

Časopis Českého svazu vědeckotechnických společností, komitétu pro techniku prostředí



ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA

Ročník 13

Číslo 3

#### Redakční rada

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) — Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich — Ing. J. Haber — Prof. Ing. L. Hrdina — Ing. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubíček — Ing. Dr. M. Lázňovský — Ing. Dr. Z. Lenhart — F. Máca — Doc. Ing. Dr. J. Mikula, CSc. — Ing. Dr. J. Němec, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 4

#### OBSAH

Ing. J. Hejma:	Odlučivost cyklónu jako funkce jeho tvaru . . . . .	109
Ing. V. Hladký:	Hranice radiálního vodorovného vzdušného proudu ve větrném prostoru . . . . .	117
Ing. V. Mašek, CSc.:	Ke složení a vlastnostem sazí . . . . .	131
RNDr. K. Spurný, CSc., RNDr. E. Holý:	Radioaktivní spad v Praze 1969 . . . . .	141
Ing. M. Kubín:	Provozní vlastnosti parních tepelných sítí a základy jejich modelování . . . . .	145



#### CONTENTS

Ing. J. Hejma:	Cyclone separability as a function of its shape . . . . .	109
Ing. V. Hladký:	Limits of radial horizontal air flow in outdoor space . . . . .	117
Ing. V. Mašek, CSc.:	Composition and properties of black . . . . .	131

RNDr. K. Spurný, CSc., RNDr. E. Holý:	Radioactive fall out in Prague in 1969 . . . . .	141
Ing. M. Kubín:	Operation properties of the steam heat networks and foundations of their creation . . . . .	145

## S O M M A I R E

Ing. J. Hejma:	Aptitude de séparation du cyclone comme fonction de sa forme . . . . .	109
Ing. V. Hladký:	Limites du courant d'air radial et horizontal dans l'espace exterieur . . . . .	117
Ing. V. Mašek, CSc.:	Composition et la propriétés de la suie . . . . .	131
RNDr. K. Spurný, CSc., RNDr. E. Holý:	Précipitation radioactive à Prague en 1969 . . . . .	141
Ing. M. Kubín:	Propriétés de service des réseaux de vapeur et thermiques et les fondements de leur modelage . . . . .	145

## I N H A L T

Ing. J. Hejma:	Abscheidefähigkeit des Zyklons als Funktion seiner Form	109
Ing. V. Hladký:	Grenzen des radialen, waagrechten Luftstromes im Außenraum . . . . .	117
Ing. V. Mašek, CSc.:	Zur Zusammensetzung des Russes und seiner Eigenschaften	131
RNDr. K. Spurný, CSc., RNDr. E. Holý:	Radioaktiver Niederschlag in Prag im Jahre 1969 . . . . .	141
Ing. M. Kubín:	Betriebs-eigenschaften der Dampfwärmenetze und Grundlagen ihres Modellierens . . . . .	145

# ODLUČIVOST CYKLÓNU JAKO FUNKCE JEHO TVARU

ING. JIŘÍ HEJMA

Výzkumný ústav vzduchotechniky, Praha

Článek se zabývá rozborem faktorů ovlivňujících odlučivost cyklónu, a to hlavně těch, které by bylo možno jednoduchým zásahem do jejich konstrukce změnit tak, aby se funkce cyklónu zlepšila.

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

## 1. PŘEDSTAVA O PRŮBĚHU ODLUČOVÁNÍ

Klasická teoretická představa o tom, jak probíhá odlučování tuhé částice v cyklónu, je poměrně jednoduchá, skutečnosti však odpovídá jen částečně. Částice vstupuje tečním vstupem do horní části válce a pod vlivem vnějších sil, mezi které je nutno počítat sílu odporu prostředí (unášení i odpor), tíhu a vztlak, vykonává krouživý sestupný pohyb. Pod ústím výstupní trubky sestup buď pokračuje až do výmetného otvoru nebo se sestupný pohyb změní na vzestupný a dojde k úletu částice. O odložení částice rozhoduje tedy její poloha, tj. poloměr, na kterém se nachází, neboť v blízkosti stěny směruje proudění dolů, v blízkosti osy cyklónu nahoru. O této poloze pak rozhodují jednak počáteční podmínky, tj. poloha částice ve vstupu, jednak její pohyb (rychlosť) v radiálním směru. Tento pohyb je dán výslednou silou vyplývající z pohybové rovnice:

$$\overline{ma} = \overline{P_{st}} + \overline{V \cdot \nabla p} + \overline{mg}.$$

Tato obecná vektorová rovnice, na jejíž levé straně je síla příslušná výslednému zrychlení a na pravé straně vnější síly v pořadí — Stokesova unášivá síla, vztlak a tíha, je řešitelná jen za určitých zjednodušujících předpokladů. Vztlak a tíha se obvykle zanedbávají (toto je zcela oprávněné, neboť vztlak je nejméně  $10^3 \times$  menší než síla odstředivá a odstředivé zrychlení dosahuje hodnot řádu  $10^2 \cdot g$ ), dále je možno zanedbat zrychlení pohybu ve směru radiálním (nikoliv celé zrychlení radiální). Za těchto předpokladů lze rovnici řešit a dojdeme k výsledku, že zdánlivá odstředivá síla musí být v rovnováze se silou odporu prostředí, která v oblasti  $Re \leq 0,1$  je dána Stokesovým zákonem pro odpor. Pohybová rovnice má pak pro pohyb ve směru poloměru tvar:

$$\frac{w_u^2}{r} + \frac{\pi a^3 \rho}{6} = 3\pi \eta a w_{r,rel},$$

$w_u$  — obvodová rychlosť částice,

$w_{r,rel}$  — relativní rychlosť částice ve směru radiálním,

$\rho$  — měrná hmotnost částice,

$a$  — poloměr částice,

$r$  — poloměr pohybu.

Tato rovnice v podstatě znamená, že částice se pohybuje proti odporu prostředí pod účinkem nějakého většího zrychlení než je zrychlení zemské. Jejím rozborem se však dostaneme k závěrům naprosto neodpovídajícím praxi.

Změnou proměnných  $w_u$  a poloměru  $r$  bychom došli k tomu, že libovolně malá částice se musí v cyklónu odloučit. Této představě ještě napomáhají některé další skutečnosti: rychlostní pole v cyklónu zůstává totiž v širokém rozsahu rychlostí analyticky podobné a měrná hmotnost běžně odlučovaných částic je nejméně  $10^3 \times$  větší než u plynu. Z toho by bylo možné usoudit, že v hodnotu geometrii cyklónu lze vytvořit pro částici tak příznivé podmínky k odloučení, že cyklón by byl prakticky použitelný v celém oboru průmyslových emisí jako jediný odlučovací stupeň. Z praxe však je známo, že tomu tak není. Nejlepší cyklóny (po stránce odlučivosti) se za předpokladu bezvadné funkce dají používat do velikosti částic 5 — 7  $\mu\text{m}$  při  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Na tom nic nemění skutečnost, že zachycený prach obsahuje v mnoha případech značný podíl jemnějších částic, které se odlučují jako zkoagulované shluky.

Z uvedeného je patrné, že klasická představa o pohybu částice v cyklónu je správná jen u velkých částic, odlučujících se přibližně se 100 % odlučivostí. Jakmile však aplikujeme i pro obor částic menších, dojdeme ke zcela nesprávným výsledkům, neboť pohyb těchto částic je ovlivněn i jinými faktory, které tato představa nezahrnuje.

## 2. TEORETICKÝ VÝPOČET ODLUČIVOSTI

První cyklón byl patentován koncem minulého století, rovněž první pokusy vypočítat teoreticky odlučivost jsou dosti staré. Takovýchto teorií existuje mnoho, bohužel ani ty nejlepší nedávají uspokojivé výsledky. Společným znakem těchto teorií (kromě Solbachovy) je to, že se pokouší vypočítat velikost částice, která bude odlučena s 50 % odlučivostí a dále předpokládají, že všechny hrubší částice budou odloučeny, jemnější uletí. Velikost této částice se obvykle počítá ze silové rovnováhy mezi odstředivou silou a unášivou silou radiální složky rychlosti plynu. Liší se od sebe většinou poloměrem nebo místem, na kterém tuto rovnováhu počítají.

Jelikož odstředivá síla je úměrná druhé mocnině rychlosti a unášivá síla pouze první mocnině, vyplývá ze všech těchto teorií, že zvyšováním průtoku cyklónem bylo by možno zvyšovat libovolně jeho odlučivost. Příčiny rozporu těchto teorií se skutečností jsou patrně ve dvou důvodech.

1. Nerespektování některých rušivých vlivů na odlučovací proces.
2. Statistický charakter odlučovacího pochodu.

## 3. PŘÍČINY ROZPORU MEZI TEORETICKOU A SKUTEČNOU ODLUČIVOSTÍ

V předechozím odstavci bylo uvedeno, že jednou z příčin rozporu mezi teorií a praxí je zanedbání některých rušivých vlivů. Z měření provedených v cyklónu se ukazuje, že těchto vlivů je několik. První předpoklad, který byl vzat v úvahu je to, že odlučování je nepříznivě ovlivňováno poměry v mezní vrstvě. Zde je třeba si uvědomit, že v cyklónu nelze definovat tloušťku mezní vrstvy jako v potrubí nebo při obtékání desky, protože zde neexistuje nic takového jako rychlosť nerušeného proudu nebo střední rychlosť podle množství. V jednotlivých místech cyklónu

neznáme totiž průtočné množství. V tomto případě se nabízí obdoba definice tloušťky mezní vrstvy při laminárním proudění v potrubí, totiž považovat za mezní vrstvu celý profil, což by fyzikálně bylo asi nejsprávnější, ale pro praktickou potřebu nemá taková definice význam. Vzhledem k malé tloušťce mezní vrstvy ukazuje se vhodné přistoupit k určitému kompromisu a definovat tloušťku mezní vrstvy jako vzdálenost, ve které rychlosť dosáhne určitého podílu rychlosti základního profilu definovaného vztahem  $w \cdot r_n = \text{konst}$ . Tento profil pokládáme při této definici za nerušený, což přesně vzato není správné.

Proměřením rychlostních profilů v několika místech cyklónu bylo zjištěno, že tloušťka mezní vrstvy je velmi malá a v případě, že ji vyjádříme v bezrozměrných souřadnicích  $w/w_\tau$  a  $y/\bar{y}$  lze všechny profily zobrazit jednou křivkou a analyticky vyjádřit. V blízkosti stěny lze pro vyjádření této závislosti použít vztah  $\frac{w}{w_\tau} =$

$$= \frac{y}{\bar{y}}. \text{ Je platný pro } 0 \leq \frac{y}{\bar{y}} \leq 7. \text{ V dalším úseku vystihuje křivku přibližně vztah } \frac{w}{w_\tau} = 61,34 \left( \frac{y}{\bar{y}} \right)^{0,13} \text{ až do vzdálenosti } \frac{y}{\bar{y}} = 20. \text{ Teprve ve třetím úseku, kde bylo k dispozici dostatečné množství naměřených bodů, bylo možno najít analytickou funkční závislost ve tvaru } \frac{w}{w_\tau} = 7,0125 \left( \frac{y}{\bar{y}} \right)^{0,0883}, \text{ která charakterizuje rychlostní profil až do vzdálenosti } \frac{y}{\bar{y}} = 100 - 150. \text{ Bezrozměrné parametry mají tento význam:}$$

$w$  — skutečná rychlosť,

$w_\tau$  — třecí rychlosť,

$y$  — vzdálenost od stěny,

$$\bar{y} = \frac{v}{w_\tau},$$

$$w_\tau = \sqrt{\frac{\tau}{\varrho}} = \sqrt{\frac{\eta \frac{dw}{dy}}{\varrho}}.$$

$v$  — kinematická vazkost,

$\eta$  — dynamická vazkost,

$\tau$  — třecí napětí ve stěně,

$\varrho$  — měrná hmotnost.

Vzhledem k tomu, že spád rychlosti  $\left( \frac{dw}{dy} \right)$  v těsné blízkosti stěny je značný a se vzrůstem rychlosti roste, nabývá rychlosť už ve vzdálenostech 1—2 mm od stěny značných hodnot a zbyvající část profilu je patrně ovlivněna mezní vrstvou jen nepatrnně. Ve vzdálenosti od stěny  $y = 12$  mm je už profil prakticky neovlivněn. Protože odloučení částice nemusí proběhnout až úplným dotykem se stěnou, lze míti za to, že poměry v mezní vrstvě nebudou pro odlučování rozhodující.

Dalším pro odlučivost zřejmě negativním vlivem je silná turbulencie proudění v cyklónu. Její měření je nesmírně náročné a zvláště u měření příčných složek fluktuační rychlosti nelze patrně dosáhnout příliš přesných výsledků. Přesto aspoň řádová přesnost, které jistě bylo dosaženo, dává možnost některých dosti překvapujících závěrů. Všimněme si poměru na poloměru, kde platí  $w_z$  (rychlosť ve směru osy) = 0, tj. u zkoumaného cyklónu ( $\varnothing 315$ ) asi 50 mm od stěny (ve válci). Na tomto

poloměru byly naměřeny hodnoty obvodové rychlosti  $w_u = 22 \text{ m/s}$  a hodnoty příčné fluktuační rychlosti  $w_r = 2 \text{ m/s}$ .

Z hodnoty  $w_u$  vyplývá hodnota odstředivého zrychlení

$$b_r = \frac{w_u^2}{r} = \frac{22^2}{0,1} = 4840 \text{ m/s}^2$$

$$b_r \approx 500 \text{ g}$$

Pádová rychlosť (v gravitačním poli) částic ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) o velikostech

$$a = 3 \mu\text{m}$$

$$a = 5 \mu\text{m}$$

$$u_{f3} = 0,27 \text{ mm/s}$$

$$u_{f5} = 0,75 \text{ mm/s}$$

Radiální rychlosť těchto částic (v odstředivém poli) bude tedy

$$w_r = u_f \cdot \frac{b_r}{g}$$

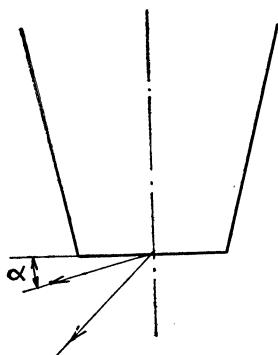
$$w_{r3} = 500 \cdot 0,27 = 0,135 \text{ m/s}$$

$$w_{r5} = 500 \cdot 0,75 = 0,38 \text{ m/s}$$

Je tedy fluktuační radiální rychlosť prostředí nejméně o 1 řád vyšší než radiální rychlosť částice o průměru  $a = 3 \mu\text{m}$  a skoro o 1 řád vyšší než u částice pětimikronové.

Z toho lze vyvodit závěr, že u těchto částic je turbulentní difúze silně převládajícím činitelem. Jelikož tato difúze působí vždy ke zrovnoměrnění koncentračního profilu, je zároveň činitelem negativním.

Dalším negativním faktorem je patrně proudění výmetným otvorem. Bylo experimentálně prokázáno, že vír nekončí ve výmetném otvoru, ale pokračuje i ve výsypce. Osová složka rychlosťi v blízkosti stěny ve výmetném otvoru má podle typu cyklónu sklon  $\alpha = 15 - 40^\circ$ , jak ukazuje obr. 1. Při stěně se vytváří silné proudění z cyklónu do výsypky, středem cyklónu je totéž množství nasávaného dovnitř cyklónu, přičemž strhává i částice, které se nacházejí ve vznosu ve výsypce. Tomuto jevu je možno zabránit pouze odsáváním z výsypky (recirkulací), neboť jakákoli úprava výmetného otvoru, zabranující popsanému proudění, vede ke zhoršení odlučivosti, protože v důsledku platnosti rovnice kontinuity bychom odstranili i pozitivní účinek proudu směřujícího z cyklónu do výsypky.



Obr. 1. Směr výmetné rychlosti.

© 1990

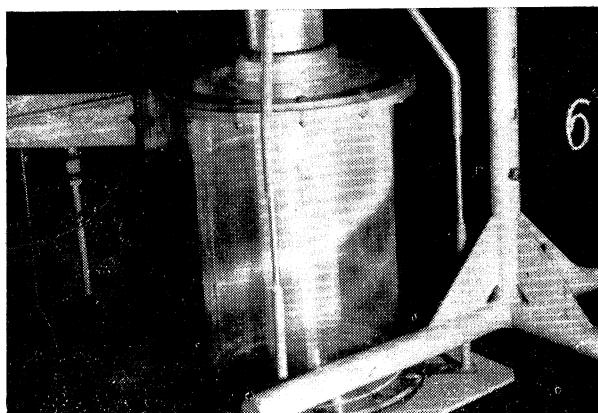
#### 4. VLIV GEOMETRIE CYKLÓNU

V předchozí kapitole byly popsány dva negativní vlivy, jejichž platnost je zcela obecná pro každý cyklón, i když v různé míře. Obecně bylo by možné rozdělit faktory ovlivňující po stránce proudění odlučivost na dva základní:

1. Makrostruktura proudění.
2. Mikrostruktura proudění.

Mikrostruktura proudění je vlastně charakterizována jeho turbulencí, o které už bylo pojednáno.

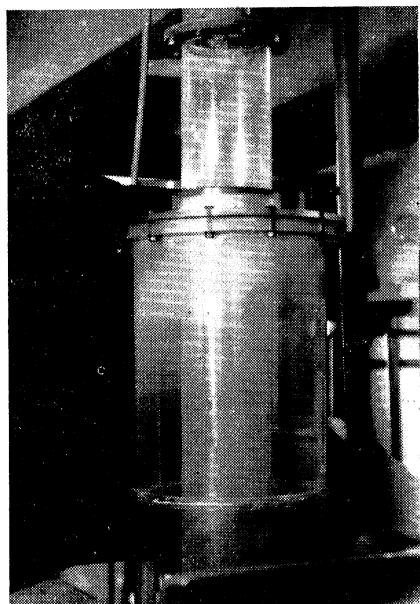
Makrostrukturou proudění se rozumí tvar proudnic vzdušiny a trajektorií částic, tj. proudnicový obraz, který je možno sledovat ve skleněném modelu. Tento vliv byl sledován na dvou typech cyklónu stejného průměru  $\varnothing 315$ , a to *T1* a *T4*. Liší se jednak poměrem délky válcové a kuželové části, ale hlavně se liší tvarem vstupu. U typu *T1* je vstup čtvercový u typu *T4* je vstup ze všech cyklónů vyráběných



Obr. 2. Zviditelněné proudění (*T1/315* — válec).

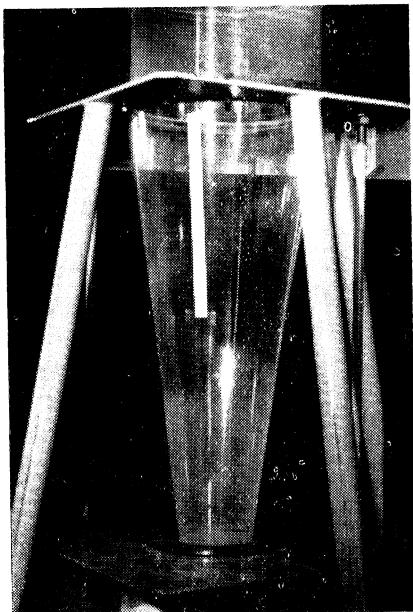


Obr. 3. Zviditelněné proudění  
(*T1/315* — kužel).

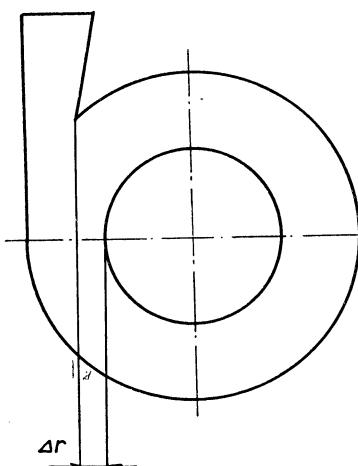


Obr. 4. Zviditelněné proudění  
(*T4/315* — válec).

v ZVVZ nejužší (poměr stran 1 : 8,4). *Obr. 2, 3, 4, 5* ukazují, že tvar vstupu je zřejmě rozhodující pro vytvoření stuhy prachu, která se u čtvercového vstupu vytvoří ihned za vstupem a má skoro konstantní úhel klesání, zatímco u *T4* se vytváří velmi pomalu a úhel klesání se směrem dolů zvětšuje. Doba setrvání částice v cyklónu je tedy u obou typů cyklónů různá. Vliv doby setrvání však asi nebude podstatný. Mnohem podstatnější bude prostorové rozložení trajektorií částic hlavně v prostoru kolem ústí výstupní trubky. Zde totiž dochází k přiblížení prostředí vstupujícího (zaprášeného) a vystupujícího (vyčištěného).



Obr. 5. Zviditelněné proudění  
(*T4/315* — kužel).



Obr. 6. Vzdálenost  $\Delta r$  u *T4/630*.

## 5. OVLIVNĚNÍ ODLUČIVOSTI GEOMETRIÍ CYKLÓNŮ

Z provedeného rozboru lze vyvodit některé závěry, které by mohly ovlivnit konstrukci cyklónů.

1. Štíhlost cyklónů řady „S“ není patrně u všech typů tak výhodná, jak se někdy usuzuje. Má totiž za následek velmi silné odstředivé pole (jeho zvyšování ovšem nad určitou mez nemá opodstatnění), tím i vysoké rychlosti uvnitř cyklónu, což opět působí vysokou tlakovou ztrátu a relativně malou hlnost.

2. Tato konfigurace je vhodná u malých cyklónů (*T2/160*). Její zachování u velkých průměrů (*T3/1000* a *T3/1600*) však vedlo při zvětšení průřezů vstupu a výstupu ke značnému zhoršení odlučivosti a tím k tomu, že dnes prakticky není ve výrobním programu cyklón s průtokem okolo  $7 \text{ m}^3/\text{s}$ , který by měl též vysokou odlučivost. Tento nedostatek je zvlášť citelný v sušárenství a v dřevozpracujícím průmyslu. Použití cyklónu *T4/630* není vždy pro tyto provozy možné, i když tento cyklón má vynikající odlučivost a nelze jej běžně používat pro relativně malou hlnost.

Přibližným výpočtem difúzního toku částic lze zjistit, že při geometrických poměrech odpovídajících cyklónu *T4/630* (*obr. 6*), tj.  $\Delta r = 100 \text{ mm}$  a pro částici, pro

níž platí  $O_c = 50\%$  může vytčenou myšlenou válcovou plochou (pokračování výstupní trubky dolů) projít asi 25 % těchto částic. Tento výpočet je ovšem pouze orientační, neboť nezahrnuje takové vlivy jako koagulace a podobně. Svědčí však o tom, že difúzní tok částic může nabývat značných hodnot. Tento tok je nepřímo úměrný (asoň v některých částeč cyklónu) vzdálenosti  $\Delta r$  a cyklón  $T4$  je jediným typem, který má  $\Delta r$  větší než tloušťku plechu. Všechny ostatní cyklóny řady „S“ jsou konstruovány tak, že šířka vstupu je buď rovna nebo větší než vzdálenost mezi výstupní trubkou a pláštěm cyklónu. Toto má patrně za následek silný difúzní tok a rovněž velmi nerovnoměrný průběh radiální rychlosti podél osy, která zřejmě dosahuje maxima těsně pod ústím výstupní trubky. Toto umožňuje stržení části dosud neodloučeného prachu hned po vstupu do cyklónu.

