner G. E.*, 404, 406, 408, 410, 412, 416.
 — Firmenporträt: Daikin Europe, Oostende, Belgien (Portrét firmy: Daikin Europe, Oostende, Belgie) — 418, 420, 422, 424.
 — Ein Lüftungsventilator ist kein Industrieventilator (Ventilátor k větrání není ventilátorem pro průmysl) — *Kolleck M.*, 440, 442.
 — Messevorschau: IKK 86 (Mezinárodní veletrh chlazení a klimatizace — přehled) — 448.

Sanitär- und Heizungstechnik 51 (1986), č. 6

— Neue Tendenzen sichtbar (Veletrh zdravotní techniky a přestavby staré bytové výstavby v Essenu) — 332—334.
 — Rohrbegleitheizung: Keine Zirkulation und halbierte Korrosionsgefahr (Vytápění stojící vodou — bez cirkulace a s polovičním nebezpečím z koroze) — 336—338.
 — Der „Rasenmäher“ — eine fast dämmliche Strategie (Výhledy sanitární techniky na nadcházející léta) — *Ammon J.*, 339—342.
 — Verbeugende Massnahmen bei Verwendung von Hydrazin (Ochranná opatření při používání hydrazinu) — 345—347.
 — LAS-Prinzip mit vorhanden Kaminen (LAS = Luft—Abgas—Schornsteine, Přednosti odtahů s přívody čerstvého vzduchu v jednom tělese) — *Lübke P., Beigel G.*, 348—352 pokrač.
 — Haushalt und Kleinverbrauch sind nicht ohne Schuld (7) (Domácnosti a malospotřebitelé také přispívají ke znečištění ovzduší — díl 7.) — *Göddeke H.*, 355—358 pokrač.
 — Elektrotechnik — Elektronik (33. Teil) (Elektrotechnika a elektronika — díl 33.) — *Schrowang H.*, 359—363 pokrač.

Sanitär- und Heizungstechnik 51 (1986), č. 7

— Vorbeugen ist gesünder als heilen (Ochrana je zdravější než léčení — úder blesku do instalace) — *Spalke F.*, 390—393.
 — Schornsteine und Abgasleitungen für niedrigere Temperaturen (Kominy a odtahy pro nízké teploty) — *Höss A.*, 394—399.
 — Wir brauchen ganz neue Heizungssysteme (Potřebujeme nové otopné soustavy) — *Gertis K.*, 400—403.
 — Korrosion in Heizungsanlagen: Ursachen, Wirkung, Gegenmassnahmen (Koroze v otopných zařízeních: příčiny, účinky, protipatření) — *Lutz H., Seydel A., Hoffmann M.*, 404—406.
 — Hallenbad Laboe sparte in den vergangenen fünf Jahren 40 % der Heizkosten (V halových lázních L. uspořili v posledních pěti letech 40 % nákladů na vytápění) — *Holtkamp E.*, 409—411.
 — LAS-Prinzip mit vorhandenen Kaminen (2) (Přednosti odtahů s přívodem čerstvého vzduchu v jednom tělese — díl 2. — co už bylo provedeno, modelové zkoušky, přípustnost použití) — *Lübke P., Beigel G.*, 412—415.
 — DAL-Seminar: Nicht Produkte, sondern Nutzen verkaufen (Firemní sdělení: seminář o sanitárních výrobcích) — 424.

Sanitär- und Heizungstechnik 51 (1986), č. 8

— Luftwechselzahlen in österreichischen Wohnungen (Výměna vzduchu v rakouských bytech) — 436.
 — Schlechte Erfahrungen mit Motor—Wärme—Pumpen (Špatné zkušenosti s motorickým tepelným čerpadlem) — 438—439.
 — Keine Haftung, wenn Produktmarken

vorgeschrieben (Předpisované výrobky nepřinášejí záruky) — *Stohlmann F. W.*, 440 bis 441, 447.

— Ernüchterndes zu erneuerbaren Energiequellen (Částečné vystřízlivění z nových energetických zdrojů) — 442—447 pokrač.

— Haushalt und Kleinverbrauch sind nicht ohne Schuld (Domácnosti a malospotřebitelé také přispívají ke znečišťování ovzduší — závěr) — *Göddeke H.*, 448—451.

— Wasser für Betzenstein (Zásobování vodou v minulosti) — *Ruckdeschel W.*, 452—456.

— Schornsteine und Abgasleitungen für niedere Temperaturen (2) (Komíny a odtahy pro nízké teploty — díl 2.) — *Höss A.*, 459 bis 461.

— Israel setzt auf Aquadukte (Izrael bude vodou zásobován po aquaduktech) — 462 bis 463.

— Norderstedt: Heizwerk mit Brennwertkesseln (Provoz teplárny v N.) — 464—466.

— Deutsche Hilti: Akzent liegt auf Befestigungstechnik (firemní sdělení: mechanika upevňování) — 470—471.

— Körting: Gleitende Schaltdifferenz schont den Schornstein (firemní sdělení: ochrana komínů) — 473.

— Böckenholt GmbH: Entnitratisierungsanlagen für besseres Brunnenwasser (firemní sdělení: úprava studniční vody) — 476.

— Anforderungen Korrosions-Inhibitoren (Použití inhibitorů proti korozi) — 488—489.

— Kontra Seuchen und Chlorgasunfälle (Ná-kaza kontra otravy chlórem) — *Herschman W.*, 492—495.

— Telefon-Computer meldet Störungen (Kom-pjuter hlásí poruchy telefonicky) — 496—498.

— „Das kommunen-eigene Gas verzerrt den Wettbewerb“ (Problémy palivové základny v NSR) — *Dach G.*, 499—504.

— Schornsteine und Abgasleitungen für niedere Temperaturen (Komíny a odtahy pro nízké teploty — závěr) — *Höss A.*, 505—506.

— Trinkwasser: Keine Strahlenbelastung (Pit-ná voda v NSR nebude ozářena z havárie v Černobyli) — 507—508.

— Höher als gemeinhin angenommen (Problémy kolem DIN 2067) — 509—510.

— Ein Megawatt von 20 000 Essen (Centrální velkokuchyň s totálním využitím tepelné energie ve vzduchotechnice) — *Vacek J.*, 511—518.

— Jacobi: Andrang am Sonntag (firemní sdělení: Jacobi má 77 let) — 522, 524.

— Zander: Kreissparkasse Bamberg als weg-weisendes Konzept (firemní sdělení: vytápění spóritelny v B.) — 526, 528, 530.

— Fixotherm: Verbundrohre für Sanitär- und Heizungsinstallationen (firemní sdělení: spojo-vací části potrubí) — 532.

Sanitär- und Heizungstechnik 51 (1986), č. 9

— Rauchgas-Belästigung des Nachbarn un-zulässig (Je nepřípustné obtěžovati sousedy kouřem) — 485.

ztv

3

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 30, číslo 3, 1987. Vydává český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS 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. Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném 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 340 108, D-8000 München 34, GFR.

Annual subscription: Vol. 30, 1987 (6 issues) DM 110,—.
Toto číslo vyšlo v červnu 1987.

© Academia, Praha 1987.