## 6. ZÁVĚR

Z dosud uvedených rozborů plyne, že konfigurace některých typů cyklónů by se měla změnit. U malých průměrů bylo by patrně vhodné přejít na tvar částečně geometricky podobný typu  $T4$ . Je dosud otázkou, zda je účelně vyrábět ve velkých multicyklónech průměr  $\varnothing 160$  a zda by nebylo vhodné přejít na větší průměr. U velkých průměrů ( $\varnothing 1000$  a  $1600$ ) bude zřejmě nutno vytvořit úplně nový typ, který by při požadavku vysoké odlučivosti splňoval též požadavek vysoké hltnosti. Zvětšení typu  $T4$  nepřichází v úvahu, neboť pro průtok  $7 \text{ m}^3/\text{s}$  bylo by nutno cyklón  $T4/630$  zvětšit  $3,3 \times$ , což by při zachování jeho poměru výšky a průměru znamenalo, že bude vysoký více než  $12 \text{ m}$ . U tohoto nového typu se zřejmě nebude možno vyuhnout určité specializaci. Zdá se, že cyklón bude nutno konstruovat se spirálním vstupem a značně zkrácenou válcovou částí.

Pokud se týče celé řady cyklónů „S“, bude zřejmě nutno přehodnotit význam některých typů a při eventuálních návrzích na změny vycházet z toho, aby celé  $Q, h$  pole bylo pokryto nejméně dvěma typy, z nichž jeden by měl špičkovou odlučivost a jeden by sloužil jako předodlučovač. U cyklónů se špičkovou odlučivostí bude patrně v některých případech nutná i určitá specializace, takže některý průměr by mohl být obsazen i více typy.

## CYCLONE SEPARABILITY AS A FUNCTION OF ITS SHAPE

*Ing. J. Hejma*

The paper deals with analysis of factors having influence on cyclone separability and especially on those which it would be possible to change by means of a simple intervention in their construction so as to ameliorate the function of the cyclone.

## ABSCHIEDEFÄHIGKEIT DES ZYKLONS ALS FUNKTION SEINER FORM

*Ing. J. Hejma*

Der vorgelegte Artikel befasst sich mit der Analyse die Abscheidefähigkeit des Zyklons beeinflussenden Faktoren, und zwar namentlich derjenigen, die durch eine kleine Adaptierung der Konstruktion des Zyklons derart geändert werden können, dass die Funktion des Zyklons verbessert wird.

## APTITUDE DE SÉPARATION DU CYCLONE COMME FONCTION DE SA FORME

Ing. J. Hejma

L'article présenté s'occupe de l'analyse des facteurs influençant l'aptitude de séparation du cyclone et principalement de ceux qui par une simple intervention concernant la construction pourraient être changés d'une telle façon pour que la fonction du cyclone améliore.

### ● Směšovací skříně pro VTK

Firma Trox, která byla dříve známá jako dodavatel vzduchových mříží, rozšířila značně svůj výrobní program v klimatizaci. Zavádí nové směšovací skříně pro vysokotlakou klimatizaci.

Nová řada má jen 8 velikostí pro vzduchové množství 150—6400 m<sup>3</sup>/h. Nízký počet velikostí je umožněn velkou přizpůsobivostí: každý přístroj může pracovat mezi 100—50% jmenovitého množství vzdachu. Též u zabudovaných přístrojů se dá přestavění provést ručním kolem nebo servomotorem.

Regulátor konstantního průtoku pracuje bez obsluhy a při tlacích 25—150 kp/m<sup>2</sup> zaručuje konstantní množství s tolerancí  $\pm 5\%$ . Naměřené teploty směsi na výstupu se jen nepatrně (0,5 °C na 10 °C) odchylují od teplot vstupních. Směšovací jednotka na vstupu umožňuje přibližně proporcionalní podávání teplého a studeného vzdachu. Ovládání směšovacích klapek se provádí servomotorem pracujícím s obvyklými tlaky 0,2 a 1,0 kp/cm<sup>2</sup>.

Konstrukce směšovací skříně je kompaktní, jednoduchá pro montáž, je opatřena kontrolním otvorem s rychlouzavěrem. Přípojky

teplého a studeného vzdachu je možné rychle a pohodlně vyměnit.

Podle Klimatechnik 7/69

(Je)

### ● Rekordní renovace bytu

Dvanáct rodin v New Yorku žijících ve starých schátralých bytech, dalo k dispozici své byty k renovaci pokusu. Tento pokus má ověřit velký asanační program USA, v jehož rámci se má v krátké době upravit několik desítek tisíc nevyhovujících bytů na byty odpovídající moderním požadavkům. Asi 300 řemeslníků strhlo během šesti denních a nočních směn většinu vnitřních příček a vybudovali nové. Položili nová vedení, moderní podlahy, vsadili nová okna a vybavili byty vestavěnou kuchyní a novými koupelnami. Nakonec odevzdali nově vytapetované a nala-kované byty v rekordní době šesti dnů.

(CCI 5/69)

(Ku)

## INFORMACE O STUDIU V OBORU OCHRANY ČISTOTY OVZDUŠÍ

Postgraduální studium „Ochrana čistoty ovzduší“ zahájí druhý běh v říjnu 1970. Studium pořádá Katedra techniky prostředí fakulty strojní ČVUT v Praze. Studium je třísemestrové, provádí se internátní formou v devíti jednotydenních soustředěních. Přihlášky přijímá studijní oddělení ČVUT, fakulta strojní, Praha 6, Technická ul. 6.

Pro pracovníky se středním odborným vzděláním (kterí nesplňují podmínu vysokoškolského vzdělání pro postgraduální studium) bude také na podzim 1970 zahájeno čtyřsemestrové specializační a kvalifikační studium v oboru ochrany čistoty ovzduší. Přihlášky přijímá Energetický institut SEI, Praha 10, Na hroudě. Podrobnější informace o obou studijních formách poskytuje též Česká technická inspekce ochrany ovzduší, hlavní inspektorát, Praha 2, Italská 27.

# HRANICE RADIÁLNÍHO VODOROVNÉHO VZDUŠNÉHO PROUDU VE VĚTRANÉM PROSTORU

ING. VRATISLAV HLADKÝ

Výzkumný ústav vzduchotechniky, Praha

Autor článku uvádí výpočet hranic izotermního vzdušného proudu ve větraném prostoru. Při řešení vychází z teorie volného proudu, který omezuje konečnou rychlosť  $u_{\text{mez}}$ , danou dosahem proudu. Určuje velikost příčného průřezu proudu a množství vzduchu, které jím protéká, a to pro souměrný radiální proud a pro radiální proud na stěně.

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

## 1. ÚVOD

Při nuceném větrání velkých a poměrně nízkých prostorů jsme obvykle nuceni přivádět upravený vzduch stropem pomocí anemostatů. Názvu anemostat užíváme jako obecné označení podstropních výustí, z nichž vytéká vzduch po celém jejich obvodu. Mluvíme o radiálním vý toku vzduchu a o radiální výusti. Vzdušný proud vytéká vlastně z „uzavřené“ štěrbiny, která může mít různý sklon a rozličný půdorysný tvar, např. kruh, čtverec, obdélník apod.

Pod radiální výustí se tedy vytvoří radiální vzdušný proud, který může být vodorovný, šikmý a nebo svislý [1]. Svislý výtok z radiální výustě není obvykle žádoucím zjevem a nebudeme se jím proto zabývat. Šikmý výtok je sice prakticky dosažitelný, je však velmi labilním případem vý toku z anemostatu, který se těžko udrží v delším časovém období. Nejčastějším případem je proto vodorovný výtok pod strop větraného prostoru. V našem pojednání si proto probereme vodorovný radiální vzdušný proud, o němž předpokládáme, že je izotermní a dokonale či jen částečně větraný a že vytéká z kruhové radiální výustě.

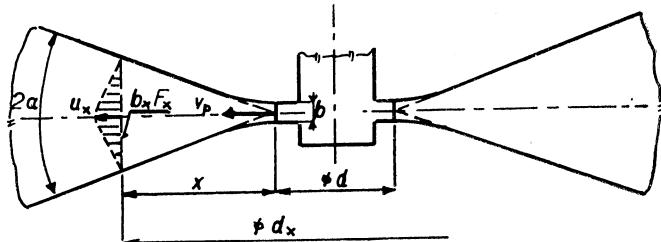
## POUŽITÉ OZNAČENÍ

$a$	— součinitel výřivosti výustě,
$A, B$	— označení pomocných hodnot,
$b$	— výška štěrbiny radiální výustě [m],
$b_x$	— výška radiálního proudu ve vzdálenosti $x$ od výustě [m],
$(b_{\text{st}})_x$	— výška radiálního proudu na stěně ve vzdálenosti $x$ [m],
$b_{x0}$	— mezná výška volného radiálního proudu ve vzdálenosti $x$ [m],
$d$	— střední průměr radiální kruhové výustě [m],
$d_x$	— průměr radiálního proudu ve vzdálenosti $x$ od výustě [m],
$\vartheta_b, \vartheta_F, \vartheta_{(x)}, \vartheta_v$	— číselné konstanty pro určování maximálních směrných veličin radiálního proudu (výšky a plochy proudu, vzdálenosti maxima od výustě a objemového průtoku),
$F_x$	— příčný průřez radiálního proudu ve vzdálenosti $x$ [ $\text{m}^2$ ],
$F_{x0}$	— příčný průřez volného radiálního proudu ve vzdálenosti $x$ [ $\text{m}^2$ ],
$(F_{\text{ST}})_x$	— příčný průřez radiálního proudu na stěně ve vzdálenosti $x$ [ $\text{m}^2$ ],
$k$	— součinitel efektivní výtokové rychlosti,
$K$	— výstupní konstanta radiální výustě,
$L_{SY}$	— dosah souměrného radiálního proudu [m],
$L_{ST}$	— dosah radiálního proudu na stěně [m],
$\mu_p$	— součinitel volné plochy výustě,

$r$	— střední poloměr radiální výustě [m],
$u_x$	— maximální osová rychlosť souměrného proudu ve vzdálenosti $x$ [m/s],
$(u_{ST})_x$	— maximální rychlosť proudu na stěně ve vzdálenosti $x$ [m/s],
$u_{xz}$	— rychlosť v proudu ve vzdálenosti $x$ za výustí a ve vzdálenosti $z'$ od osy proudu [m/s],
$v_k$	— konečná rychlosť přívodního vzdušného proudu [m/s],
$v_p$	— počáteční rychlosť proudu ve výusti [m/s],
$V_p$	— počáteční objemový průtok vzduchu [ $m^3/s$ ],
$V_x$	— objemový průtok v souměrném proudu ve vzdálenosti $x$ [ $m^3/s$ ],
$(V_{ST})_x$	— objemový průtok v proudu na stěně ve vzdálenosti $x$ [ $m^3/s$ ],
$x$	— vzdálenost od výustě [m],
$x^{(\max)}$	— vzdálenost maximální veličiny od výustě [m],
$X, Y$	— obecné souřadnice diagramů,
$z'$	— vzdálenost vzdušného elementu od osy proudu [m],
$z'_k$	— vzdálenost okraje volného proudu od jeho osy [m],
$z_{mez}$	— vzdálenost $z'$ , v níž je rychlosť proudu $u_{mez}$ [m].

## 2. VOLNÝ VZDUŠNÝ PROUD ZA RADIÁLNÍ VÝUSTÍ

Řešení radiálního proudu je známo již z dřívější literatury [1], [2]; uvedeme si zde proto pouze několik typických vlastností volného radiálního vzdušného proudu, které budeme potřebovat pro výpočet hranic proudu. Vlastnosti radiálního vzdušného proudu jsou podobné vlastnostem vzdušného proudu za kruhovou nebo plochou výustí [3], [4].



Obr. 1. Podélný řez vodorovným volným radiálním proudem.

Řez takovým radiálním proudem je uveden na obr. 1. Na základě poznatků o vzdušných proudech vytékajcích z čelních výstupí libovolného tvaru lze předpokládat, že i vzdušný radiální proud se bude v hlavní proudové oblasti rozširovat pod konstantním úhlem  $\alpha$ . Jeho obalové plochy budou tedy svírat úhel  $2\alpha$  a jejich průsečnice se shodují se středním obvodem radiální výustě. Pro úhel  $\alpha$  platí

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,85}{K} = 3,4a. \quad (1)$$

Přitom  $K$  a součinitel  $a$  jsou rovnocenné konstanty pro určitý typ výustě, obě totiž závisí na stupni rozvíjení proudu ve výstupním průřezu. Součinitel výřivosti  $a$  je používán v sovětské literatuře (např. [5]), kdežto výtoková konstanta  $K$  se objevuje v literatuře anglosaského světa (např. [6]). Pro vzájemný přepočet součinitelů výřivosti a výtokové konstanty určité výustě platí závislost

$$a = \frac{0,542}{K} \quad (2)$$

Jejich velikost pro různé typy výustí jakož i úhel rozšiřování vzdušného proudu za téměřto výstěmi najdeme v tab. I. K tomu je nutno poznamenat, že uvedené

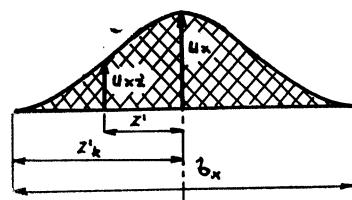
Tab. I. Výtokové parametry radiálních výustí

Typ výustě	$K$	$\alpha$	$\alpha^\circ$
Konfúzorová radiální výust (vrcholový úhel 30°)	7,8	0,070	13,4
Volná radiální výust	7,0	0,078	14,9
Radiální výust s děrovanou mříží:			
volná plocha 90 %	6,0	0,090	17,1
volná plocha 80 %	5,1	0,106	19,9
volná plocha 70 %	4,3	0,126	23,3
volná plocha 60 %	3,6	0,150	27,2
volná plocha 50 %	3,1	0,175	30,8
volná plocha 40 %	2,6	0,208	35,4
volná plocha 30 %	2,4	0,226	37,6
volná plocha 10 až 25 %	2,3	0,236	38,8
volná plocha 5 %	2,3	0,236	38,8
Radiální výust s rovnou žebrovou mříží	5,5	0,098	18,4
Radiální výust s difúzorovou žebrovou mříží:			
vrcholový úhel 40°	3,5	0,155	27,8
vrcholový úhel 60°	2,5	0,217	36,4
vrcholový úhel 90°	2,0	0,271	42,6

hodnoty platí pro skutečné vodorovné radiální výustě podle obr. 1. Často však u podstropních výustí (anemostatů) dochází k vodorovnému výtoku pod strop, aniž by samotná výtoková plocha byla vodorovně nasníměrována. Je to způsobeno nedostatečným větráním vzdušného proudu z horní strany, což vede k jeho přílnutí na strop. V takovém případě je nutno výtokovou konstantu (resp. součinitele výšnosti) určovat zvlášt pro každý typ anemostatu; pohybuje se obvykle v rozmezí  $K = 3,5$  až  $4,5$ .

Příčný průřez proudu ve vzdálenosti  $x$  od výustě je charakterizován výškou proudu  $b_x$ . Rychlosť vzdušného proudu v tomto průřezu není stálá, ale mění se od maxima v ose proudu do minima na okrajích proudu. Schematicky je takový rychlostní profil zakreslen na obr. 2. Jeho průběh se obvykle vyjadřuje různými empirickými závislostmi uváděnými v literatuře. Pro naše potřeby použijeme pro stanovení rychlostí částice v proudu vzduchu ve vzdálenosti  $x$  od výustě a ve vzdálenosti  $z'$  od osy proudu vztahu

$$u_{xz} = u_x \left[ 1 - 1,033 \operatorname{tg}^2 h \left( 2,408 \frac{z'}{z'_k} \right) \right], \quad (3)$$



Obr. 2. Schéma rychlostního profilu radiálního vzdušného proudu.

který plyne z teoretického řešení proudového pole za výstří [7]. Číselné konstanty jsou upraveny s ohledem na konečný rozdíl proudu. Velikost rychlosti  $u'_{xz}$  v závislosti na poměrné vzdálenosti  $z'/z_k'$  je uvedena v tab. II jako násobek osové rychlosti.

Tab. II. Rozložení rychlosti v příčném průřezu radiálního proudu

$z'/z_k' [\%]$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$u_{xz}'/u_x$	1,0	0,942	0,793	0,605	0,425	0,280	0,173	0,100	0,051	0,019	0

Abychom mohli rovnici (3) prakticky použít, musíme znát velikost maximální osové rychlosti pro libovolnou vzdálenost  $x$ , tj. musíme znát průběh osové rychlosti v závislosti na vzdálenosti od výstří. Potřebné vztahy jsou uvedeny v tab. III, zároveň s velikostí dosahu příslušného proudu. Dosah je zde vztázen obecně na konečnou rychlosť  $v_k$ . Podle tab. III, rozlišujeme souměrný vodorovný radiální proud

Tab. III. Osová rychlosť a dosah vodorovného radiálního vzdušného proudu

Vodorovný radiální proud	Poměrná osová rychlosť $u_x/k\mu_p v_p$	Dosah vzdušného proudu $L_{SY}$ , resp. $L_{ST}$
Souměrný	$\sqrt{\frac{2K \left(\frac{b}{d}\right)}{\frac{d_x(d_x - d)}{d^2}}}$	$\frac{d}{4} \left[ \sqrt{1 + 8K(k\mu_p)^2 \frac{b}{d} \left(\frac{v_p}{v_k}\right)^2} - 1 \right]$
Na stěně	$\sqrt{\frac{4K \left(\frac{b}{d}\right)}{\frac{d_x(d_x - d)}{d^2}}}$	$\frac{d}{4} \left[ \sqrt{1 + 16K(k\mu_p)^2 \frac{b}{d} \left(\frac{v_p}{v_k}\right)^2} - 1 \right]$

a vodorovný radiální proud na stěně. Prvý se rozšiřuje na obě strany (nahoru i dolů), takže maximální rychlosť je uprostřed; je to známý volný radiální proud. Naproti tomu druhý vznikne za vodorovnou radiální výstří umístěnou v těsné blízkosti stropu; takový radiální proud se rozšiřuje pouze dolů a „osová“ rychlosť nabývá své maximální hodnoty na obtékaném povrchu. S dostatečnou přesností řešíme proto radiální proud na stěně jako polovinu proudu, který vytéká z dvojnásobně velké výstří ( $2b$ ).

Při výpočtu osové rychlosti radiálního proudu podle tab. III, používáme tzv. efektivní výtokové rychlosť, jejíž velikost závisí na skutečné výtokové rychlosťi  $v_p$ , na součiniteli volné plochy  $\mu_p$  a na součiniteli efektivní výtokové rychlosťi  $k$ , platí totiž

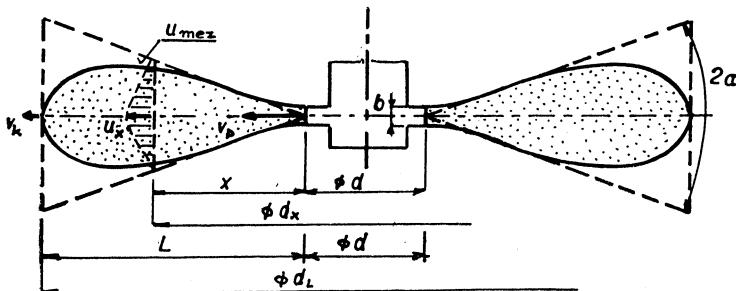
$$v_{pe} = k\mu_p v_p. \quad (4)$$

Přitom součinitel  $k$  závisí především na volné ploše radiální výstří (jedná-li se o radiální výstří podle obr. 1); jeho velikost, resp. přímo velikost součiniteli  $k \cdot \mu_p$  stanovíme z tab. IV.

Tab. IV. Součinitel efektivní výtokové rychlosti  $k$

$\mu_p$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$k - k\mu_p$	5,80 0,290	4,75 0,475	4,05 0,608	3,55 0,710	3,15 0,788	2,80 0,840	2,52 0,881	2,25 0,900	2,08 0,936	1,90 0,950
$\mu_p$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
$k - k\mu_p$	1,76 0,968	1,62 0,972	1,50 0,975	1,40 0,980	1,31 0,982	1,23 0,984	1,16 0,986	1,10 0,990	1,05 0,998	1,00 1,00

Nyní tedy známe vlastnosti volného vodorovného radiálního proudu a v dalším se můžeme zabývat jeho ohraničením ve větraném prostoru. Stejným postupem, jakého jsme použili u kruhového proudu [3] a u plochého proudu [4], volíme  $u_{mez} = (x/L)^2 \cdot v_k$ , dostaneme ohraničený radiální proud, jehož schematický průřez je patrný z obr. 3. Je to vodorovný radiální proud, jehož výška (resp. průřez) a tedy i objemový průtok se vzdáleností od výstřely nejprve vzrůstají a po dosažení maximální hodnoty opět klesají až k nulové hodnotě na konci proudu.



Obr. 3. Hranice volného vodorovného radiálního vzdušného proudu.

### 3. PRŮŘEZ VODOROVNÉHO RADIÁLNÍHO PROUDU

Za ohraničený vzdušný proud považujeme tu část volného radiálního proudu, v níž jsou rychlosti větší než zvolená mezná rychlosť  $u_{mez}$ . Vyjdeme-li proto z rychlostního profilu podle rovnice (3), dostaneme pro poloviční výšku proudu v závislosti na vzdálenosti od výstřely vztah

$$z_{mez} = \frac{0,7683}{K} x \operatorname{arctgh} \left\{ 0,9839 \sqrt{1 - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \frac{v_k}{u_x}} \right\}$$

a nebo po úpravě

$$z_{mez} = \frac{0,8845}{K} x \log \left\{ \frac{1 + 0,9839 \sqrt{1 - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \frac{v_k}{u_x}}}{1 - 0,9839 \sqrt{1 - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \frac{v_k}{u_x}}} \right\}. \quad (5)$$

Rovnice (5) platí obecně pro libovolný tvar proudu a musíme ji proto upravit pro radiální proud. Pro souměrný radiální proud dosazujeme tyto hodnoty:

$$\text{— osová rychlosť } u_x = k\mu_p v_p \sqrt{\frac{2Kbd}{d_x(d_x-d)}},$$

$$\text{— konečná rychlosť } v_k = k\mu_p v_p \sqrt{\frac{2Kbd}{d_L(d_L-d)}},$$

$$\text{— výška proudu } b_x = 2z_{mez}.$$

Pro poměr koncové rychlosti  $v_k$  ve vzdálenosti  $L_{SY}$  a osové rychlosti  $u_x$  ve vzdálenosti  $x$  plyne postupně

$$\frac{v_k}{u_x} = \sqrt{\frac{d_x(d_x-d)}{d_L(d_L-d)}} = \sqrt{\frac{(2x+d)2x}{(2L_{SY}+d)2L_{SY}}} = \sqrt{\frac{x}{L_{SY}} \frac{\frac{x}{L_{SY}} + \frac{r}{L_{SY}}}{1 + \frac{r}{L_{SY}}}}$$

a pro další výpočet si proto zavedeme pomocnou proměnnou  $A = (x/L)^2 (v_k/u_x)$ , tedy

$$A = \sqrt{\left(\frac{x}{L_{SY}}\right)^2 \frac{\frac{x}{L_{SY}} + \frac{r}{L_{SY}}}{1 + \frac{r}{L_{SY}}}}. \quad (6)$$

Nyní již můžeme upravit rovnici (5) pro výpočet výšky proudu  $b_x$ ; dostaneme

$$\frac{b_x}{\left(\frac{L_{SY}}{K}\right)} = 1,7691 \left(\frac{x}{L_{SY}}\right) \log \left\{ \frac{1 + 0,9839 \sqrt[4]{1-A}}{1 - 0,9839 \sqrt[4]{1-A}} \right\}, \quad (7)$$

V libovolné vzdálenosti  $x$  od výstřelu je plocha průřezu radiálního proudu určená jako část válcové plochy a poloměru  $(x+r)$  a o výšce  $b_x$ ; proto její velikost bude  $2\pi(x+r) \cdot b_x$  a ve spojení s rovnicí (7) plyne velikost plochy příčného průřezu vodorovného radiálního proudu

$$\frac{F_x}{\left(\frac{L_{SY}^2}{K}\right)} = 11,116 \left(\frac{x}{L_{SY}}\right) \left[\frac{x}{L_{SY}} + \frac{r}{L_{SY}}\right] \log \left\{ \frac{1 + 0,9839 \sqrt[4]{1-A}}{1 - 0,9839 \sqrt[4]{1-A}} \right\}. \quad (8)$$

Pomocná veličina  $A$  (podle rovnice 6) závisí jednak na vzdálenosti od výstřelu a jednak na poloměru samotné radiální výstřelu. Obecně se mění bezrozměrný poloměr radiální výstřelu  $r/L$  od nuly do nekonečna. V prvním případě plyne pro  $A$  velikost  $(x/L)^3$  a ve druhém  $\sqrt[4]{(x/L)^5}$ ; znamená to tedy, že výška radiálního proudu bude v prvním případě shodná s průměrem kruhového proudu [3] a ve druhém bude stejná jako výška plochého proudu [4]. Obě tyto mezné hodnoty nepřicházejí však v úvahu při

praktickém použití, ukazují nám však názorně, v jakém rozmezí se bude pohybovat velikost výšky radiálního proudu. Pro naš výpočet zvolíme tyto čtyři případy:

$$\begin{aligned}\frac{r}{L} &= 0,01 : A = 0,9950 \sqrt{\left(\frac{x}{L}\right)^5 \left[\frac{x}{L} + 0,01\right]}; \\ \frac{r}{L} &= 0,1 : A = 0,9535 \sqrt{\left(\frac{x}{L}\right)^5 \left[\frac{x}{L} + 0,1\right]}; \\ \frac{r}{L} &= 0,5 : A = 0,8165 \sqrt{\left(\frac{x}{L}\right)^5 \left[\frac{x}{L} + 0,5\right]}; \\ \frac{r}{L} &= 1,0 : A = 0,7071 \sqrt{\left(\frac{x}{L}\right)^5 \left[\frac{x}{L} + 1,0\right]}.\end{aligned}\tag{9}$$

Číselné velikosti výšky  $b_x$  a plochy příčného průřezu  $F_x$  jednotlivých uvedených typů vodorovného radiálního proudu jsou uvedeny v tab. V; celkové průběhy těchto

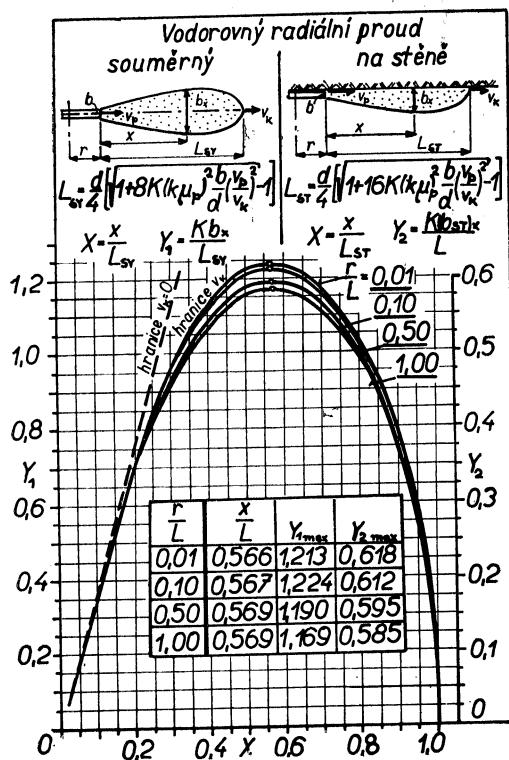
Tab. V. Výška a plocha příčného průřezu radiálního vodorovného proudu

$x/L$		0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\frac{K \cdot b_x}{L}$	$r/L = 0,01$	0,185	0,367	0,705	0,967	1,136	1,221	1,232	1,173	1,035	0,782	0
	0,10	0,185	0,367	0,700	0,958	1,124	1,208	1,220	1,163	1,026	0,775	0
	0,50	0,185	0,365	0,690	0,935	1,093	1,174	1,187	1,133	1,002	0,758	0
	1,00	0,185	0,364	0,685	0,923	1,075	1,154	1,166	1,114	0,986	0,747	0
$K \cdot b_{x0}/L$		0,185	0,370	0,740	1,110	1,480	1,850	2,220	2,590	2,960	3,330	3,700
$\frac{K \cdot F_x}{L^2}$	$r/L = 0,01$	0,070	0,254	0,930	1,884	2,928	3,913	4,722	5,233	5,268	4,469	0
	0,10	0,174	0,461	1,321	2,408	3,532	4,555	5,366	5,844	5,806	4,875	0
	0,50	0,638	1,377	3,037	4,702	6,183	7,378	8,203	8,541	8,186	6,673	0
	1,00	1,217	2,519	5,163	7,538	9,460	10,87	11,72	11,89	11,15	8,910	0
$\frac{K \cdot F_x}{L^2}$	$r/L = 0,01$	0,070	0,256	0,976	2,162	3,813	5,929	8,329	11,55	15,07	19,04	23,48
	0,10	0,174	0,465	1,395	2,790	4,650	6,975	9,765	13,02	16,74	20,92	25,57
	0,50	0,639	1,395	3,255	5,580	8,370	11,63	15,34	19,53	24,18	29,30	34,88
	1,00	1,221	2,557	5,580	9,067	13,02	17,34	22,32	27,67	33,48	39,76	46,50

veličin v závislosti na vzdálenosti od výstupu jsou zřejmé z diagramů na obr. 4 a 5, přičemž pro souměrný proud platí označení na levé straně. Pro srovnání jsou v tab. V i na obr. 4 a 5 uvedeny analogické hodnoty pro hranici  $v_k = 0$ , tj. hodnoty, které odpovídají skutečnému volnému radiálnímu proudu. Platí pro ně:  $Kb_{x0}/L = 3,7(x/L)$  a  $KF_{x0}/L^2 = 23,25(x/L) [(x/L) + r/L]$ .

Jak jsme si ukázali, je možno z výpočtových vztahů pro vodorovný radiální proud přejít v limitních případech na kruhový nebo plochý proud. Je proto zřejmé, že průběh výšky i plochy radiálního proudu bude mít stejný charakter jako u vzdušného proudu za kruhovou nebo plochou výstupi: obě hodnoty nejprve stoupají, v určitých vzdálenostech nabývají maximální hodnoty a potom opět klesají až na nulu. Z dia-

gramů je též vidět, že s rostoucí velikostí radiální výstupě (se zvětšováním jejího průměru) maximální výška proudu relativně klesá a velikost maximálního průřezu proudu se zvětšuje. Ovšem rozdíl mezi křivkami v prakticky použitelném rozsahu není příliš velký.



Obr. 4. Výška volného vodorovného radiálního proudu při různém poloměru výstupě v závislosti na poměrné délce dosahu proudu.

Naše poznatky o radiálním proudu se dosud týkaly jen souměrného proudu, který se směší s druhotním vzduchem na horní i spodní straně. Ovšem právě u radiálních výstupů vzhledem k tomu, že jsou obvykle umisťovány pod stropem, dochází často k přilnutí proudu na stěnu. Probereme si proto ještě řešení radiálního proudu na stěně. Víme již, že takový proud musíme uvažovat jako polovinu radiálního proudu, který vytéká z výstupě o dvojnásobné výšce ( $2b$ ). Jeho maximální rychlosť na stěně bude mít proto velikost  $(u_{ST})_x = \sqrt{2}u_x$ , je-li  $u_x$  osová rychlosť souměrného radiálního proudu o počáteční výšce  $b$ . Zvětšený dosah proudu  $L_{ST}$  stanovíme podle tab. III. Poměr koncové a maximální rychlosti v libovolné vzdálenosti od výstupě si nahradíme opět pomocnou veličinou  $A$ , pro níž v tomto případě platí

$$A = \sqrt{\left(\frac{x}{L_{ST}}\right)^5 \frac{x}{L_{ST}} + \frac{r}{L_{ST}}} , \quad (10)$$

neboť zavádíme za nezávisle proměnnou poměr  $x/L_{ST}$ . A protože počítáme s polovičním proudem, tj.  $(b_{ST})_x = z_{mez}$ , plyne z rovnice (5) závislost pro výšky radiálního proudu na stěně ve tvaru

$$\frac{(b_{ST})_x}{(L_{ST})} = 0,8845 \left(\frac{x}{L_{ST}}\right) \log \frac{1 + 0,9839 \sqrt{1 - A}}{1 - 0,9839 \sqrt{1 - A}} . \quad (11)$$

Příslušnou plochu průřezu radiálního proudu na stěně určíme ze vztahu

$$\frac{(F_{ST})_x}{(L_{ST})^2} = 5,558 \left(\frac{x}{L_{ST}}\right) \left[\frac{x}{L_{ST}} + \frac{r}{L_{ST}}\right] \log \frac{1 + 0,9839 \sqrt{1 - A}}{1 - 0,9839 \sqrt{1 - A}} . \quad (12)$$

Při vlastním obecném řešení volíme velikost pomocné proměnné  $A$  podle rovnice (9), takže grafickým obrazem rovnice (11) a (12) jsou opět diagramy na obr. 4 a 5 s označením na pravé straně včetně stupnice  $Y_2$ . Zdánlivě tedy dostáváme u proudu na stěně poloviční výšku a plochu, ovšem vztahujeme je na dosah  $L_{ST}$ , který je vždy větší než dosah souměrného radiálního proudu ( $L_{ST} > L_{SY}$ ).

V obou diagramech (obr. 4 a 5) jsou též uvedeny maximální hodnoty, kterých jednotlivé veličiny dosahují, a poměrné vzdálenosti  $x/L$ , v nichž těchto maxim dosáhnou. Tak maximální výšku má radiální proud asi v 57 % svého dosahu, kdežto maximální plochu až v 70 %. Poloha maximální výšky a plochy se u radiálního proudu nekryje, neboť velikost příčného průřezu je funkcí výšky proudu a vzdálenosti od výstřelu. Analogicky podle kruhového či plochého proudu [3], [4] můžeme vyjádřit dosah radiálního proudu vztahem

$$L_{SY} = \sqrt{\frac{K(k\mu_p)^2 bd}{2(1 + \frac{r}{L_{SY}})}} \left(\frac{v_p}{v_k}\right), \quad (13a)$$

jedná-li se o souměrný proud a nebo vztahem

$$L_{ST} = \sqrt{\frac{K(k\mu_p)^2 bd}{1 + \frac{r}{L_{ST}}}} \frac{v_p}{v_k}, \quad (13b)$$

který platí pro radiální proud na stěně. V obou případech musíme předem znát a nebo volit poměr  $r/L_{SY}$ , resp.  $r/L_{ST}$ . Potom maximální výšku a plochu příčného řezu radiálního proudu stanovíme z následujících závislostí

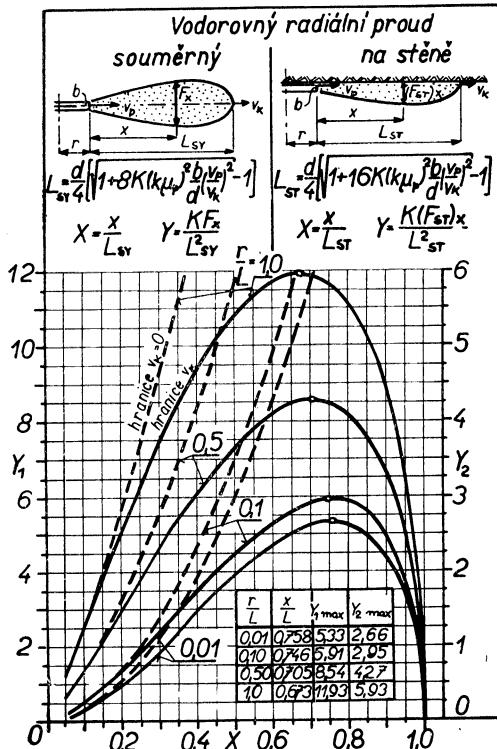
$$b_{\max} \equiv (b_{ST})_{\max} = \vartheta_b \sqrt{\frac{(k\mu_p)^2 bd}{K}} \frac{v_p}{v_k}, \quad (14a)$$

$$F_{\max} \equiv (F_{ST})_{\max} = \vartheta_F (k\mu_p)^2 bd \left(\frac{v_p}{v_k}\right)^2, \quad (14b)$$

přičemž uvedených hodnot dosáhne vzdušný proud ve vzdálenosti

$$x_{(\max)} = \vartheta_x \sqrt{K(k\mu_p)^2 bd} \left(\frac{v_p}{v_k}\right). \quad (15)$$

od výstřelu. Příslušné součinitele  $\vartheta$  pro různý poměr  $r/L$  najdeme v tab. VI.



Obr. 5. Plocha příčného průřezu volného radiálního vodorovného proudu na stěně v závislosti na poměrné délce dosahu proudu při různém poloměru výstřelu.

Tab. VI. Tabulka hodnot  $\vartheta$  pro vodorovný radiální proud

$\frac{r}{L}$	Radiální proud souměrný				Radiální proud na stěně			
	$b_{\max}$		$F_{\max}$		$b_{ST\max}$		$F_{ST\max}$	
	$\vartheta_b$	$\vartheta_{(x)}$	$\vartheta_F$	$\vartheta_{(x)}$	$\vartheta_b$	$\vartheta_{(x)}$	$\vartheta_F$	$\vartheta_{(x)}$
0,01	0,870	0,398	2,637	0,533	0,615	0,563	2,637	0,754
0,10	0,825	0,382	2,682	0,503	0,583	0,541	2,682	0,711
0,50	0,687	0,328	2,847	0,407	0,486	0,465	2,847	0,576
1,00	0,585	0,284	2,982	0,336	0,414	0,402	2,892	0,476

#### 4. OBJEMOVÝ PRŮTOK VZDUCHU V RADIÁLNÍM PROUDU

Máme-li stanovit objemový průtok ve vzdálenosti  $x$ , musíme vyjít z jeho rychlostního profilu. V našem případě použijeme rychlostního profilu podle rovnice (3), resp. podle obr. 2 a omezíme jej z obou stran proudnicí o rychlosti  $u_{mez}$ . Pro elementární množství vzduchu platí  $dV = u_{xz'} \cdot dF$ , je-li  $dF$  plocha proudu, jíž přísluší rychlosť  $u_{xz'}$ ; proto celým průřezem proudu protéká objem vzduchu

$$V = \int_0^{z_{mez}} u_{xz'} \cdot dF. \quad (16)$$

Jedná-li se o radiální proud, je elementární plocha průřezu složena ze dvou válcových plošek o poloměru  $(x + r)$  a o výšce  $dz'$ ; dosazujeme proto  $dF = 4\pi(x + r) \cdot dz'$ , takže dostaneme

$$V = 4\pi(x + r) u_x \cdot z'_k \int_0^{z_{mez}/z'_k} \left( \frac{u_{xz'}}{u_x} \right) d \left( \frac{z}{z'_k} \right).$$

Pro osovou rychlosť radiálního proudu použijeme vztah

$$u_x = v_p \sqrt{K(k\mu_p)^2 \cdot b \cdot r/x(x + r)},$$

za počáteční objemový průtok dosazujeme  $V_p = 2\pi r \mu_p b v_p$  a pro teoretickou položení výšku radiálního proudu platí  $z_k = 1,85x/K$ ; proto plyne pro krátké úpravě

$$V = 3,7kV_p \sqrt{\frac{(x + r)x}{Kbr}} \int_0^{z_{mez}/z'_k} \left[ 1 - 1,033 \operatorname{tg}^2 h \left( 2,408 \frac{z'}{z'_k} \right) \right] d \left( \frac{z'}{z'_k} \right).$$

Konečně ze závislosti pro koncovou rychlosť vzdušného proudu

$$v_k = v_p \sqrt{K(k\mu_p)^2 b \cdot r/L(L + r)}$$

plyne  $\sqrt{Kbr} = (1/k\mu_p) \cdot (v_k/v_p) \cdot \sqrt{L(L + r)}$ ; po dosazení dostáváme

$$V = 3,7V_p k^2 \mu_p \frac{v_p}{v_k} \sqrt{\frac{(x + r)x}{(L + r)L}} \int_0^{z_{mez}/z'_k} \left[ 1 - 1,033 \operatorname{tg}^2 h \left( 2,408 \frac{z'}{z'_k} \right) \right] d \left( \frac{z'}{z'_k} \right)$$

a nebo

$$\frac{1}{k^2 \mu_p} \cdot \frac{V_x}{V_p} \cdot \frac{v_k}{v_p} = 3,7 \sqrt{\frac{x}{L} \frac{x}{L} + \frac{r}{L}} \int_0^{z_{mez}/z_k'} \left[ 1 - 1,033 \operatorname{tg}^2 h \left( 2,408 \frac{z'}{z_k'} \right) \right] d \left( \frac{z'}{z_k'} \right).$$

Integrační mez má u radiálního proudu velikost

$$\frac{z_{mez}}{z_k'} = \frac{bx}{bx_0} = \\ = 0,4781 \log \frac{1 + 0,9839/\sqrt{1-A}}{1 - 0,9839/\sqrt{1-A}},$$

jestliže si do výpočtu zavedeme pomocnou proměnnou  $A$  podle rovnice (6). K vyjádření rozložení rychlosti v příčném průřezu proudu bylo opět použito rovnice (3). Řešením naznačeného integrálu dojdeme k výslednému vztahu pro objemový průtok ve vodorovném radiálním proudu v závislosti na vzdálenosti od výstředu; plyne

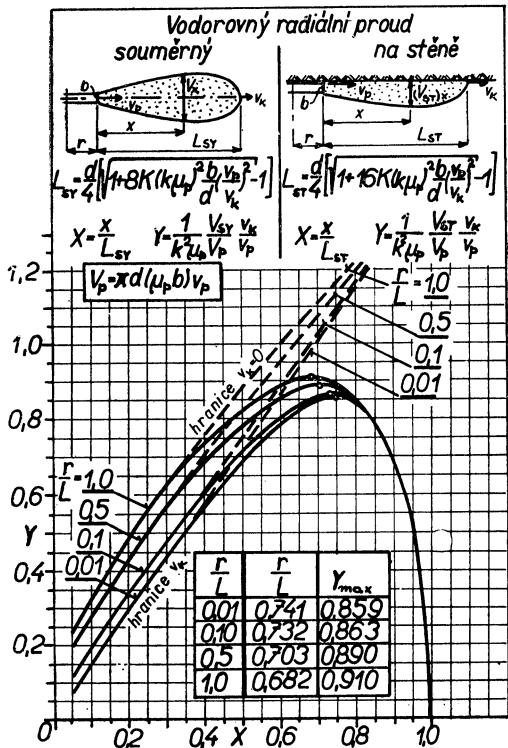
$$\frac{1}{k^2 \mu_p} \cdot \frac{V_x}{V_p} \cdot \frac{v_k}{v_p} = 1,587 \frac{A}{\left( \frac{x}{L} \right)^2}$$

$$[\operatorname{tgh}(1,1513B) - 0,03678B], \quad (17)$$

přičemž značí

$$B = \log \frac{1 + 0,9839/\sqrt{1-A}}{1 - 0,9839/\sqrt{1-A}}. \quad (18)$$

Objemový průtok vzduchu v radiálním proudu závisí jednak na vzdálenosti od výstředu a jednak na vzájemném poměru poloměru výstředu a dosahu proudu; dostaneme tedy křivky s parametrem  $r/L$  v závislosti na  $x/L$ . Podobně jako při výpočtu výšky či plochy radiálního proudu provedeme konkrétní řešení pro několik hodnot  $r/L$ ; volíme stejně hodnoty jako v rovnících (9). Vyčíslíme-li rovnici (17) tímto způsobem, dostaneme křivky, které jsou zakresleny v diagramu na obr. 6. Příslušné číselné hodnoty jsou uvedeny v tab. VII. Pro úplnost je v diagramu i v tabulce uveden objemový průtok vzduchu  $V_{ox}$  v teoretickém volném radiálním proudu (hranice  $v_k = 0$ ), pro nějž plyne



Obr. 6. Objemový průtok vzduchu ve volném radiálním vodorovném proudu při různém poloměru výstředu v závislosti na poměrné délce dosahu proudu.

$$\frac{1}{k^2 \mu_p} \cdot \frac{V_{ox}}{V_p} \cdot \frac{v_k}{v_p} = 1,440 \frac{A}{\left(\frac{x}{L}\right)^2}. \quad (19)$$

Přitom stejné křivky platí jak pro souměrný radiální proud, tak i pro radiální proud na stěně. Ve druhém případě počítáme totiž objemový průtok ze vztahu

$$\frac{1}{k^2 \mu_p} \cdot \frac{V_{ST}}{V_p} \cdot \frac{v_k}{v_p} = 1,587 \frac{A}{\left(\frac{x}{L}\right)^2} \operatorname{tgh} (1,1513B) - 0,03678B], \quad (20)$$

do něhož si zavedeme proměnnou  $x/L_{ST}$ . Pro veličiny  $A$  a  $B$  platí opět rovnice (10) a (18) a jednotlivé případy řešíme podle rovnic (9) pro příslušné poměry  $r/L_{ST}$ .

Tab. VII. Objemový průtok vzduchu ve vodorovném radiálním proudu

$x/L'$		0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\frac{V_{ox} v_k}{k^2 \mu_p V_p v_p}$	$r/L = 0,01$	0,078	0,150	0,293	0,435	0,571	0,693	0,791	0,849	0,839	0,705	0
	0,10	0,119	0,194	0,336	0,473	0,603	0,719	0,809	0,859	0,843	0,704	0
	0,50	0,195	0,288	0,439	0,572	0,690	0,789	0,860	0,889	0,854	0,701	0
	1,00	0,233	0,338	0,498	0,631	0,744	0,833	0,893	0,909	0,861	0,698	0
$\frac{V_{ox} v_k}{k^2 \mu_p V_p v_p}$	$r/L = 0,01$	0,078	0,150	0,294	0,437	0,580	0,723	0,867	1,010	1,153	1,296	1,440
	0,10	0,119	0,194	0,336	0,475	0,614	0,752	0,809	1,027	1,165	1,302	1,440
	0,50	0,195	0,288	0,440	0,576	0,705	0,831	0,955	1,077	1,199	1,319	1,440
	1,00	0,233	0,338	0,499	0,636	0,762	0,882	0,997	1,110	1,222	1,331	1,440

Z diagramu na obr. 6 vyplývá, že v uvedeném rozsahu je průtočný objem vzduchu poměrně málo závislý na velikosti výustě; při větších vzdálenostech od výustě je prakticky konstantní i při změně poměru  $r/L$ . Maximální objemový průtok vzduchu ve vodorovném radiálním proudu má velikost

$$V_{max} \equiv (V_{ST})_{max} = \vartheta_v V_p (k^2 \mu_p) \frac{v_p}{v_k}. \quad (21)$$

Závislost maximálního objemového průtoku na velikosti radiální výustě ( $r/L$ ) je respektována součinitelem  $\vartheta_v$ , jehož číselné hodnoty najdeme v tab. VIII. Vzdálenost, v níž této maximální hodnoty bude dosaženo u jednotlivých typů radiálního

Tab. VIII. Tabulka hodnot  $\vartheta$  pro objemový průtok ve vodorovném radiálním proudu

$\frac{r}{L}$	Souměrný proud		Proud na stěně	
	$\vartheta_v$	$\vartheta_{(x)}$	$\vartheta_v$	$\vartheta_{(x)}$
0,01	0,855	0,521	0,855	0,737
0,10	0,863	0,494	0,863	0,698
0,50	0,890	0,406	0,890	0,574
1,00	0,910	0,341	0,910	0,482

proud, závisí jednak na poměru  $r/L$  a jednak na tom, zda se jedná o souměrný proud či o proud na stěně. Určíme ji ze závislosti

$$x_{(\max)} = \vartheta_{(x)} \sqrt{K(k\mu_p)^2 bd} \left( \frac{v_p}{v_k} \right), \quad (22)$$

přičemž velikost součinitele  $\vartheta_{(x)}$  pro jednotlivé případy najdeme v tab. VIII.

V rovnicích (17) a (20) pro výpočet objemového průtoku vzduchu v souměrném radiálním proudu a v radiálním proudu na stěně se objevuje parametr  $k^2 \mu_p$ , který musíme použít, jedná-li se o radiální výustí se zmenšenou volnou průtočnou plochou. Jeho velikost určíme snadno podle tab. IV a zjistíme, že je ve všech případech (kromě  $\mu_p = 1,0$ ) větší než jedna. Je proto zřejmé, že absolutní objemový průtok vzduchu ve vzdušném proudu za radiální výustí bude nejmenší tehdy, jedná-li se o radiální výustí s volnou štěrbinou; bude však vzrůstat se snižováním součinitelů volné plochy, což je v souladu se skutečností, že se indukční schopnost vzdušného proudu za takovou výustí zvyšuje.

5. ZÁVĚR

V předloženém pojednání jsou uvedeny výpočtové vztahy pro řešení ohrazeného přívodního proudu ve větraném prostoru. Jedná se především o určení rozměrů proudu a objemového průtoku v závislosti na vzdálenosti od výustě. Teoretický výpočet, který vychází ze znalosti chování volného proudu, byl odvozen pro izo-termní vodorovný radiální proud a navazuje tedy na dřívější obdobné řešení kruhového a plochého proudu [3], [4]. Charakteristikou veličinou pro celý výpočet je okrajová rychlosť  $u_{mez}$ ; ta je v každém průřezu proudu násobkem  $(x/L)^2$  koncové rychlosti  $v_k$ , která plyne z požadovaného dosahu přívodního proudu. Uvedeného řešení je však možno použít i pro takový radiální proud, jehož dráha není přímočará (horký nebo chladný radiální proud); za vzdálenost  $x$  bereme potom obecně zakřivenou dráhu proudu. Na rozdíl od teoretického volného proudu ( $v_k = 0$ ) nabývá ohrazený radiální proud maximální výšku zhruba v 57 % a maximální plochy příčného průřezu v 76 až v 67 % svého dosahu podle velikosti výustě; po dosažení maximální hodnoty klesá výška i plocha proudu rychle až k nulové hodnotě. Poloha maximální výšky a plochy se v radiálním proudu nekryje, neboť plocha nezávisí pouze na výšce nýbrž i na vzdálenosti uvažovaného průřezu od výustě. Maximální objemový průtok je přitom asi v 74 až 68 % dosahu proudu, neboť je dán jednak velikostí průřezu a jednak velikostí osové rychlosti.

Výpočtových podkladů, které jsme si zde uvedli pro souměrný vodorovný radiální proud a pro vodorovný radiální proud na stěně, bude použito ve větrací technice k řešení přívodu vzduchu osamělými podstropními výustěmi, pod nimiž se vytvoří kruhový radiální proud.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Hladký*: Radiální vzdušný proud; Zdravotní technika a vzduchotechnika 5 (1962), č. 4, str. 159—175.
- [2] *Koestel*: Jet Velocities from Radial Flow Cutlets; HPAC, March 1957, p. 136—146.
- [3] *Hladký*: Hranice kruhového vzdušného proudu ve větraném prostoru; Zdravotní technika a vzduchotechnika 11 (1968), č. 4, str. 183—199.
- [4] *Hladký*: Hranice plochého vzdušného proudu ve větraném prostoru; Zdravotní technika a vzduchotechnika 11 (1968), č. 6, str. 309—319.
- [5] *Abramovič*: Teorijsa turbulentnych struj; Moskva 1960.
- [6] Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide, Vol. 33, 1955.
- [7] *Schlichting*: Grenzschicht-Theorie, Braun Verlag, Karlsruhe 1951.

## GRENZEN DES RADIALEN, WAAGERECHTEN LUFTSTROMES IM AUSSENRAUM

Ing. Vratislav Hladký

Der Verfasser gibt die Berechnung eines isothermen Luftstromes im gelüfteten Raum an. Bei der Lösung geht er von der Theorie des freien Stromes aus, den er mit der von der Reichweite des Stromes gegebenen Endgeschwindigkeit  $u_{mez}$  begrenzt. Er bestimmt die Grösse des Stromquerschnittes und das strömende Luftvolumen und zwar für den freien symmetrischen Strom und den Strom entlang der Wand.

## LIMITS OF RADIAL HORIZONTAL AIR FLOW IN OUTDOOR SPACE

Ing. Vratislav Hladký

The author gives a calculation of the limits of isothermal air flow in an aerated space. His solution is based on the theory of free flow, which he limits by the terminal velocity  $u_{mez}$  given by the range of the flow. He determines the dimension of the flow cross section and the column air flow for the free symmetrical flow as well as for the flow along the wall.

## LIMITES DU COURANT D'AIR RADIAL ET HORIZONTAL DANS L'ESPACE EXTRRIEUR

Ing. Vratislav Hladký

L'auteur indique le calcul des limites du courant d'air isotherme dans l'espace aéré. La solution est basée sur la théorie du courant libre, limité par la vitesse finale  $u_{mez}$ , due à la portée du courant. Il détermine la grandeur de la section transversale et le passage volumétrique de l'air et ceci pour le courant libre symétrique et pour le courant le long de la paroi.

### ● Rozdíly mezi klimatem ve městě a v otevřené krajině

Autor Karl-Heinz Quenzel ve své zprávě seznámuje čtenáře s výsledky měření klimatických hodnot ve velkoměstech a v jejich volném okolí. Měření se týkalo hlavně měst Köln, Nürnberg, Stuttgart, München a Berlin. Bylo prováděno jak v letním, tak i v zimním období.

Autor dochází k následujícím závěrům:

a) Klimatické údaje naměřené na městské periferii či v otevřeném městském okolí nelze bez určitých korektur použít pro výpočty instalací ve vnitřním městě.

b) Doporučené korektury jsou následující:

sluneční osálání v letních měsících	—5 %
střední měsíční suchá teplota vzduchu v letních a zimních měsících	+1 °C
střední extrémní teploty v letních a zimních měsících	+2 °C
teplotní amplituda v teplých dnech	—5 °C
mokrá teplota vzduchu v letních měsících	0
rychlosť větru	—30 %

# KE SLOŽENÍ A VLASTNOSTEM SAZÍ

ING. VÁCLAV MAŠEK, CSc.

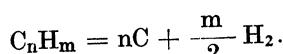
Výzkumný a zkušební ústav NHKG, Ostrava-Kunčice

Saze exhalované do ovzduší jsou sice součástí sedimentovaného či aspirovaného prachu, avšak pro malou měrnou hmotnost často jen nevýraznou. Jsou však relativně nejen nadměrně obtěžující svým černícím účinkem, ale i nebezpečné absorpcí mnohých škodlivých látek. Autor porovnává 22 vzorků čistých a surových sazí velikostí popela a jeho složením, přítomností kancerogenního 3,4-benzpyrenu, velikostí specifického povrchu, odplyněním v termováhách, redukčními schopnostmi a vzhledem pod elektronovým mikroskopem.

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

## 1. ÚVOD

Saze vznikají tepelným rozkladem nebo neúplným shořením uhlovodíků podle všeobecného schématu



Při jinak stejných podmínkách stoupá náklonnost k tvorbě sazí se zvětšujícím se poměrem C/H kapalného či tuhého paliva [1], u hořlavých plynů se snížením podílu vodíku, dusíku, kysličníku uhelnatého, kysličníku uhličitého, vzduchu nebo kyslíku [2], u motorových benzínů s poklesem prchavosti, u dieselových paliv se snižujícím se cetanovým číslem.

Struktura sazí bývá tvořena elementárními krystality, které se skládají asi ze tří paralelních vrstev nad sebou, nebo napříč prospojovanou trojrozměrnou mřížkou ze základních šestiúhelníků uhlíku stabilizovanou heteroatomy, zejména kyslíkem. Tato struktura s relativně velkou povrchovou plochou jim umožňuje adsorbovat i větší množství plynných, kapalných či tuhých látek.

*Zdražil a Picha* [3] našli v sazích z domácích topení kancerogenní 3,4-benzpyren, a to při spalování dřeva v množství 26 µg/g, hnědého uhlí 34 µg/g, gumového odpadu 235 µg/g. *Hettche* [4] zjistil v sazích i pozoruhodná množství kyselých látek, zejména kyselinu sírovou, takže se domnívá [5], že jemné sazové částice mohou v plicích nejprve povrchově poškodit epitel a poté umožnit zhoubnou činnost 3,4-benzpyrenu. Saze po dlouhém inhalačním působení mohou být přičinou vzniku silikosy v I. stupni [6].

*Chaigneau, Giry a Ricard* [7] extrahovali 3 druhy sazí (ze spalování mazutu, benzínu a dřeva) postupně vodou, benzenem, metanolem, acetonom, dioxanem a tetrachloridem uhličitým v přístroji podle *Kumagavy* při 30–40 přechodech rozpouštědla a získané extrakty zkoumali kvalitativně hmotovým spektrometrem. V extraktech sazí ze spalování mazutu našli jen 19 uhlovodíků, ze spalování benzínu identifikovali již 29 uhlovodíků a 7 derivátů akridinu, nejbohatší byla však paleta zjištěných látek v extraktech ze dřevních sazí.

Obsah popela v čistých sazích bývá zpravidla do 0,1 % hmot., v surových sazích městského či průmyslového spadu však podstatně vyšší. Velikost sazí v ovzduší uvádí *Stern* [8] na 0,01–0,13 µm. Saze i přes nízkou měrnou hmotnost jsou též

obtěžující látkou, protože jejich černící účinek bývá asi  $100 \times$  větší než běžného prachového spadu.

Pro kvantitativní stanovení sazí v ovzduší (v aspirovaném či sedimentovaném prachu) nebyla dosud vypracována přesná a všeobecně uznaná metoda. Podstata většiny současných způsobů [9], [10], [11] spočívá ve zhotovení kalibračních křivek pomocí různých standardů a vizuální porovnání filtrů se vzorkem sazí z ovzduší s filtry standardními. Jen Mrose [12] se pokusil k tomu využít redukční schopnost sazí.

## 2. POUŽITÉ VZORKY SAZÍ A JEJICH ROZBORY

K rozboru opatřili jsme si celkem 22 vzorků (*tab. I*). Do prve skupiny čistých sazí jsme zařadili čs. standard podle [10] připravený námi laboratorně z vaselinového oleje, a čs. průmyslové saze OG. Do téže skupiny jsme umístili i tři výrobky z Ně-

Tab. I. Seznam použitých vzorků sazí

Číslo vzorku	Druh	Původ
1	čisté saze	z vazelinového oleje podle [10]
2		saze OG z Uršových závodů v Ostravě
3		Flammrūß Degussa 101 podle [11]
4		R-400
5		Printex U
6	surové saze z horní části komínů	výrobky z Německé spolkové republiky
7		z ústředního topení vytápěného koksem
8		z černého uhlí
9		z hnědého uhlí
10		z hnědouhelných briket
11		ze dřeva
12		z ulice v Ostravě-Přívoze
13		z ulice v Ostravě-Porubě
14		z koksovny Nové hutě K. G. v Ostravě-Kunčicích
15		z koksovny Východoslovenských železáren v Košicích
16		z vysokých pecí Nové hutě K. G. v Ostravě-Kunčicích
17		
18	saze městské a z pracovišť	
19		
20		
21		
22		

mecké spolkové republiky, přičemž poznamenáváme, že vzorek č. 3 je standardem podle [11]. Surové saze z horní části komínů při otopu koksem, černým uhlím, hnědým uhlím, hnědouhelnými briquetami nebo dřevem tvoří 12 vzorků druhé skupiny. Konečně 5 vzorků ve třetí skupině jsou saze městské a z pracovišť 2 hutních podniků.

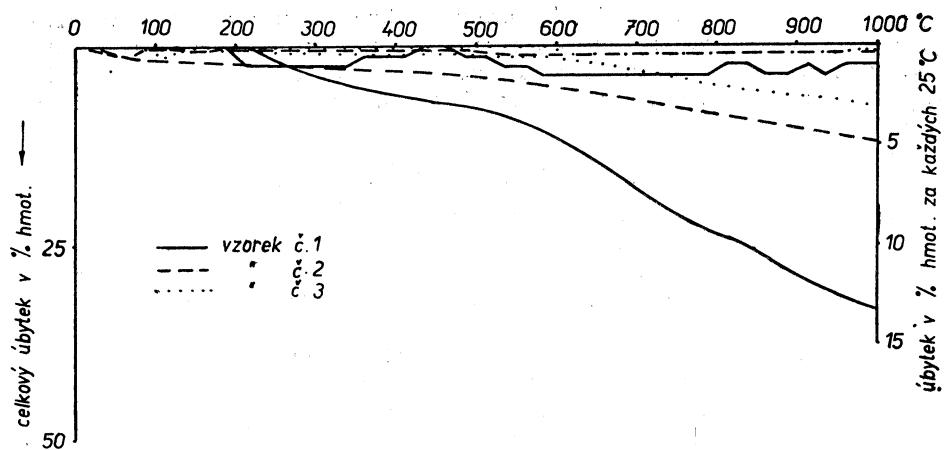
*Tab. II* obsahuje základní rozbory těchto vzorků po sušení při 105 °C po dobu tří hodin. Ke stanovení 3,4-benzpyrenu jsme použili chromatografického postupu podle [3]. Zvláštní pozornost věnovali jsme stanovení specifického povrchu přístrojem nedávno vyvinutým v Ústavu fyzikální chemie ČSAV v Praze, a to metodou tepelné desorpce při použití dusíkovodíkového adsorbátu, poté planimetrováním ploch pod adsorpčními nebo desorpčními křivkami a porovnáním s ověřeným standardem kysličníku titančitého.

Všechny vzorky jsme odplyňovali v termováhách Tegra 500 při navážce 400 mg v proudu čistého argonu (30 l/h) rychlostí 5 °C/min v rozmezí teplot 25—1000 °C. Zjišťovali jsme přitom nejen jejich celkový hmotnostní úbytek do 1000 °C, ale i velikost maximálního úbytku v intervalu 25 °C (*tab. III*). Ukázky průběhů celkových úbytků a v intervalech po 25 °C v celém zjišťovaném teplotním rozsahu jsou v *obr. 1* až 4.

Zkoumání vzorků pod elektronovým mikroskopem Tesla BS 242 jsme podrobili na kolodiové blance všechny vzorky při stejném celkovém zvětšení 15 900×. Ukázky čistých sazí jsou v *obr. 5* až 7 surových sazí v *obr. 8* až 10.

Tab. II. Rozbor vzorků sazí po sušení při 105 °C po dobu 3 hodiny

Číslo vzorku	Obsah 3,4-benzpyrenu [ $\mu\text{g/g}$ ]	Spec. povrch [ $\text{m}^2/\text{g}$ ]	Popel [% hmot.]	Rozbor popela v % hmot.			
				Fe <sub>celk</sub>	SiO <sub>2</sub>	Se <sub>celk</sub>	As
1	490,1	32,51	0,022	15,40	—	—	—
2	19,2	70,02	0,101	25,20	13,34	9,50	—
3	0,2	25,33	0,052	22,18	15,84	—	—
4	0,2	26,02	0,067	29,91	12,31	—	—
5	2,1	117,03	0,082	30,19	18,64	—	—
6	0,2	2,53	58,43	8,73	41,37	0,57	0,12
7	0,1	4,18	47,65	8,06	40,51	0,34	0,09
8	9,2	15,65	28,65	6,38	50,25	2,45	0,03
9	7,5	11,02	41,39	7,09	48,15	2,69	0,04
10	1,4	7,75	81,02	7,39	43,30	4,51	0,03
11	1,5	5,11	69,37	8,02	42,88	4,09	0,03
12	0,5	2,83	79,52	7,67	43,20	5,99	0,05
13	0,7	3,61	55,14	7,81	41,43	5,80	0,07
14	0,7	3,50	59,44	7,59	42,94	5,68	0,07
15	11,5	6,13	36,17	4,81	67,62	0,67	0,00
16	12,4	6,52	29,84	3,92	59,18	0,72	0,00
17	20,1	4,32	60,04	2,24	77,62	1,79	0,02
18	6,9	18,41	18,94	9,15	31,82	3,11	0,04
19	5,7	17,32	21,57	10,02	30,14	2,64	0,02
20	7,5	8,55	36,46	9,32	36,98	2,11	0,02
21	8,4	6,68	40,15	8,47	41,15	1,96	0,01
22	3,1	10,96	51,64	31,08	24,14	1,18	0,05



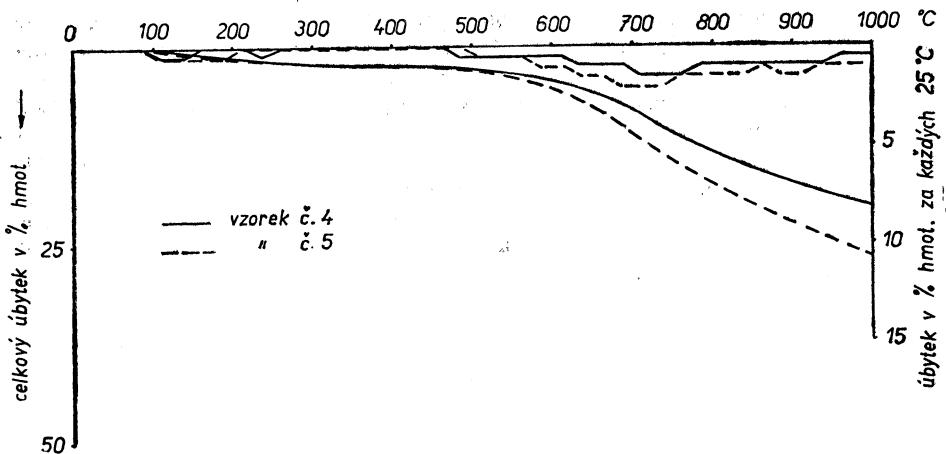
Obr. 1. Průběh termogravimetrického odplynění vzorků č. 1—3.

Tab. III. Celkové a maximální úbytky vzorků při odplynění v termováhách v proudu argonu

Číslo vzorku	Celkový úbytek do 1000 °C [% hmot.]	Maximální úbytek v intervalu 25 °C [% hmot.]
1	33,51	1,62
2	11,65	0,59
3	8,13	0,66
4	20,10	1,36
5	26,58	2,03
6	12,77	0,51
7	16,53	0,51
8	34,66	3,41
9	28,49	3,30
10	16,97	1,52
11	24,00	2,04
12	18,52	1,50
13	26,46	2,71
14	25,94	2,48
15	48,15	3,39
16	56,38	3,64
17	34,18	2,98
18	31,59	2,96
19	19,14	1,00
20	14,11	0,85
21	13,31	0,80
22	11,27	0,74

Tab. IV. Výsledky zkoušek redukovatelnosti podle [12] při navážce vzorku 20 mg

Číslo vzorku	Celková spotřeba K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> [mg]	Spotřeba K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> v mg na 1 mg vzorku	Spotřeba K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> v mg na 1 mg bezpopelného vzorku
1	620,71	31,03	31,04
2	549,28	27,46	27,49
3	475,66	23,78	23,80
4	428,58	21,43	21,45
5	450,12	22,50	22,52
6	142,43	7,12	17,14
7	158,66	7,93	15,21
8	249,89	12,49	17,51
9	160,44	8,02	12,83
10	64,77	3,23	17,04
11	98,08	4,90	16,00
12	61,47	3,07	14,99
13	113,92	5,69	12,70
14	110,78	5,54	13,66
15	165,86	8,29	12,98
16	238,51	11,92	17,00
17	148,21	7,40	18,55
18	305,82	15,29	18,86
19	290,76	14,54	18,53
20	238,95	11,94	18,80
21	231,38	11,57	19,33
22	178,31	8,91	18,44

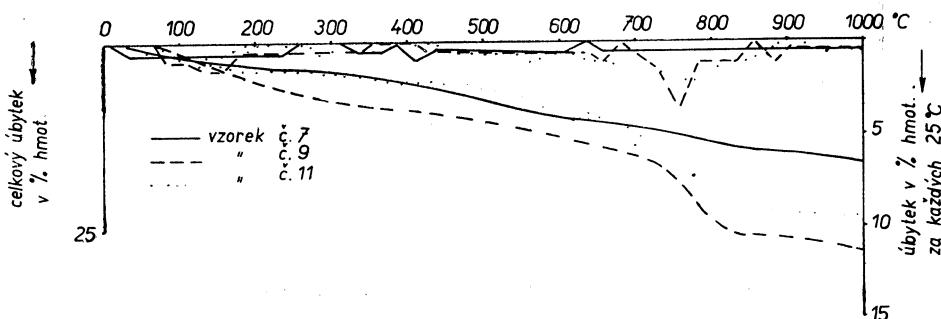


Obr. 2. Průběh odplynění vzorků č. 4 a 5 v termováhách.

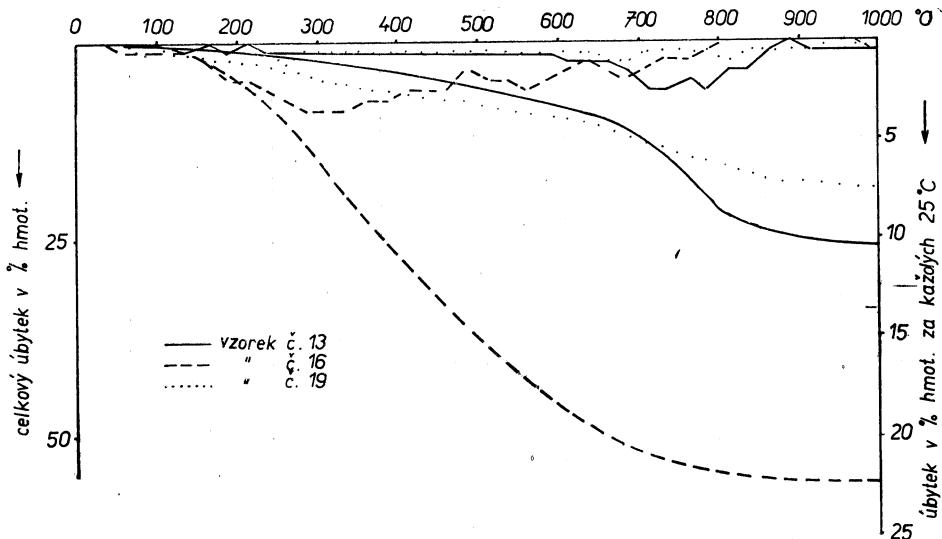
Tab. V. Výsledky zkoušek redukovatelnosti dalších vzorků po sušení. Navážka vždy 20 mg

Vzorek	Celková spotřeba $K_2Cr_2O_7$ [mg]	Spotřeba $K_2Cr_2O_7$ v mg na 1 mg vzorku	Spotřeba $K_2Cr_2O_7$ mg na 1 mg bezpopelného vzorku
Vzorek č. 1 po extrakci 3,31 % podílu rozpustných v acetonu	690,44	34,52	34,55
Vzorek č. 1 po extrakci 3,40 % podílu rozpustných v chloroformu	716,13	35,80	35,83
Vzorek č. 2 po extrakci 4,81 % podílu rozpustných v acetonu	683,58	34,18	34,20
Vzorek č. 2 po extrakci 4,01 % podílu rozpustných v chloroformu	666,90	33,34	34,38
Vzorek č. 3 po extrakci 1,36 % podílu rozpustných v acetonu	489,39	24,47	24,48
Vzorek č. 3 po extrakci 0,88 % podílu rozpustných v chloroformu	481,78	24,09	24,11
Vzorek č. 8 po extrakci 4,04 % podílu rozpustných v acetonu	263,85	13,19	19,59
Vzorek č. 8 po extrakci 4,69 % podílu rozpustných v chloroformu	270,18	13,51	20,40
Vzorek č. 19 po extrakci 5,11 % podílu rozpustných v acetonu	312,89	15,64	21,25
Vzorek č. 19 po extrakci 5,31 % podílu rozpustných v chloroformu	320,47 347,18	16,02 17,36	22,09 19,50
Černé uhlí z Ostravy	302,54	15,12	15,17
Černouhelný vysokoteplený dehet z koksovny NHKG	324,64	16,23	19,09
Vysokopevní koks z koksovny NHKG			

Redukční schopnost podle [12] zkoušeli jsme vždy u 20 mg vzorků za použití N/10  $K_2Cr_2O_7$  a konc.  $H_2SO_4$ . Po zahřátí směsi a úplném rozpuštění vzorku jsme zjišťovali přebytek přítomného dvojchromanu titračí N/10 sирната sodným za přítomnosti malého množství KJ. Potom jsme vypočítali celkovou spotřebu  $K_2Cr_2O_7$  k redukci 20 mg vzorku, přepočetli ji na spotřebu pro 1 mg vzorku a konečně na 1 mg bezpopelného vzorku. To jsme provedli nejen u všech původních vzorků (tab. IV), ale pro porovnání ještě u 4 vzorků po laboratorní extrakci podílů rozpustných v acetolu nebo v chloroformu, a dále u vzorku černého uhlí, černouhelného vysokotepelného dehtu a vysokopevného koksu (tab. V). Tyto látky mohou být totiž součástí prachu v hutních závodech.



Obr. 3. Průběh termogravimetrického odplynění vzorků č. 7, 9 a 11.



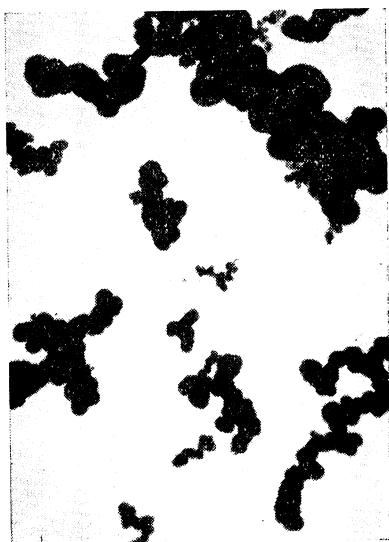
Obr. 4. Průběh odplynění vzorků č. 13, 16 a 19 v termováhách.



Obr. 5. Čisté saze  
připravené laboratorně  
z vaselinového oleje podle [10].



Obr. 6. Čisté saze OG  
z Ursových závodů.



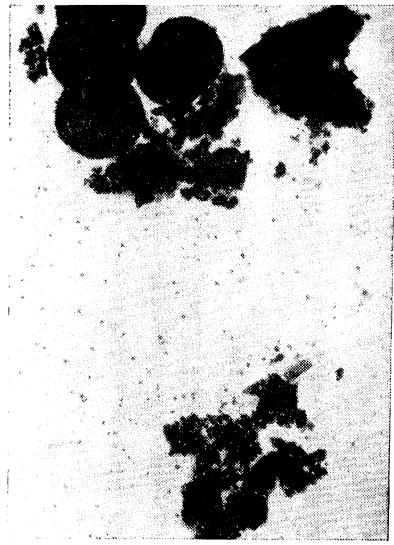
Obr. 7. Čisté saze Degussa 101  
z NSR [11].



Obr. 8. Surové saze z koksu  
(vzorek č. 6).



Obr. 9. Surové saze ze dřeva  
(vzorek č. 15).



Obr. 10. Surové saze z pracoviště  
(vzorek č. 22).

### 3. DISKUSE VÝSLEDKŮ

Rozbory 5 druhů čistých sazí ukazují značné jakostní rozdíly jak mezi sebou tak i vůči ostatním vzorkům. Při nepatrném obsahu popela obsahují čisté saze relativně hodně železa a málo kysličníku křemičitého, což je zřejmě dáno složením výrobního (provozního) zařízení. Též specifický povrch čistých sazí je i mnohanásobně větší. Všechny vzorky obsahují 3,4-benzpyren, přičemž relativně nad průměrem jsou saze OG a saze ze dřeva, zcela mimořádně vysokou hodnotu vykazuje však vzorek čs. standardu (č. 1).

Odplynění v termováhách v prostředí čistého argonu charakterizuje odlišnosti v časovém a zejména ve hmotnostním průběhu uvolňování prchavých látek v průběhu teplot do 1000 °C. Ukázalo se však, že toto odplynění není specifické pro žádný druh zkoušených sazí.

Nejvyšší redukční schopnost mají čisté saze, a to zejména po extraktivním odstranění podílu rozpustných v acetonu nebo v chloroformu. Avšak i černé uhlí, koks a dehet mají dosti velkou redukční schopnost.

Čisté saze jsou kulovitého tvaru, avšak o různé velikosti aglomerátů seřazených často v řetězce. Ve vzorcích surových sazí je kulovitý tvar sice více či méně zastoupen, avšak jsou přítomny i látky jiných tvarů.

### 4. ZÁVĚR

Oproti čistým sazím jsou saze v exhalacích doprovázeny výrazně větším množstvím anorganických látek, které snižují jejich specifický povrch a zvyšují popel. Surové

saze mají menší redukční schopnost  $K_2Cr_2O_7$  než saze čisté, nejvyšší redukční schopnost prokázaly však saze extrahované acetonom nebo chloroformem. Pod elektro-novým mikroskopem lze dobře rozeznat kulovité tvary čistých sazí od látek jiného původu. Teplotní nebo hmotnostní průběh odplynění v termováhách nelze použít k odlišení sazí čistých od surových.

## LITERATURA

- [1] Meier zu Köcker, H.: Über den Einfluß der Kohlenwasserstoffkomponenten auf die Rußbildung flüssiger Brennstoffe an Verdampfungsbrennern, *Brennstoff-Chemie* 43, 1962, 129—134.
- [2] Herbst, G.: Über die Rußbildung von Kohlenwasserstoffen in Koksofengas oder ähnlichen Brenngasen und eine Möglichkeit ihrer Beeinflussung, *Brennstoff-Chemie* 44, 1963, 1—5.
- [3] Zdražil, J., Picha, F.: Stanovení 3,4-benzypyrenu, *Čs. hygiena* 7, 1962, 495—498.
- [4] Hettche, H. O.: Contributions to the smog-problem, *Proc. Inter. Clean Air Conf.*, London, 1959, 139—141.
- [5] Hettche, H. O.: Vergleichende Betrachtung zur Belastung der Luft durch Ruß und Kohlenstoffverbindungen in der Bundesrepublik und anderen Ländern, *Staub* 23, 1963, 136—140.
- [6] Jung, H.: Luftverunreinigung und industrielle Staubbekämpfung, *Akademie Verlag*, Berlin, 1968.
- [7] Chaigneau, M., Giry, L., Ricard, L. P.: Étude analytique de quelques suise par spéctrométrie de masse, *Chimie analytique* 51, 1969, 187—195.
- [8] Stern, A. C.: Air pollution, volume 1, Academic Press, New York—London, 1968.
- [9] Švarc, Ja., I., Berezman, R. I., Zilberg, L. A.: K voprosu ob opredělenii saži v atmosfernom vozduche Rigi, *Gigiena i sanitarija* 1953, 10, 14—18.
- [10] Acta hygienica, Praha, 1966.
- [11] Kettner, H.: Bestimmung des Rußgehaltes in Staubniederschlägen, *Gesundheits-Ing.* 89, 1968, 215—216.
- [12] Mrose, H.: Reduzierende Spurenstoffe in der Atmosphäre, *Zeitschrift für Meteorologie* 13, 1959, 1—6, 51—58.

## ZUR RUSSZUSAMMENSETZUNG UND SEINER EIGENSCHAFTEN

*Ing. Václav Mašek, CSc.*

Zur Unterscheidung des reinen und ausströmenden Rohrußes wurde die Untersuchung der Grösse der spezifischen Oberfläche, der Rußzusammensetzung, des 3,4-Benzopyrensgehaltes, der Intensität der Entgasung in den Thermowaagen, des Reduktionsvermögens und des Aussehens unter einem Elektronenmikroskop verwendet.

## COMPOSITION AND PROPERTIES OF BLACK

*Ing. Václav Mašek, CSc.*

The specific surface dimension, the composition of the ash, the 3,4-benzopyrene content, the intensity of degassing in the thermoweight, the reduction capacities and the appearance under an electronic microscope were explored in order to differentiate the pure and exhausted raw soot.

## COMPOSITION ET PROPRIÉTÉS DE LA SUIE

*Ing. Václav Mašek, CSc.*

On s'est servi des recherches concernant la grandeur de la surface spécifique, la composition de la suie, la teneur de 3,4-benzopyréne, l'intensité de dégazation dans les thermopoids, le pouvoir réducteur et l'apparence sous le microscope analogue pour différencier la suie pure et celle exhalée et crue.

## **ING. JOSEF HABER SEDMDESÁTNÍKEM**



Dne 27. 10. 1970 se dožívá svých sedmdesátých narozenin člen redakční rady našeho časopisu a dlouholetý funkcionář Českého komitétu pro techniku prostředí Ing. Josef Haber. Narodil se v Čáslavi, kde absolvoval i část středoškolských studií. Po maturitě ve Vídni studoval na Vysoké škole strojního inženýrství v Praze, kde od r. 1925 pracoval jako asistent prof. Hybla v oboru vodních motorů, strojního chlazení, větrání a vytápění. V letech 1928 až 29 byl konstruktérem vodních turbin v závodě ŠKODA Plzeň. Od r. 1930 pracoval jako konstruktér a projektant u firmy JANKA Radotín, odkud odešel r. 1936 do organizační společnosti Industriala, kde, s výjimkou doby okupace, zastával funkci ředitele. V r. 1947 se stal technickým náměstkem a později ředitelem a vedoucím odboru sušáren v Závodech na výrobu vzduchotechnických zařízení. V letech 1955 až 1958 byl odborným referentem pro vodu a vzduchotechniku na ministerstvu těžkého průmyslu. Do roku 1965 zastával pak funkci tajemníka technické rady ZVVZ a pracoval ve vývoji sušáren. Po začlenění vzduchotechnické výroby do VHJ TRANSPORTA Chrudim se stal oborovým inženýrem pro vzduchotechniku a sušárny. V posledních letech pracuje v oboru čistoty ovzduší.

Jako externí učitel přednášel Ing. Haber v letech 1951—58 na strojní fakultě ČVUT v Praze obor vzduchotechnika a sušení. Bohatá je publikáční činnost Ing. Habera. Uveřejnil větší počet odborných článků ze vzduchotechniky a sušárenství, napsal skripta *Vzduchotechnika a Vybrané kapitoly ze vzduchotechniky* a je autorem knihy *Strojní sušení*.

Ve Vědeckotechnické společnosti působí Ing. Haber od r. 1956 v různých funkcích a za svoji obětavou práci obdržel „Čestné uznání“ ÚR ČsVTS.

Ing. Haber patří k předním našim odborníkům v oboru vzduchotechniky a sušáren s velkým inženýrským přehledem v celém oboru, bohatými zkušenostmi a s reálným přístupem k řešení všech problémů.

Redakční rada blahopřeje Ing. Haberovi k jeho významnému životnímu jubileu, kterého se dožívá v plném pracovním elánu a přeje mu dobré zdraví a mnoho dalších let života, naplněných osobními a pracovními úspěchy.

**REDAKČNÍ RADA**

# RADIOAKTIVNÍ SPAD V PRAZE 1969

RNDr. KVĚTOSLAV SPURNÝ, CSc., A RNDr. EVŽEN HOLÝ

Ústav fyzikální chemie ČSAV, Praha

Autoři uveřejňují další, v řadě již dvanácté (1—10) výsledky měření radioaktivního spadu v Praze v r. 1969. Ukazují, jaký byl celoroční průběh radioaktivního spadu a vliv pokračování zkoušek s jadernými zbraněmi.

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

## 1. ÚVOD

V roce 1969 jsme opět sledovali spad radioaktivních aerosolů na území hlavního města Prahy. Měřící stanice byla umístěna ve Strašnicích jako při měření v roce minulém [10]. K zachycování vzorků spadu i k měření radioaktivity těchto vzorků bylo použito stejné metody jako při minulých měřeních [1] až [10]. Uváděné hodnoty radioaktivního spadu v roce 1969 jsou tudíž zcela srovnatelné s hodnotami let předcházejících.

Naměřené hodnoty radioaktivního spadu v roce 1969 informují pracovníky v oboru zdravotní techniky i hygienickou službu o závažnosti a průběhu umělé radioaktivity v ovzduší v Praze. V roce 1969 došlo opět k pokusu s vodíkovými bombami v Číně. K pokusu došlo 29. září ve Farimské poušti.

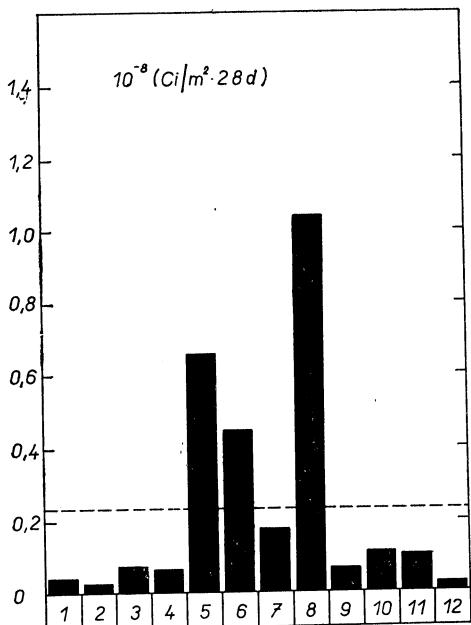
## 2. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Výsledky měření spadu radioaktivních aerosolů v Praze v roce 1969 jsou uvedeny v tab. I a na obr. 1. V tabulce jsou kromě hodnot radioaktivního spadu v Praze

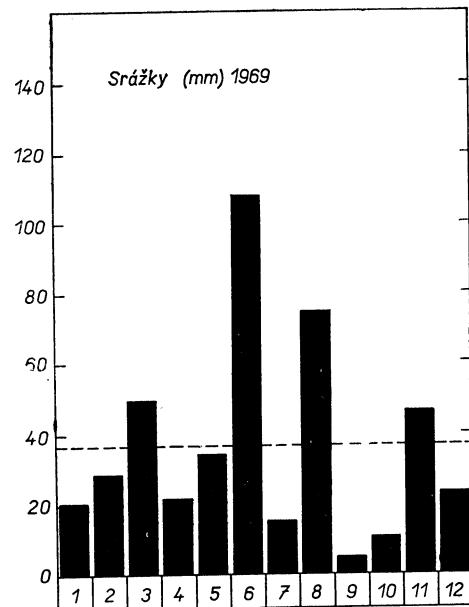
Tabulka I

Měsíc	Radioaktivní spad		Prašný spad [t/km <sup>2</sup> · rok]	Obsah sazí [%]	Srážky [mm]
	[Ci/m <sup>2</sup> · 28d]	[mCi/km <sup>2</sup> · 28d]			
1	0,04 · 10 <sup>-8</sup>	0,4	121	29	20,4
2	0,02 · 10 <sup>-8</sup>	0,2	38	23	28,3
3	0,07 · 10 <sup>-8</sup>	0,7	151	26	48,9
4	0,06 · 10 <sup>-8</sup>	0,6	49	19	22,1
5	0,64 · 10 <sup>-8</sup>	6,4	94	16	33,9
6	0,42 · 10 <sup>-8</sup>	4,2	92	25	107,6
7	0,17 · 10 <sup>-8</sup>	1,7	51	19	15,2
8	1,01 · 10 <sup>-8</sup>	10,1	98	26	74,8
9	0,07 · 10 <sup>-8</sup>	0,7	55	24	4,6
10	0,12 · 10 <sup>-8</sup>	1,2	82	26	10,4
11	0,11 · 10 <sup>-8</sup>	1,1	83	22	46,9
12	0,02 · 10 <sup>-8</sup>	0,2	182	28	23,5
Průměr	0,23 · 10 <sup>-8</sup>	2,3	91	24	36,4

i hodnoty spadu průmyslového prachu (prašný spad) a sazí, jakož i rozložení četnosti vodních srážek na území hlavního města podle observatoře na Karlově (viz též obr. 2).



Obr. 1. Histogram radioaktivního spadu v Praze v roce 1969.



Obr. 2. Histogram vodních srážek v Praze v roce 1969 (Ke Karlovu) podle měření Hydrometeorologického ústavu.

### 3. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

Z výsledků především vyplývá, že v prvních čtyřech měsících roku 1969 hodnoty radioaktivního spadu byly nízké, nižší než  $0,1 \cdot 10^{-8} \text{ Ci}/\text{m}^2 \cdot 28\text{d}$ . Byly nižší než koncem roku 1968 [10]. Od května hodnoty radioaktivního spadu byly o řád vyšší a dosáhly maxima v srpnu  $10,1 \cdot 10^{-8} \text{ Ci}/\text{m}^2 \cdot 28\text{d}$  (sezónní výměna mezi troposférou a stratosférou). Průměrná hodnota radioaktivního spadu v Praze v r. 1969 činila přibližně  $0,23 \cdot 10^{-8} \text{ Ci}/\text{m}^2 \cdot 28\text{d}$ . Je to hodnota vyšší než v roce předešlém [10].

Korelace mezi radioaktivním spadem, prašným spadem i vodními srážkami není jednoznačně prokazatelná.

Celkový spad radioaktivních aerosolů (umělá radioaktivita) v Praze v r. 1969 činil přibližně  $28 \text{ m Ci}/\text{km}^2 \cdot \text{rok}$ , což je hodnota opět vyšší než v roce minulém. Na celém území hlavního města ( $172 \text{ km}^2$ ) to činí  $5 \text{ Ci}$  umělých radioaktivních látek.

### LITERATURA

- [1] až [9] Spurný, K., Machala, O.: Zdravotní technika a vzduchotechnika 2, 157 (1959); 3, 149 (1960); 4, 151 (1961); 6, 147 (1963); 7, 149 (1964); 8, 158 (1965); 9, 190 (1966); 10, 185 (1967); 10, 237 (1968).
- [10] Spurný, K., Hrbek, J.: Zdravotní technika a vzduchotechnika 12, 114 (1969).

## RADIACTIVE FALLOUT IN PRAGUE IN THE YEAR 1969

*RNDr. K. Spurný, CSc. and RNDr. E. Holý*

The authors of this contribution publish further results gained in the measurement of radioactive fallout in the year 1969. They indicate the radioactive fallout in the course of the whole year and the influence of tests with nuclear weapons in China.

## RADIOAKTIVER NIEDERSCHLAG IN PRAG IM JAHRE 1969

*RNDr. Karel Spurný, CSc., RNDr. E. Holý*

Die Verfasser veröffentlichen die weiteren, in der Reihe schon die zwölften [1] bis [10] Messergebnisse des radioaktiven Niederschlags im Jahre 1969 in Prag. Sie geben den ganzjährigen Verlauf des radioaktiven Niederschlags an und bewerten den Einfluss der Fortsetzung der Kernwaffenversuche.

## PRÉCIPITATION RADIATIVE À PRAGUE EN 1969

*RNDr. Karel Spurný, CSc., RNDr. E. Holý*

Les auteurs publient, déjà pour la douzième fois de [1] à [10] les résultats des mésurages de la précipitation radioactive en 1969 à Prague. Ils montrent la précipitation au cours de l'année entière et l'influence de la continuation des essais des armes nucléaires.

### ● Japonsko proniká na evropské trhy i v klimatizaci

Na loňské výstavě ISH (Internationale Sanitär- und Heizungsausstellung) ve Frankfurtu prohlásil evropský zástupce japonské firmy Daikin Airconditioning Corp., že v každé západoevropské zemi má převzít jedna z velkých firem zastoupení výrobců firmy Daikin. Jako nejvýznamnější v Evropě považuje trh v NSR, kam předpokládá do roku 1971 již roční obrat vývozu své firmy v hodnotě 8 mil. DM. Zastoupení firmy Daikin převzala v NSR fa Happel KG, která na výstavě ISH 1969 předvedla průřez výrobního programu svého japonského partnera. Firma Daikin miní do Evropy dodávat hotové výrobky a zastupující firmy by prováděly jen inženýrské služby.

Známý výrobce kotlů v NSR fa Viessmann navázala spolupráci s japonskou firmou Sanyo, která přejímá v licenci celý výrobní program kotlů z NSR, zatímco fa Viessmann má převzít později zastoupení a výrobu klimatických zařízení fy Sanyo.

(CCI 5/69)

(Ku)

### ● Hluk a produktivita práce v úřadovnách

Při řešení akustických problémů v úřadovnách se vyskytuje tři základní problémy.

1. Jednotliví členové personálu se musí na-vzájem snadno dorozumět bud přes pra-

covní stůl nebo telefonicky. Hluk pozadí, ať již umělý či ne, musí být dostatečně nízký, aby se předešlo nežádoucímu účinku na srozumitelnost vzájemné konverzace. Jinak dochází ke zvyšování a zesilování hlasů konverzujících osob, což způsobuje předávání informací nežádoucími směry.

2. Konverzace soukromého rázu nesmí být nechtěně přejímána neúčastněnými osobami. Pracovník v dokonale akusticky izolované místnosti bude spokojen jen v tom případě, bude-li ostatním znemožněno naslouchat jeho rozhovorům a nebude-li on sám nucen naslouchat rozhovorům ostatních.
3. Jednotlivé nesmí být rušen konverzaci ostatních, ať se již nacházejí ve stejné místnosti či v sousední prostorách. Stejně tak nesmí být rušen hlukem zvenčí či hlukem koncelářských strojů.

Zdá se, že nejdůležitější ze všeho je nutnost zamezit přeslechům, at úplným či částečným, sousední konverzace. Nedostatky v tomto směru mohou nepříznivě ovlivňovat výkonost pracovníků.

V některých úřadovnách je záhadno vytvořit hluk pozadí, aby bylo zabráněno nežádoucímu rušení pracovníků konverzačními hluky vznikajícími v úřadovně samotné či v přilehlých místnostech.

Podle zprávy p. Roy A. Wallera (Environment Development Group of W. S. Atkins a Partners, Velká Británie) z 12. 2. 1969.

(Po)

## ● Euroclima 70

V době od 21. do 26. března 1970 se konala v Bruselu evropská výstava z oboru vytápění, klimatizace a izolaci. Ve dnech výstavy byla dále uspořádána třídní konference, zaměřená na tato základní téma:

1. Klimatizace výškových staveb.
2. Vývoj hořáků.
3. Ekonomie vytápění obytných budov.
4. Vytápění elektrinou a plynem.

(Bš)

## ● Kontrola prachových a kouřových emisí

Firma Airflow Developments Ltd. z Velké Británie začala vyrábět optickou sondu ke kontrole emisí prachu a kouře. Přístroj dává spojitý signál úměrný stupni průhlednosti plynu. Citlivost je nastavitelná ve dvou oblastech: na koncentraci pevných látaků a na hustotě kouře podle britské normy 2978.

Odběr proudu z přístroje může být odečten na ukazovateli. Je možné připojit též další zapisovač.

Přístroj může být proveden jako pevně zabudovaný, např. pro výzkum odlučovačů, nebo přenosný.

Přístroj sestává ze sondy z ušlechtilé oceli, elektronické kontrolní a ukazovací jednotky, spojovacího kabelu a podle potřeby též zapisovače měřených hodnot. Sonda, která obsahuje celkový optický systém, se může v několika minutách lehce z komínu (nebo pod.), který je v provozu, vyjmout, nastavit a opět zasunout. Trubičková sonda je opatřena podélnými štěrbinami, kterými proudí plyny. Na vnitřním konci je 12 V žárovka, která se může použít do teploty 200 °C. Na vnějším konci sondy (mimo proud plynů) je umístěna odporová buňka, citlivá na světlo. Buňka je chráněna proti zvýšeným teplotám.

Aby byla zachována čistota optických částí, jsou na obou koncích sondy spirální labyrinty, umožňující centrální průchod světla bez překážky. Proud prašného plynu se zabrzdí labyrintem za působení malého otvoru pro ofukování vzduchu tak silně, že částice prachu se nemohou dostat do jádra světelného paprsku. Předností této konstrukce je, že dovoluje další toleranci při seřizování optických členů. Také protažení sondy, způsobené teplem, neovlivňuje přesnost přístroje.

Plně transistorová elektronická jednotka je umístěna ve skříni, odolné proti počasi, která obsahuje měnič pro regulovaný stejnosměrný proud pro žárovku sondy a lineární zesilovač. Pro vedlejší přípoje se předpokládá nízko-napěťový střídavý proud.

Lineárním zvětšením se dosáhne toho, že rozsah stupnice, úměrný zatemnění, je 1 mA. Volitelně umožňují měření koncentrace prachu

ve vysokých nebo nízkých oblastech lineárně nebo měření kouře exponenciálně, podle stupnice podle britské normy. Přístroj se cejchuje standardním filtrem mimo kouřovod. HLH 12/69

(Je)

## ● Ventilátory z nových hmot

K odsávání korozivních par vyvinula fa The British Fan and Electric Co. nové ventilátory z nových hmot. Skříň ventilátoru je z polyesterové pryskyřice, zesílené skleněnými vláknami, a oběžné kolo z epoxidové pryskyřice. Ventilátory instalované v provozu nevykázaly po tříletém průtoku nejrůznějších par kyselin žádné znaky koroze. Ventilátory z nových hmot se v Anglii již používají v těchto provozech: tavírnách oceli, galvanizovnách, cementárnách, chemických zařízeních, rafinériích oleje, brusírnách dřeva, jakož i závodech na výrobu barev, gumy a umělých hmot. Vyrábějí se ve čtyřech velikostech o průměru kola 229, 304, 381 a 457 mm.

Oběžné kolo, použité u těchto ventilátorů, má radiální lopatky a odlévá se v jednom kuse okolo středního mosazného náboje, kterým prochází hřídel motoru. Kovové části jsou chráněny těsněním proti spalinám a parám. Každé jednotlivé oběžné kolo se během montáže přesně vyvažuje, aby bezvadně běželo a nenastávalo chvění, které se může projevit vydřením ložisek. Skříň ventilátoru je tak navržena, že ani nýty ani matky nebo šrouby nevyčnívají do vnitřku, kde by mohly kordovat. Vstupní víko skříně je opatřeno kruhovým hrđlem, takže se vzduchovody mohou lehce napojit. Výstup je čtvercový a k ulehčení napojení je opatřen přírubou. Ventilátory mohou být však dodávány též s přechodovým kusem kruhového průřezu, nanýtovaným přímo na čtvercovou přírubu. V nejspodnějším místě je skříň opatřena trubičkou pro vypouštění kondenzátu. Materiál, který se používá na výrobu oběžného kola není stálý jen vůči spalinám a parám, ale snese též teploty do 120 °C. Nízká hmotnost je další předností použitých materiálů. Ventilátor o průměru kola 229 mm váží s motorem jen 18 kg. Největší ventilátor 457 mm může zdvihnout jeden muž. Jeden muž může také instalovat ventilátor s příslušným potrubím.

Elektromotory, dodávané s těmito ventilátory, jsou přímo napojeny na oběžné kolo. Normálně jde o kartáčkové kotvové motory, chráněné proti vnikání vodních kapek, které jsou vinutý bud pro střídavý nebo stejnosměrný proud. Lze však dodávat za zvýšenou cenu též protivýbušné nebo uzavřené motory nebo se zvláštním vinutím podle přání zákazníka.

(Je)

# PROVOZNÍ VLASTNOSTI PARNÍCH TEPELNÝCH SÍTÍ A ZÁKLADY JEJICH MODELOVÁNÍ

ING. MIROSLAV KUBÍN

*Elektrárny Poříčí u Trutnova*

V článku se autor zabývá přenosovými vlastnostmi parních tepelných sítí, měřením přechodových charakteristik, akumulací tepla v parních sítích a přerušovaným provozem těchto sítí. Článek obsahuje rovněž základy matematicko-fyzikální podobnosti, které by umožnily modelování složitých tepelných jevů na analogovém zařízení.

*Recenzoval Ing. J. Cikhart, CSc.*

## POUŽITÉ OZNAČENÍ

- $l, x, y, z$  — délka, souřadnice [m],  
 $g$  — hmotnost [kg],  
 $\tau$  — čas [s], [h],  
 $t$  — teplota [ $^{\circ}$ C],  
 $\vartheta$  — teplotní rozdíl [deg],  
 $a$  — zrychlení [ $m s^{-2}$ ],  
 $F$  — síla [kp],  
 $E_T$  — energie, množství tepla [kcal],  
 $i$  — entalpie [ $kcal kg^{-1}$ ],  
 $M$  — průtočná hmotnost [ $kg s^{-1}$ ],  
 $P$  — výkon [W], [ $kcal s^{-1}$ ],  
 $Q$  — tepelný tok [kcal  $h^{-1}$ ],  
 $V$  — objem [ $m^3$ ],  
 $S$  — plošný obsah [ $m^2$ ],  
 $a$  — součinitel teplotní vodivosti [ $m^2 h^{-1}$ ],  
 $\alpha$  — součinitel přestupu tepla [ $kcal m^{-2} h^{-1} deg^{-1}$ ],  
 $\lambda$  — součinitel tepelné vodivosti [ $kcal m^{-1} h^{-1} deg^{-1}$ ],  
 $k$  — součinitel průchodu tepla [ $kcal m^{-2} h^{-1} deg^{-1}$ ],  
 $\varrho$  — měrná hmotnost [ $kg m^{-3}$ ],  
 $r$  — měrný tepelný odpor [ $kcal^{-1} m deg h$ ],  
 $q$  — hustota tepelného toku [ $kcal m^{-2} h^{-1}$ ],  
 $U$  — elektrické napětí [V],  
 $J$  — elektrický proud [A],  
 $R$  — elektrický odpor [ $\Omega$ ],  
 $G$  — elektrická vodivost [S],  
 $C$  — elektrická kapacita [F],  
 $L$  — elektrická indukčnost [H],  
 $T$  — časová konstanta [h],  
 $c$  — měrné teplo [ $kcal kg^{-1} deg^{-1}$ ].

## 1. ÚVOD

Přenos tepla ze zdroje ke konzumentovi není, pokud jde o tepelný tok, nikdy konstantní a kolísá často velmi rychle od minima do maxima. I když konzumenti neodebírají teplo, tj. uzavírací orgány na konci přípojek jsou uzavřeny, vyžaduje tepelná síť na krytí vlastních tepelných ztrát určitý tepelný příkon. Do tepelné sítě se dodává i v tomto případě určité množství tepla (páry).

**Provoz se obvykle uskutečňuje:**

- s konstantními parametry na vstupu do tepelné sítě. Se změnou množství dodávaného tepla se mění i ostatní parametry na konci parovodu, resp. u konzumentů;
- s konstantními parametry na výstupu z tepelné sítě, tj. u konzumentů. V tomto případě je nutno měnit počáteční parametry páry. V praxi se toto realizuje změnou protitlaku turbiny, nebo parametrů v redukční a chladící stanici. Jde tedy o provoz klouzavým protitlakem.

*Modifikací normálního provozu* je případ, kdy se mění parametry na vstupu do tepelné sítě v době, kdy odpadne technologický konzum. Ve většině případů je možné snížit parametry na vstupu, aniž by byl technicky narušen režim konzumentů.

*Přerušovaný provoz* je zvláštním případem, kdy v určitých časových intervalech je tepelný tok, přenášený prostřednictvím teplonosného média (páry) nulový, tj. zdroj od tepelné sítě je odpojen.

Ve všech uvedených provozních případech se více nebo méně uplatňují přechodové jevy, tj. takové pochody, při nichž parametry páry mění svoji velikost z jedné ustálené hodnoty na jinou, rovněž ustálenou.

**Přechodové jevy mají vliv na**

- obsluhu tepelné sítě: zejména na spouštění parních sítí, techniku nahřívání, zamězení vodních rázů, atd.,
- namáhání parních sítí: v důsledku teplotních rázů vznikají přídavná napětí ve stěnách trubek, deformace potrubí, apod., což ovlivňuje konstrukci parovodů,
- tepelné ztráty parní sítě: při přechodu za různých provozních stavů se mění i tepelné ztráty. Úspory, popř. zvýšení ztrát, vznikají v izolaci, únikem média, ne-přesným měřením, apod.

Provoz parní sítě má být ekonomicky optimální, uvedené vlivy jsou vesměs z hlediska ekonomiky protichůdné.

Při přerušovaném provozu jsou problémy největší. I když tepelné rozvody uvnitř průmyslových závodů, event. přípojky jsou běžně provozovány přerušovaně, u hlavních parovodních řádů tomu tak není, neboť požadavky jednotlivých konzumentů se značně liší. S prodloužením pracovního volna a kumulací svátků se stále prodlužují intervaly, kdy parovodní sítě jsou nevytížené. Stává se aktuální otázka, za jakých podmínek je možné provozovat parní sítě přerušovaně. V dalším jsou tyto otázky rozebrány.

## **2. PŘENOSOVÉ VLASTNOSTI PARNÍ SÍTĚ**

Přenosové vlastnosti je možno analyzovat za předpokladu, že všechny fyzikální pochody probíhají ustáleně (staticky) nebo v závislosti na čase (dynamicky), kde je nutno respektovat všechny přechodové jevy, nestacionární sdílení tepla, atd.

- *Statické přenosové vlastnosti*, tj. souhrn všech závislostí majících význam při ustáleném provozu parní sítě, je řešen v projektu a konstrukci parovodu. Jde zejména o výpočet hospodárného průměru potrubí, výpočet hospodárné tepelné izolace, výpočty pevnostní, stavební, technologické provedení, atd. Kromě toho mohou být určeny další technicko-ekonomické podmínky, jako např. volba hospodárného protitlaku v teplárně. Na základě téhoto výpočtu lze určit průběh důležitých parametrů páry podél parovodu pro různé varianty provozu. Stanovení např. průběhu tlaku se dnes s výhodou řeší na elektrickém analogonu

(EGÚ Praha). Méně obvyklý s ohledem na pracnost je propočet tepelných a teplotních úbytků v síti.

- *Dynamické přenosové vlastnosti*, tj. souhrn všech závislostí majících význam při neustálených pochodech, se v projektech neřeší (otázky nestacionárního vedení tepla, akumulace tepla). V následujících statích je proto podán přehled těchto otázek mimo obsluhu parních sítí a namáhání parních sítí. Tyto problémy jsou dostatečně v dostupné literatuře popsány.

### 3. NESTACIONÁRNÍ VEDENÍ TEPLA

Pro zjištování poměrů při přerušovaném provozu je nejdříve nutné se seznámit s teorií nestacionárního vedení tepla, které se při ohřívání a ochlazování parovodu uplatňuje. Tento proces je vždy spojen se změnou entalpie hmot, které se na procesu podílejí. Charakteristické pro nestacionární vedení tepla je časově proměnné teplotní pole.

Při přechodových jevech a v přerušovaném provozu se pochopitelně uplatňují všechny problémy spojené s přestupem tepla, s přenosem hmotnosti, tedy prouděním. Poněvadž však v našem případě je teplonosné médium pára, mají menší význam a bude na ně upozorněno jen v konkrétní souvislosti. Podrobnosti lze nalézt např. [4].

#### Časové fáze nestacionárního vedení tepla

Nestacionární vedení tepla je možno časově rozdělit na tři fáze.

- *První fáze*: je proces šíření tepla do vzdálenějších oblastí, např. v parovodu přes stěnu trubky do izolace, kde dosud bylo rozložení teplot ustálené. Rychlosť změny teploty je v jednotlivých bodech různá. Teplotní pole závisí značně na počátečním stavu, jedná se o tzv. neuspořádaný děj.
- *Druhá fáze*: vliv počátečních rozdílů je utlumen. Rychlosť změny teploty je ve všech bodech stejná, jedná se o uspořádaný (regulérní) proces.
- *Třetí fáze*: nastane po určité době, kdy se teplotní pole již nemění s časem, existuje termodynamická rovnováha.

Řešení nestacionárního vedení tepla znamená najít závislosti teploty a sdíleného tepla na čase pro libovolný bod. Toto řešení, při kterém by byly matematicky popsány všechny tři fáze, je obtížné. Proto většina autorů (*Esser, Krischer, Konrádová*) se omezila na popis druhé fáze, která se řídí exponenciálními závislostmi. Řešení lze provádět analyticky, přibližně nebo experimentálně modelováním.

#### Analytické řešení

Vychází se z Fourierovy rovnice:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right),$$

kde  $a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$  je teplotní vodivost, která charakterizuje rychlosť vyrovnávání tepla [ $\text{m}^2 \text{ h}^{-1}$ ],

$\lambda$  — tepelná vodivost,

$\rho$  — měrná hmotnost,

$c$  — měrné teplo.

Pro jednorozměrné vedení tepla platí:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}.$$

Aby bylo možno počítat průběh zahřívání nebo chladnutí podle této rovnice, je nutné znát počáteční teploty a podmínky přestupu tepla. Exaktní matematické řešení vede k použití Fourierových řad. Proto byly pro jednoduché geometrické tvary (stěna, válec) sestrojeny pomocné diagramy. K práci s nimi je ovšem nutno znát základy teorie podobnosti, která umožnuje modelování dějů.

Pro definici jevů musíme určit podmínky jednoznačnosti, tj. fyzikální podmínky, geometrické podmínky, časové podmínky a okrajové podmínky. Metodika určení podobnostních kritérií je podrobně popsána v literatuře [2], [4]. Pro naše účely postačí konstatování, že všechna kritéria podobnosti lze získat ze základních diferenciálních rovnic, týkajících se přenosu tepla a ze souhrnu podmínek jednoznačnosti. Pomocí jedné ze tří metod (podobnostní transformace, integrální analogony, úprava do bezrozměrného tvaru) lze určit podobnostní kritéria.

Pro jednorozměrné nestacionární vedení stěnou platí

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \rightarrow \frac{t}{\tau} \sim a \frac{t}{l^2} \rightarrow \frac{a\tau}{l^2} = \text{Fo},$$

kde  $\text{Fo}$  — Fourierovo číslo, charakterizující závislost mezi rychlosí změny teplotního pole, tepelnými a geometrickými vlastnostmi.

Z rovnice pro přestup tepla

$$\lambda \frac{\partial t}{\partial x} = F\alpha \Delta t \rightarrow \frac{\lambda t}{l} \sim \alpha t \rightarrow \frac{\alpha l}{\lambda} = \text{Bi},$$

kde  $\text{Bi}$  — Biotovo číslo, charakterizující poměr mezi přestupem tepla a vedením tepla v pevné stěně, tedy okrajové podmínky pro vedení tepla v pevné stěně.

Podobně lze obdržet i další kritéria, používaná ve sdílení tepla (Reynoldsovo, Prandtlovo, Nusseltovo). Podobnostní kritéria, tj. invarianty kriteriálních vztahů, jsou využita ve zmíněných diagramech, kde je znázorněna závislost

$$\frac{t - t_0}{t_{ok} - t_0} = f\left(\text{Fo}, \text{Bi}, \frac{x}{l}\right),$$

$t$  — teplota v odlehlosti  $x$  a čase  $\tau$ ,

$t_0$  — počáteční teplota tělesa,

$t_{ok}$  — teplota okolí,

$\frac{x}{l}$  — poměrná odlehlost.

### Přibližné výpočtové metody řešení

a) metoda konečných rozdílů (Schmidtova)

Rozdělení teplot ve stěně se řeší graficky, přičemž nekonečně malé rozdíly ve Fourierově diferenciální rovnici se nahrazují rozdíly konečnými.

### b) metoda regulérní fáze (Kondratěvova)

Vychází se z druhé fáze nestacionárního vedení tepla. Teplotní pole se mění s časem podle vztahu

$$\ln(t - t_0) = -m \cdot \tau + c \Rightarrow t - t_0 = e^{-m\tau + c},$$

kde  $m > 0$  má stejnou hodnotu pro libovolný bod tělesa. Velikost závisí na tvaru, rozměrech tělesa a tepelných vlastnostech tělesa a součiniteli přestupu tepla;  $m$  je tedy kritérium pro rychlosť ochlazování a má rozměr  $[h^{-1}]$  (převratná hodnota časové konstanty).

Experimentálně lze určit hodnotu  $m$  změřením teplotního rozdílu v bodě tělesa ve dvou okamžicích.

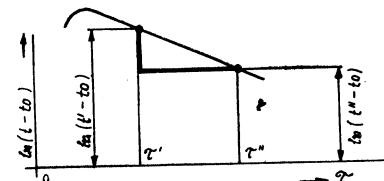
$$m = \frac{\ln(t' - t_0) - \ln(t'' - t_0)}{\tau' - \tau''}.$$

Podrobnosti jsou obsaženy v [6]. Ke stejným závěrům došel Esser — (exponenciální průběh teploty při chladnutí), jehož vzorec bude dále po zjednodušení použito k praktickému výpočtu chladnutí parovodu v parní síti TDK.

### Metody experimentální

#### a) metoda hydrotepelné analogie [5]

Vedení tepla je podobné průtoku tekutiny kanály při laminárním proudění. Odpovídající analogické veličiny:



Obr. 1.

prošlé teplo $E_{Q_1}$	[kcal m <sup>-2</sup> ]	— objem kapaliny $V$	[m <sup>3</sup> ]
vodní hodnota $W$	[kcal deg <sup>-1</sup> ]	— průřez nádoby $S$	[m <sup>2</sup> ]
tepelný odpor $r$	[kcal <sup>-1</sup> m deg h]	— hydraulický odpor $\zeta$	[m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ]
rozdíl teplot $\Delta t$	[deg]	— rozdíl výšek hladin $h$	[m]
hustota tepelného toku $q$	[kcal m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ]	— objemový tok kapaliny $v$ [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	

$$\text{Vedení tepla: } dQ = Wdt; \quad q = \frac{\Delta t}{r}; \quad r = \frac{\Delta x}{\lambda}$$

$$\text{Proudění: } dV = Sdh; \quad v = \frac{\Delta h}{\xi}$$

#### b) metoda elektrotepelné analogie

Vychází z podobnosti rovnic pro vedení tepla a procesu modelovaného v elektrickém okruhu. Tato metoda je v dalším rozvíjena, neboť je podle našeho názoru pro praktické řešení otázek parovodů nejjednodušší.

Z pohledu vyplývá, že pouze elektrotepelný model nestacionárního vedení tepla lze dobře realizovat podobně, jako elektrohydraulický model tlakových poměrů v tepelné síti.

Elektrotepelné analogické vztahy lze využít i bez realizace vlastního elektrického modelu v kombinaci s měřením přechodových charakteristik, jak bude dále uvedeno.

#### 4. TEPELNÉ VLASTNOSTI LÁTEK Z HLEDISKA PŘECHODOVÝCH JEVŮ

V této kapitole jsou stručně shrnutý některé látkové vlastnosti z hlediska přechodových jevů v parovodech v oblasti běžných tlaků a teplot.

##### — *Tepelná vodivost*

Jednotkou je součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  [kcal m<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> deg<sup>-1</sup>]. Jeho závislosti na tlaku a teplotě jsou zanedbatelné, tedy při přechodových jevech je  $\lambda$  přibližně konstantní. Pára má nízkou tepelnou vodivost, takže při přenosu hmoty páry je podíl vedení tepla zanedbatelný. Tepelná vodivost izolací většinou neodpovídá laboratorním hodnotám, např. u pěnobetonu má na  $\lambda$  značný vliv vlhkost a provozní stav. Při propočtech je nutno uvažovat hodnoty naměřené v praxi.

##### — *Měrné teplo $c_p$ (při konst. tlaku)* [kcal kg<sup>-1</sup> deg<sup>-1</sup>]

V oblasti běžných změn tlaku a teplot lze změnu  $c_p$  zanedbat.

##### — *Měrná hmotnost $\varrho$* [kg m<sup>-3</sup>]

Hmotnost páry se značně mění s teplotou a tlakem, a to jak u syté, tak přehřáté páry.

Pro orientaci a kvantitativní porovnání vlastností látek, které se podílejí na přechodovém jevu, uvádíme následující tabulku:

	Médium		Ocelová trubka	Izolace	Okolí	
	voda	pára			vzduch	zemina
$\lambda$	0,486	0,01 ÷ 0,028	40 ÷ 45	0,05 ÷ 0,2	0,021	0,15 ÷ 0,5*)
$c_p$	1,0	0,5 ÷ 0,7	0,11	0,22	0,24	0,48
$\varrho$	1000	sytá 0,5 ÷ 8 100 — 200°C	7 900	200 ÷ 400	1,2	1700

\*) Podle povahy a zejména vlhkosti zeminy může dosáhnout i značně vyšších hodnot.

##### — *Teplotní vodivost $a$*

$$a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \varrho} \quad [\text{m}^2 \text{ h}^{-1}]$$

Látkové vlastnosti se při přechodových jevech neuplatní odděleně. Z tohoto důvodu jsou shrnutý do pojmu *teplotní vodivost*, která udává rychlosť změny teploty, resp. vyrovnávání teplot. Teplotní vodivost je přímo úměrná tepelné vodivosti a nepřímo úměrná měrné tepelné jímavosti. Čím je  $a$  menší, tím chladne látka, např. izolace, pomaleji.

Součin ( $c_p \cdot \varrho$ ) se označuje jako *měrná tepelná jímavost*, nebo specifická tepelná kapacita. Je to teplo v kcal, které je nutné k ohřátí jednotkového objemového množství látky o 1 °C.

Při přerušovaném provozu máme z důvodů ztrát zájem na tom, aby ztracené teplo akumulované v izolaci bylo co nejmenší. Musí být proto tepelná jímavost co nejmenší. Při vlhké izolaci tepelná jímavost stoupá a tím se zvyšuje akumulace tepla. Celková tepelná jímavost závisí na objemu látek, které se účastní přechodového jevu (trubka, izolace, event. zemina). Při přerušovaném provozu musí být malá, tzn., že izolace musí být lehká, o malém objemu. To vyžaduje opět z hlediska trvalých ztrát malou tepelnou vodivost a malé měrné teplo.

Přehled průměrných hodnot je uveden v tabulce:

	Médium		Trubka	Izolace	Okolí	
	voda	pára (sytá) (0 — 200 °C)			vzduch	zemina
$10^3 \alpha$ [m <sup>2</sup> h <sup>-1</sup> ] $c_p \cdot \varrho$ [kcal m <sup>-3</sup> deg <sup>-1</sup> ]	47 1000	66 ÷ 5,3 100 ÷ 5	45 800	0,9 ÷ 1,0 60	0,7 0,3	0,69 ~ 850

*Kritérium charakterizující vlastnosti látek* (Prandtlovo číslo)

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{a} = \frac{\mu c_p}{\lambda}.$$

Rozhodující jsou látkové vlastnosti, a to dynamická viškozita  $\mu$ , měrné teplo  $c_p$  a součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$ .

Kromě látkových vlastností je nutné posoudit ještě další odvozené fyzikální vlastnosti, jako je součinitel přestupu tepla  $\alpha$  a součinitel průchodu tepla  $k$  [2].

## 5. OTÁZKY MODELOVÁNÍ

Obecně existují v oblasti modelování přechodových jevů dva přístupy, a to matematická cesta a cesta modelování.

- *Cesta matematická* předpokládá podrobnou fyzikálně matematickou analýzu soustavy. Všechny jevy se musí dát popsat diferenciálními rovnicemi, je nutno znát okrajové a časové podmínky.
- *Cesta modelování* užívá modelu, ve kterém jevy probíhají podobně, jako ve skutečném zařízení. Problémy se zkoumají experimentálně.
- *Existuje ještě další možnost*, která využívá skutečnosti, že mezi modelem a realitou mohou existovat tyto vztahy:
  - Oba systémy jsou homologické, jestliže každému prvku jednoho systému odpovídá jeden prvek v druhém systému.
  - Oba systémy jsou analogické, jestliže jsou popsány stejnými matematickými vztahy.

Je nutno rozlišit modelování fyzikální a matematické:

- Při fyzikálním modelování používáme pravého modelu, stavěného na základě rozměrové analýzy. Model je jak homologický, tak analogický.
- Při matematickém modelování používáme zařízení jiné fyzikální podstaty, kde však jevy jsou popsány stejnými matematickými vztahy, jako u skutečného zařízení. Model se nazývá *analogonem*.

Mezi analogonem a zařízením existují opět vztahy jak analogické, tak homologické a podle toho rozlišujeme analogony direktní a indirektní, kde homologické vztahy jsou slabé nebo žádné.

Metodický základ pro modelování jevů dává teorie podobnosti, která se zabývá zobecněním výsledku pokusu na podobné děje. Základní pravidla pro podobnost jevů, stanovení kritérií podobnosti a kriteriálních rovnic včetně metodiky na jejich stanovení, je obsaženo v [4]. Pro naše účely vystačíme s třemi kritérii podobnosti, které již byly uvedeny, tj. Biotovým, Fourierovým a Prandtllovým číslem.

## 6. ELEKTRICKÉ MATEMATICKÉ MODELY

Z možností uvedené v kapitole 5 se jeví nevhodnější matematické modelování. Než uvedeme vlastní elektroteplný model vhodný pro výpočet, připomeneme si základní analogické vztahy, které se používají.

### Elektromechanická analogie

Elektromechanická analogie spočívá v matematické podobnosti dynamických procesů v mechanice a elektrotechnice. Elektrický model z pasivních elementů se může vytvořit dvojím způsobem:

#### a) Systém I

Energie magnetického pole odpovídá kinetické energii.  
Energie elektrického pole odpovídá potenciální energii.

#### b) Systém II

Energie magnetického pole odpovídá potenciální energii.  
Energie elektrického pole odpovídá kinetické energii.

Rovnice pro rovnováhu sil odpovídá rovnováze napětí v uzavřeném elektrickém obvodu.

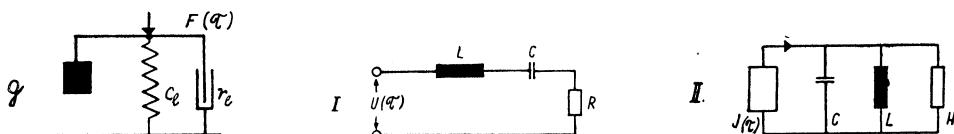
Pro analogii I:

$$G \frac{dv}{d\tau} + r_1 \cdot v + \frac{1}{l_1} \int v \, d\tau = F(\tau) \Rightarrow L \frac{dJ}{d\tau} + R \cdot J + \frac{1}{C} \int J \, d\tau = U(\tau).$$

Pro analogii II:

$$G \frac{dv}{d\tau} + r_1 \cdot v + \frac{1}{l_1} \int v \, d\tau = F(\tau) \Rightarrow C \frac{dU}{d\tau} + G \cdot U + \frac{1}{L} \int U \, d\tau = J(\tau).$$

Schematické znázornění:



Obr. 2.

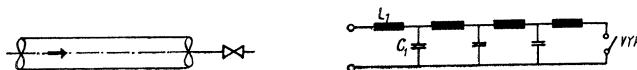
## Tabelární přehled analogických pojmu:

Mechanický systém	Elektrická analogie		
	I		II
rychlos $v$	[m s $^{-1}$ ]	proud $J$ [A]	napětí $U$ [V]
síla $F$	[kp]	napětí $U$ [V]	proud $J$ [A]
hmota $G$	[kg]	indukčnost $L$ [H]	kapacita $C$ [F]
prodloužení $l_1$	[m . kp $^{-1}$ ]	kapacita $C$ [F]	indukčnost $L$ [H]
odpor tření $r_1$	[kp . m $^{-1}$ . s]	ohmický odpor $R$ [ $\Omega$ ]	ohmická vodivost $G$ [1/ $\Omega$ ]
kin. energie		mag. energie $E_M$ [J]	el. energie $E_{el}$ [Ws]
$\Sigma \frac{1}{2} gr^2 = E_k$	[J]		
impuls $G_v$	[kps]	mag. tok $\Phi$ [Wb]	náboj $q_{el}$ [C]
dráha, výchylka $x$	[m]	náboj $q_{el}$ [C]	mag. tok $\Phi$ [Wb]
práce $A = F \cdot dx$	[J]	$U \cdot d q_{el}$ [J]	$J \cdot d\Phi$ [J]

## Elektrohydraulická analogie

Používá se k modelování proudění tekutin a plynů hydrodynamických systémů. Proudění potrubím lze modelovat LC a RC řetězci podobně jako u dlouhých elektrických vedení.

Schematické znázornění:



Obr. 3.

Matematické vztahy:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} &= \frac{1}{g \cdot S} \frac{\partial M}{\partial \tau} ; & \frac{\partial U}{\partial x} &= L' \frac{\partial J}{\partial \tau} ; \\ \frac{\partial M}{\partial x} &= \frac{g \cdot S}{a^2} \frac{\partial P}{\partial \tau} ; & \frac{\partial J}{\partial x} &= C' \frac{\partial U}{\partial \tau} . \end{aligned}$$

## Tabelární přehled analogických pojmu:

Potruba systém	Elektrická analogie		
Hydraulický tlak $P$	[Nm $^{-2}$ ]	napětí $U$	[V]
Protékáné množství $M$	[kg s $^{-1}$ ]	elektrický proud $J$	[A]
výraz g $^{-1}$ S $^{-1}$		indukčnost na jednotku délky $L$	[Hm $^{-1}$ ]
výraz g Sa $^{-2}$		kapacita na jednotku délky $C$	[Fm $^{-1}$ ]
Rychlos šíření hydr. rázu $c$	[m s $^{-1}$ ]	rychlos šíření elektr. rázu $c$	[m s $^{-1}$ ]
Zrychlení g	[m s $^{-2}$ ]		

Elektrohydraulickou analogií se dají vyšetřovat zejména přechodové stavy při proudění. Nutno rozlišit od hydroteplné analogie uvedené v předchozí kapitole, kterou se modelují neelektrickým způsobem nestacionární jevy při přenosu tepla vedením.

## 7. ELEKTROTEPELNÁ ANALOGIE

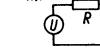
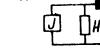
Pro vyšetřování přechodových jevů v tepelné síti se hodí nejlépe elektrotepelna analogie, která je probrána podrobně.

Tabelární přehled analogických pojmů:

Tepelný systém	Elektrická analogie	
	obvod elektrický	obvod dielektrický
rozdíl teplot $\vartheta$ [deg]	emsa $U$ [V]	rozdíl napětí $U$ [V]
tepelný tok $Q$ [kcal h <sup>-1</sup> ]	el. proud $J$ [A]	dielek. tok $Q$ [C/s]
a) proudění $Q = S \cdot \alpha \vartheta$	$J = \frac{U}{R} = [A, V, \Omega]$	$Q = \frac{U}{R_d} \left[ C, V, \frac{1}{F} \right]$
b) vedení $Q = S \frac{\lambda}{l} \cdot \vartheta$	$J = U \cdot G$	$Q = U \cdot C$
c) sálání $Q = S \cdot c \left( \frac{T}{100} \right)^4$	[A, V, S]	[C, V, F]
množství tepla $E_Q = Q \cdot \tau$ [kcal, kcal h <sup>-1</sup> , h] $E_Q = g \cdot c \cdot \vartheta$ [kcal, kg h <sup>-1</sup> , kcal kg <sup>-1</sup> deg <sup>-1</sup> , deg]	práce $W = U \cdot J$ [Wh, V, A]	$W = \frac{CU^2}{2}$ [J, F, V] $W = \frac{QU}{2}$ [J, C, V]
tepelný odpor	El. odpor	elastance
$R_T = \frac{1}{k \cdot S} \quad r = \frac{1}{k} = \left( \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\varrho}{\lambda} \right)$ [deg h kcal <sup>-1</sup> ]	$R = \frac{U}{J}$ [\Omega, V, A]	$R_d = \frac{U}{Q} \left[ \frac{1}{F}, V, C \right]$
tepelná kapacita $C_t = C_p \cdot \varrho \cdot V$ [kcal kg <sup>-1</sup> deg <sup>-1</sup> ] ( $C_p \cdot \varrho$ ) = tepel. jímavost měrná	$G = \frac{J}{U}$ [S, A, V]	$C = \frac{Q}{U}$ [F, C, V]
teplotní gradient	elektrická vodivost	$C = \frac{J\tau}{U}$ [F, A, S, V]
$\vartheta_t = \frac{\vartheta}{\Delta l}$ [deg m <sup>-1</sup> ]	el. spád	síla el. pole
.	$G_e = \frac{U}{l}$ [Vm <sup>-1</sup> , V, m]	$G_e = -H = \frac{U}{l}$ [Vm <sup>-1</sup> , V, m]
hustota tepelného toku	hustota el. proudu	hustota diel. toku
$q = -\lambda \frac{d\vartheta}{dl}$ [kcal m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ]	$\sigma = \frac{J}{S}$ [Am <sup>-2</sup> , A, m <sup>2</sup> ]	$D = \frac{Q}{S} = \epsilon \epsilon_0 H$ [Cm <sup>-2</sup> , C, m <sup>2</sup> ]

## 8. SYSTÉMY ELEKTROTEPELNÝCH ANALOGIÍ

Je možno vytvořit čtyři systémy elektrotepelnych analogií, které jsou porovnány v následující tabulce. Z těchto systémů se vzhledem k jednoduchosti používá pouze první.

Tepelný systém	Elektrická analogie			
 $C_T \frac{d\vartheta}{d\tau} + \frac{\vartheta}{R_T} = Q(\tau)$	I.  $C \frac{dU}{d\tau} + \frac{U}{R} = i(\tau)$	II.  $L \frac{dJ}{d\tau} + \frac{J}{G} = U(\tau)$	III.  $R \frac{dQ}{d\tau} + \frac{Q}{C} = U(\tau)$	IV.  $G \frac{d\Phi}{d\tau} + \frac{\Phi}{L} = i(\tau)$
množství tepla $E_Q$	elek. náboj $Q$	$\Phi$	$\Phi$	elek. náboj $Q$
tepelny tok $Q$	proud $J = \frac{dQ}{d\tau}$	$U$	$U$	$J$
teplotní spád $\vartheta$	napětí $U$	$J$	$Q$	$\Phi$
tepelny odpor $R_t$	odpor $R$	vodivost $G$	$C$	indukčnost $L$
tepelna kapacita $C_t$	kapacita $C$	$L$	$R$	$G$
čas $\tau_t$	$\tau_E$	$\tau_E$	$\tau_E$	$\tau_E$

Kritéria podobnosti

$$\frac{Q \cdot \tau_t}{C_t \cdot \vartheta} = \frac{J \cdot \tau_E}{C \cdot U}; \quad \frac{R_t \cdot Q}{\vartheta} = \frac{R \cdot I}{U} \Rightarrow \frac{\tau_E}{\tau_t} = \frac{R \cdot C}{R_t \cdot C_t},$$

kde  $R, C$  — čas. konstanta.

Časové měřítko je vyjádřeno poměrem časových konstant elektrického okruhu a tepelného systému. Časové konstanty tepelného systému jsou velké a proto by modelování v normálním časovém měřítku vyžadovalo velké elektrické kapacity. Pracuje se vesměs ve „zkráceném časovém měřítku“.

(Pokračování)

## ROZHLEDY

### STATISTICKÉ ANALYZÁTORY URČUJÍ KŘIVKU ČETNOSTI, HISTOGRAM, PODMNOŽINU

Přispěvek seznamuje s novými statistickými analyzátoři řady PA, které umožňují mechanizovat a automatizovat zjišťování hodnot měřených veličin, jako rozměrů, teploty, tlaku, průtoku apod. a jejich zpracování na křivku četnosti, histogram, průměrnou hodnotu a jiné.

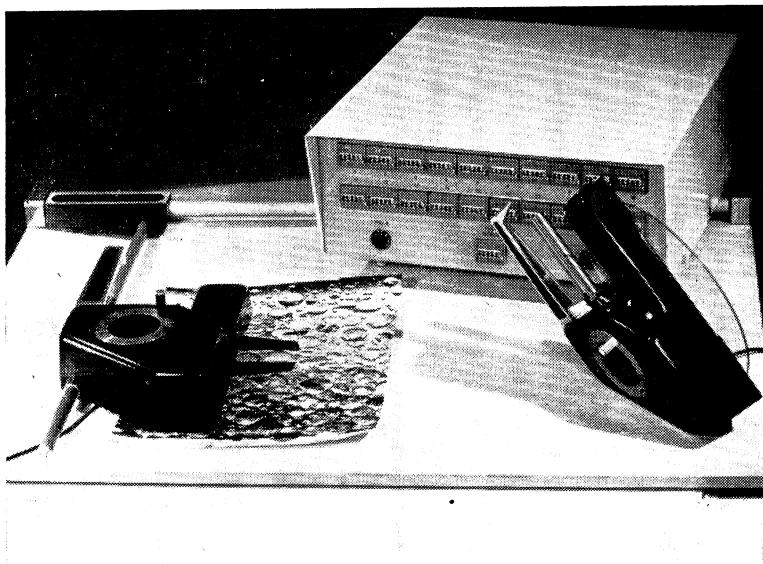
#### Poloautomatický analyzátor velikosti částic PA 3 a křivka četnosti

V celé řadě oborů se technologické pochody zhodnocují statistickými metodami. Výchozím podkladem pro některé z nich je křivka četnosti. Jako příklad je možno uvést vyhodnocování polypisperzních systémů v extraktorech kapalina—kapalina, granulometrická měření ve vzduchotechnice, ve fotochemii rozložení emulzních zrn, v krystalografii zjišťování rozmerové četnosti krystálů apod. Při použití přímé metody se obvykle vysetřují zvětšené fotografie nebo obrazy promítnuté z mikroskopu na matnici. Zobrazené částice, u nichž se zjišťují rozměry a počet, se třídí do skupin podle velikosti, čili tříd; současně se zaznamenává počet částic v každé třídě.

Z takto zjištěných údajů se stanoví křivka absolutní četnosti nebo, je-li zaznamenán i počet všech změřených částic, křivka relativní četnosti.

Automatizovat vyhodnocení obrazů se daří jen v těch případech, kdy se částice neprekryvají nebo nedotýkají, jsou kruhového tvaru a jejich celá plocha se od okolí v kontrastu a zřetelně liší. Tyto podmínky jsou splněny zřídka. Tam kde nejsou splněny, je možno s výhodou použít Poloautomatický analyzátor velikosti částic — typ PA 3, který je na obr. 1.

Přístroj sestává ze dvou částí: měřidla a počítací jednotky. Měřidlo zjišťuje rozměry částic bud posuvnými čelistmi nebo se rozdíly částic porovnávají s kruhovými značkami, vyrytými na průhledném kotouči. Značky s postupně většími průměry leží svými



Obr. 1. Poloautomatický analyzátor velikosti částic PA 3. Vpravo vzadu je počítací jednotka, vlevo vpředu měřidlo s čelistmi, nasunuté na vodicí liště, vpravo vpředu měřidlo s odměrovacím kotoučem.

středy na kružnici soustředné s osou otáčení kotouče. Místo kružnic mohou být na kotouči vyryty i značky jiných vhodných tvarů. Kotouče s různými značkami lze snadno vyměňovat.

Nastavení správného rozvěření odměřovacích čelistí nebo natočení odměřovacího kotouče do polohy, v níž se odměřovací značka shoduje s měřenou částicí, se ovládá ručním kolečkem. Rozvěření odměřovacích čelistí nebo natočení odměřovacího kotouče je analogo-číslicovým převodníkem převedeno na elektrický signál v binárním kódu, který je zaveden do počítací jednotky. Tam je signál dekodován a přiveden na počítač, příslušející rozměrové třídě, do níž patří změřená částice. Záznam do počítače je ovládán nožním nebo ručním spínačem. Počítací jednotka má dvacet přetímístních počítadel, odpovídajících dvaceti třídám a jedno počítačko pro záznam počtu všech změřených častic. Častic mohou mít rozmezí v rozmezí 0 až 40 mm. Zvolený interval v tomto rozmezí je rozdělen na dvacet tříd, jejichž šíře může být 0,5 až 2 mm. Počátek intervalu nemusí začínat nulou, může být nastaven mezi 0 až 20 mm. Šíře tříd ve zvoleném intervalu nemusí být konstantní, může se měnit podle zvolené funkční závislosti. Přístrojem lze vyhodnotit asi 4000 častic za hodinu.

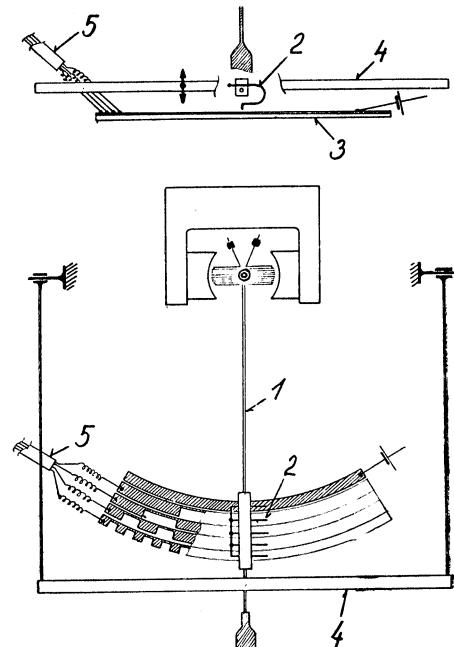
#### Automatický analyzátor četnosti hodnot měřené veličiny PA 4 a stanovení histogramu

Křivka vyjadřující četnost hodnot měřené veličiny, zjištovaných v pravidelných časových intervalech, je histogram. Je vhodným podkladem pro stanovení min. a max. hodnoty, průměrné hodnoty, pravděpodobné odchylky, překročení mezí, stanovení četnosti nebo doby, po kterou nebyla dodržena hodnota měřené veličiny, předepsaná technologickým postupem. Z této údaje se pak hodnotí ekonomie výroby, výtěžnost, bezpečnost provozu apod.

Pro automatické zjištění histogramu lze s výhodou použít Automatický analyzátor četnosti hodnot měřené veličiny typ PA 4, jehož základními částmi jsou počítací jednotka poloautomatického analyzátora velikosti častic PA 3 a jeho měřidlo, spojené se snímačem měřené veličiny. Sestava je doplněna impulzovým relé, které řídí záznam do počítače.

Analogo-číslicový převodník měřidla je možno zabudovat též do obvyklého bodového zapisovače. Na ručku měřicího systému jsou upevněny sběrací kartáčky, které se při poklesu padáčku přitisknou k vodivým nebo izolovaným ploškám kódového segmentu,

uchyceného na kostru přístroje pod ukazovací ručkou. Jedna vodivá plocha tvoří současně impulzové relé. Provedení je naznačeno na obr. 2.



Obr. 2. 1 — ručka měřicího systému, 2 — sběrací kartáčky, 3 — kódový segment, 4 — padáček zapisovače, 5 — spojovací kabel.

#### Ukazovací přístroj průměrné hodnoty měřené veličiny PA 5

Do řady předcházejících přístrojů pro statistické úkony patří též ukazovací přístroj průměrné hodnoty, užívající některé jejich funkční části.

Pro řízení plynulého technologického procesu se vypočítávají průměrné hodnoty parametrů, charakterizujících provoz ve sledovaném období a porovnávají se s parametry žádanými plánem, navazujícími provozu apod. Je zejména vhodné znát průměrné hodnoty bezprostředně po skončení sledovaného období nebo průběžně během tohoto období. V tom případě je možno např. stanovit, jakou hodnotu by měla měřená veličina mít od daného okamžiku do konce sledovaného období, aby bylo dosaženo žádaného průměru nebo konečné součtové hodnoty. Tak je tomu např. u měření průtoku a sečítání celkového proteklého množství, jímž se naplňuje nějaká nádoba.

Základem přístroje *PA 5* je měřidlo poloautomatického analyzátoru velikosti částic *PA 3* buď v provedení s čelistmi nebo v provedení s odměřovacím kotoučem a tedy ovládané ručně nebo měřidlo vybavené snímačem měřené veličiny jako u typu *PA 4* a tedy ovládané samočinně. Počítací jednotka obsahuje aritmetickou jednotku s výstupem na dekadický číslicový údaj průměrné hodnoty. Záznam změněné veličiny se děje buď po sepnutí spínače nohou popř. rukou nebo samočinně na popud impulzového relé. Souprava může být sestavena také tak, že výstup je spojen s děrovačem. Děrná páska pak může sloužit pro zpracování údajů na samočinném počítací.

Přístroj ukazující průměrnou hodnotu může být proveden i tak, že kromě údaje průměrné hodnoty ukazuje okamžitou hodnotu, jakou by měřená veličina měla mít od daného okamžiku do konce sledovaného období, aby bylo dosaženo žádaného průměru, popř. konečného součtu.

Přístroj *PA 5* může být buď ve stolním provedení jako laboratorní nebo jako provozní, uzpůsobený k montáži do panelu na stěnu.

#### Přístroj k záznamu četnosti hodnot *PA 6* a zjišťování počtu prvků podmnožiny

U měřených veličin jako je rozměr, teplota, tlak, průtok apod., jež jsou měřeny obvyklými metodami a jejichž hodnoty jsou ručně roztríděny podle velikosti do skupin, je často třeba zaznamenat četnost výskytu hodnot v každé třídě. Obdobně je-li známa množina objektů, lišících se charakteristickým znakem např. barvou a je třeba zaznamenat četnost výskytu objektů, patřících do podmnožiny určené výždy jednou barvou.

Pro mechanizaci úkonů tohoto druhu je vhodný *Přístroj k záznamu četnosti hodnot PA 6*, jehož základní část tvoří počítací jednotka poloautomatického analyzátoru velikosti částic *PA 3*. Počítací jednotka obsahuje potřebný počet počítadel, z nichž každé odpovídá určité třídě čítaných objektů a jedno počítadlo pro záznam počtu všech objektů. K počítací jednotce je připojena ovládací skříňka s tlačítkovými spínači, kterými se provádí záznam do příslušných počítadel.

Požadavky a bližší informace vyřizuje Chepos, Výzkumný ústav chemických zařízení — pobočka Praha, Ing. Voborský.

Voborský, Babor

### KOTEL „STEAMBLOC“ V NAŠICH KOTELNÁCH

V posledních letech se v našich provozech, především v rezortu MCHP a MPP a jiných složek, objevily jugoslávské kotly „Steamblock“, výrobek fy. Duro Dakovič Slavonski Brod. Jedná se o licenční výrobek podle koncepce západoněmecké fy Babcock s belgickým hořákiem fy Wanson. Kotlárná fy Duro Dakovič vyrábí tento kotel úspěšně již 8 let a spolu-pracuje úzce s licenčními podniky pro udržení modernizace výrobku.

V ČSSR jsou s kotly „Steamblock“ již několikaleté provozní zkušenosti v těchto závodech:

- Jihočeské pivovary záv. Studená,
- Mlékárna Laktos Čáslav,
- ZKL Brno-Líšeň.

V únoru 1970 byl v našem ústavu skončen technologický nedělený projekt na středotlakovou parní kotelnu o výkonu 30 t/h s výměníkovou stanicí pro Skladový areál n. p. Mototechna v Praze Stodůlkách, která je vybavena kotly „Steamblock“ a je finální dodávkou fy Duro Dakovič. Od uzavření kontraktu na technologické dodávky, po uvedení do provozu má uplynout pouhých 10 1/2 měsíce. Do této doby spadá i nedělený technologický projekt, KPŘ stavební části, které zajíšťuje generální projektant VPÚ

Praha, přípravu a výstavbu stavební části, kterou provádí n. p. Armabeton a n. p. Konstruktiva, dodávky a montáž zařízení fy Duro Dakovič a n. p. Potrubí, dodávky subdodavatelů ZPA, Siemens, Sauter, EZ atd. O této akci, mimorádné z hlediska časové organizace, budeme informovat po uvedení kotelný do provozu.

Steamblock je třítahový plamencový kotel pro výrobu syté páry nebo horké vody a s přiřazeným přehřívákem je možno vyrábět i přehřátou páru. Palivo je topný olej — lehký nebo těžký, nebo plynná paliva — svítiplyn, zemní plyn.

Součástí Steamblocku je vlastní tlaková část kotle, elektrická a parní napáječka, hořák s regulačním zařízením, vzduchový ventilátor, regulace napájení a řídicí pult s přístroji pro zcela automatický provoz. Ke kotlům spalujícím olej náleží zubové olejové čerpadlo a ohřívač oleje, kombinovaný pro elektrický a parní ohřev. Plynové kotly jsou vybaveny úplnou přípojnou plynovou armaturou. Všechno toto zařízení je umístěno na frémové nosné konstrukci. Izolace kotle skelnou vlnou, opáštování pozinkovaným plechem nebo eloxovaným hliníkem.

Kotel je přetlakový, připojení na komín je možné pomocí spodního odvodu kouřových

plynů prostřednictvím zemního sítě nebo horním převodem kouřových plynů nadzemním plechovým kouřovodem zavedeným na komín.

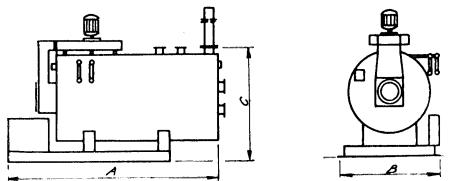
Napájení kotle je automatické pomocí regulátoru stavu hladiny v kotli. Minimální stav hladiny uzavírá přívod paliva do hořáku a uvádí v činnost akustickou a světelnou signifikaci. Při vzrůstu tlaku páry nebo teploty vody nastává regulace přívodu paliva a vzduchu do hořáku. Palivo a spalovací vzduch jsou ve správném poměru v celém rozsahu možného provozovaného výkonu, který je možno předpokládat v rozmezí 30–100 %. U oleje se reguluje množství paliva, které prochází rozprašovačem hořáku, od tlaku páry nebo teploty horké vody na výstupu z kotla. U plynu se řídí množství regulátorem přívodu plynu.

Zapálení olejového kotla lze provádět automaticky propan-butánem o tlaku 1,5 at. Řídící zařízení spíná vzduchový ventilátor a palivové čerpadlo. Po dosažení potřebného tlaku vzdachu a po vyvětrání topeniště je tlakovým spínačem zapínán magnetový plynový ventil a zapalovací transformátor, který jiskřením zapaluje plyn. Zapálení plynu kontroluje fotobuňka, která pomocí řídícího zařízení otevírá magnetický ventil přívodu paliva. Fotobuňka kontroluje ještě zapálení oleje. U plynového kotla po vyvětrání topeniště transformátor zapaluje přímo plynne palivo.

Zařízením pro přípravu paliva ke spalování je kombinovaný elektrický a parní ohříváč, kde teplota oleje je řízena termostatem. Při

poklesu výsledné teploty pod spodní hranici náležící potřebné viskozitě se kotel automaticky odstavuje. U plynových kotlů je dodatkové zařízení pro přívod, bezpečnost a regulaci spalovaného plynu.

Kotel se připojuje na elektrickou síť na řídícím panelu o napětí 220 V, 50 Hz, odkud



Obr. 1.

jsou vedeny jednotlivé proudové okruhy k elektrickým spotřebičům na kotli. Na desce řídícího pultu jsou umístěna signální světla, přístroje, ovládací místa. Automatický provoz zajišťuje elektronkové reléové časované zařízení s programovanými postupy. Ruční regulace a ovládání je možné. Krytí elektrického rozvaděče na kotli je v provedení IP 44, motory a nejiskřicí zařízení v krytí IP 33.

Pro dovoz do ČSSR výrobce respektuje dohody s naším ÚTD. Jde zejména o tyto závěry:

- Ve smyslu čl. 339 ČSN 07 0620 stačí pro napájení jedna elektrická napáječka o výkonu min. 120 % jmenovitého výkonu kotle.
  - Vzhledem k konstrukci kotle, rychlosti spalin, přetlakovému topeništi a zajištění vyvětrání topeniště před opětovným zapálením hořáku není třeba podle čl. 386 ČSN 07 0620 instalovat výbušné klapky.
  - U sítě s kouřovým hraditkem je vzduchový ventilátor blokován tak, aby se dal spouštět jen při zcela otevřené poloze hradítka. Při užití kouřových ventilátorů je vzduchový ventilátor blokován ve smyslu čl. 422 ČSN 07 0620.
  - U kotlů o tlaku přes 10 kp/cm<sup>2</sup> je všechna armatura z ocelolitiny.
  - Při první tlakové zkoušce podle čl. 46 ČSN 07 0623 se nepožaduje sejmout izolace, je-li v kotelní dokumentaci ověření orgánem jugoslávského technického dozoru.
- Pro informaci uvádím rozměrový náčrtk kotle (obr. 1), hodnoty ze zkušebního průtokolu kotle S 1200 při tlaku 13 a 17 at (tab. I.) a základní parametry (tab. II.).
- Doprava kotle je možná po ose nebo po železnici. Montáž na místě trvá pouze několik dní. Montážní organizaci pro kotle „Steambloc“ je u nás n. p. Potrubí, které zajišťuje i servisní služby. Provoz kotle zprostředkovávají PZO, obchod se provádí v clearingové oblasti.

Borovec

S 1200	Rozměr	Provozní tlak 13 at	Provozní tlak 17 at
Průtok kouřových plynů	Nm <sup>3</sup> /h	10 707	10 812
Spotřeba oleje	kcal/h	800	808
Výhřevnost oleje	kcal/kg	9 600	9 600
Množství spalovacího vzdachu	Nm <sup>3</sup> /h	10 253	10 354
Teplota páry	°C	191	203
Teplota napájecí vody	°C	105	105
Teplota vzdachu	°C	20	20
Přebytek vzdachu	—	1,2	1,2
Účinnost	%	87,57	87,03
Ztráta kouřovými plynami	%	11,53	12,07
Ztráta sáláním povrchu	%	0,9	0,9

Základní parametry kotlů STEAMBLOC

Tab. II.

Typ Normal		60	140	180	240	300	400	500	600	700	800	900	1000
Výkon Výkon kotle	kg/h Gcal/h	600 0,38	1400 0,79	1800 1,02	2400 1,36	3000 1,70	4000 2,26	5000 2,82	6000 3,40	7000 3,96	8000 4,53	9000 5,03	10000 5,60
Celková délka A	mm	3305	4150	4750	4850	5450	6450	6910	7000	7850	8500	8850	8910
Šířka rámu B	mm	1650	2000	2100	2300	2600	2600	2700	2800	2800	2800	3000	3100
Celková výška C	mm	1810	2100	2350	2420	2650	2645	2900	3120	3140	3140	3200	3300
Provozní váha (s vodou)	t	5,75	9,6	11,7	14,8	17,0	20,1	26,5	32,4	35,3	40,5	47	53,3
Teplota, přehřátí Přípustný tlak	°C kp/cm²									do 400			
										do 25			

Typ Optimal		1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
Výkon kotle Výkon kotle	kg/h Gcal/h	11000 6,20	12000 6,82	13000 7,35	14000 7,90	15000 8,45	16000 9,15	17000 9,58	18000 10,15	19000 10,71	20000 11,28	21000 11,84	22000 12,41	23000 12,98
Celková délka A	mm	7110	7190	7190	8800	8800	8900	9100	9200	9500	9700	9800	9900	9900
Šířka rámu B	mm	3250	3250	3250	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	3900	3900	3900
Celková výška C	mm	3650	3650	3650	3850	3950	4050	4150	4350	4550	4550	4550	4550	4550
Provozní váha (s vodou)	t	38	40	41	64	65	66	67	68	72	75	76	77	77
Teplota, přehřátí Přípustný tlak	°C kp/cm²										do 400			
											do 25			

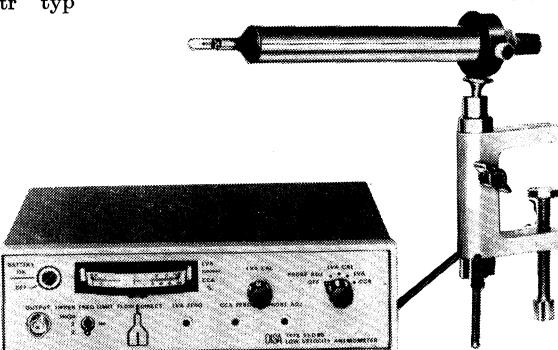
## MĚŘENÍ VELMI MALÝCH RYCHLOSTÍ PROUDĚNÍ VZDUCHU

Dánská firma DISA vyrábí pro měření velmi malých rychlostí proudění vzduchu přenosný bateriový žárový anemometr typ 55 D 80/81 (obr. 1). Základní měřicí rozsah anemometru je od méně než 0,01 m/s do 0,3 m/s, je jím však možno měřit rychlosti proudění vzduchu až do 2 m/s, pokud přístroj pracuje jako anemometr s konstantním žhavením.

U tohoto anemometru je odstraněn nepříznivý vliv vlastní volné konvekce od drátku čidla a tepelných mezních vrstev, a to nuceným kmitáním čidla s konstantní amplitudou a frekvencí. Tímto způsobem je pak první derivace funkce použita jako napětí přiváděné na měřidlo přístroje. Navíc je u tohoto při-

stroje možno stanovit i směr proudění vzduchu vzhledem k dané poloze čidla.

Bašus



Obr. 1.

## W. H. CARRIER

V letošním roce je tomu dvacet let, co zemřel „otec klimatizace“ W. H. Carrier (1876—1950), který svými analytickými i praktickými pracemi přispěl více rozvoji tohoto oboru, než kdokoliv jiný. Po ukončení vysokoškolských studií v r. 1901, jako zaměstnanec firmy Buffalo Forge Co. pochopil, že vzhledem k současným nepřesným znalostem nemohou být instalována spolehlivá zařízení bez použití velkých bezpečnostních koeficientů. Během jednoho roku odvodil vzorce pro optimalizaci použití kotelních ventilátorů, provedl pokusy a vypracoval výkonové tabulky trubkových ohříváčů a založil první výzkumnou laboratoř v průmyslu vytápění a větrání.

V roce 1902 spolu s Ing. W. S. Timmisem vyřešil současný problém polygrafického průmyslu tím, že navrhl, odzkoušel a instaloval v tiskárně v Brooklynu první vědecky řešené klimatizační zařízení, které zabezpečovalo všechny čtyři hlavní funkce, tj. vytápění, chlazení, vlhčení a odvlhčování.

V následujících dvou letech zkonostruoval jemně rozprášující vodní trysky a vyvinul eliminátory pro pračky vzduchu, což umožnilo kontrolu rosného bodu vzduchu ohříváním nebo chlazením obíhající vody. Tento vynález otevřel dveře celoroční klimatizaci ve více než 200 průmyslových odvětvích.

V prosinci r. 1911 předložil Carrier své epochální dílo — psychometrické vzorce,

které zahrnovaly teploty suchého i mokrého teploměru i rosného bodu a odvodil teorii adiabatického procesu. Vzorce spolu s příslušným psychrometrickým diagramem se staly základem všech prací a výpočtů v klimatizaci.

V roce 1915, na počátku první světové války, kdy společnost Buffalo se zapojila do válečné výroby, založil Carrier a šest jeho společníků Carrier Engineering Corp., jako inženýrskou a dodavatelskou organizaci s počátečním kapitálem 32 600 dolarů. Velká důvěra v tuto mladou firmu a její schopné vedení přinesly během dvanácti let kapitálový vznět firmy na 1 350 000 dolarů.

Mezi nejvýznamnější vynálezy W. Carriera patřilo v r. 1922 první postavené chladicí zařízení s turbokompresorem, které spolu s vývojem neškodných nízkotlakých chladiv umožnilo snadné a ekonomické chlazení vody pro střední a velká komfortní i průmyslová klimatizační zařízení. Další z významných vynálezů je indukční systém Weathermaster, uvedený v život v r. 1937, který od té doby nalezl uplatnění ve stovkách administrativních budov, hotelů, nemocnic i bytů po celém světě.

Pozoruhodný osobní příspěvek válečnému úsilí USA během druhé světové války patří jeho dohled nad projektem, instalací a uvedením do provozu zařízení pro chlazení vzduchu pro větrný tunel NACA v Clevelandu. Mamutí chladicí zařízení, které ochladí 17 mil. m<sup>3</sup>/h

vzduchu na  $-55^{\circ}\text{C}$  s příkonem 15 400 kW bylo uvedeno do provozu na jaře v roce 1944, kdy Carrierovi bylo 68 let.

Dnes patří společnost Carrier mezi největší průmyslové podniky USA s ročním obratem

500 mil. dolarů, který podle posledních prognóz má vzrůst do roku 1973 na asi 750 mil. dolarů.

*Kubíček*

(ASHRAE Journal 9/69)

## OBJEDNĚLÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV VE VÍDNI

V r. 1961 byl ve Vídni uveden do provozu ústav pro výzkum železničních vozidel. Byl vybudován za spoluúčasti mezinárodního

železničního svazu (UIC) za finančního příspěvku 11 evropských železničních společností. Jeho vybavení umožňuje modelovat prakticky

	Stacionární	„Jízdní“
rozměry	$29,1 \times 5,0 \times 4,7$	$51,2 \times 4,6 / 5,3^* \times 4,9$ (*konická)
teploty (tolerance $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ )	$-40^{\circ}\text{C}$ až $+50^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C}$ až $+50^{\circ}\text{C}$
relativní vlhkosti při $+50^{\circ}\text{C}$ při $+15^{\circ}\text{C}$	10 až 100 % 50 až 100 %	10 až 100 % 50 až 100 %
max. rychlosť vzduchu		28,5 km/h při $-40^{\circ}\text{C}$ 120 km/h při $-15^{\circ}\text{C}$ a kromě toho v zasouvacím tunelu ve tvaru Venturiho dýzy jsou v užitelném průřezu $5\text{ m}^2$ možné rychlosti až 200 km/h při plné klimatizaci
průtok čerstvého vzduchu		1000 m <sup>3</sup> /h chlazeného 900 000 m <sup>3</sup> /h nechlazeného
ventilátory dopravní množství tlak průměr oběžného kola otáčky elektromotory	132 000 m <sup>3</sup> /h 50 kp/m <sup>2</sup> při $-40^{\circ}\text{C}$ 1800 mm 600/min 26 kW	935 000 m <sup>3</sup> /h 92,5 kp/m <sup>2</sup> při $-15^{\circ}\text{C}$ 3600 mm 380/min 400 kW
chladicí výkony	125 000 kcal/h při odpař. teplotě $-46^{\circ}\text{C}$ 880 000 kcal/h při odpař. teplotě $-10^{\circ}\text{C}$ kond. teplota $+35^{\circ}\text{C}$	170 000 kcal/h při odpař. teplotě $-46^{\circ}\text{C}$ 990 000 kcal/h při odpař. teplotě $-10^{\circ}\text{C}$ kond. teplota $+35^{\circ}\text{C}$
výkon zdroje umělého slunečního záření		780 kcal/m <sup>2</sup> h
výkon zařízení pro výrobu sněhu		1,5 g/m <sup>3</sup> vzduchu

všechny povětrnostní podmínky, vyskytující se v Evropě. Ústav má dvě pokusné komory, a to pro stacionární zkoušky a pro „jízdní zkoušky“. Základní technická data vybavení komor jsou uvedena v tabulce:

Hodnoty naměřené v pokusných komorách jsou zapisovány registračními přístroji v přilehlých měřicích kabinách.

K určení pohody prostředí se zjišťují katahodnoty.

Ústav provádí úplné povětrnostní zkoušky na železničních vagónech osobních i nákladních, lokomotivách i na silničních dopravních prostředcích, a to:

úplné zkoušky větracích, vytápěcích, klimatizačních i chladicích zařízení, materiálové a funkční zkoušky za extrémních teplot, vlivy deště, sněhu, námrazy, zkoušky vlivu na nákladní zboží a zkoušky studeného startu.

Podmínky proudění za jízdy se modelují v pokusném tunelu.

K upřesnění hodnot součinitele prostupu tepla  $k$  (např. při vytápění vozů) vagónových skříní vyuvinula izotopová laboratoř ústavu metodu k měření obrazce výměny vzduchu. Při tomto způsobu je vnitřek vagónu vybaven

řadou Geiger-Müllerových trubic a plněn směsí vzduchu a vzácného plynu. Po pokud možno rovnoramenném rozdělení radioaktivního plynu se vagón vystaví zkušebním podmínkám. Měří se pak pokles koncentrace plynu, vyvolané záměrnou i samovolnou výměnou vzduchu. Takto získané údaje se převedou na veličinu, která odpovídá určitému podílu hodnoty součinitele  $k$  a umožňuje upřesnění jeho celkové hodnoty.

Pro lepší možnost srovnávání vlastností osobních železničních vagónů byl vypracován dvanáctidenní jednotný pokusný program. Analogicky k tomu bylo předepsáno i základní vybavení vozů.

V současné době předložily SNCF (francouzské státní dráhy) požadavek studie termodynamických problémů železniční dopravy v projektovaném tunelu pod kanálem La Manche. Zadávané základní podmínky: délka tunelu 56 km, teplota uvnitř +35 °C, u tunelových portálů však budou kolísat teploty mezi -10 °C až +20 °C.

*Kubiček*

(CCI 2/69)

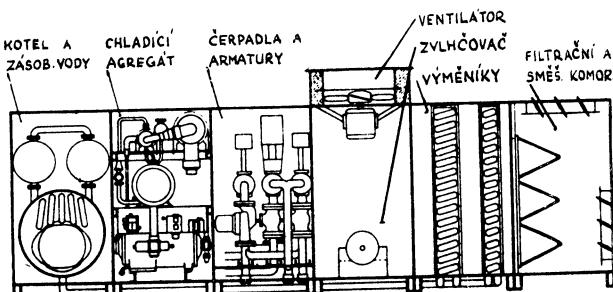
## DOMOVNÍ KLIMATIZAČNÍ CENTRÁLA

Fa Krupp uvádí na trhl ležaté stavebnicové (blokové) klimatizační jednotky nové koncepce. Sestava tvoří úplnou topnou, chladicí i větrací centrálu (obr. 1). Obsahuje prvky pro větrání, filtrace vzduchu, vytápění, chlazení, vlhčení, jakož i přípravu teplé užitkové vody. Do jednotky jsou vestavěny: kotel se zásobníkem teplé vody, chladicí agregát na přípravu studené vody, oběhová čerpadla, ven-

tilátor, odpařovací zvlhčovač, topná a chladící baterie, filtr a směšovací komora. Těmito jednotkami se podařilo výrobci vytvořit úplnou klimatizační centrálu pro obytné budovy.

(CCI 5/69)

*Kubiček*



Obr. 1.

## VÝZNAM A PŮVOD SLOV INSTALACE A „PŘEDINSTALACE“ PRÄSTALATION)

V německé literatuře se objevil v souvislosti s výrazem instalace nový pojem „předinstalace“ (Präinstallation). Německé slovo „*Stall*“, holandské „*stal*“, jakož i anglické a švédské „*stall*“ znamenají totéž co dnešní slovo místo (*Stelle*) ve smyslu stanoviště, kam se něco postaví. Např. „*Viehstall*“ (stáj) je stanoviště pro dobytek. Instalovat je odvozeno od latinského slova „*stalus*“ ve významu úřední hodnost. Proto instalovat (*installieren*) nebo z toho poněmčelé slovo „*bestallen*“ (dosadit, nastolit v úřad) znamená původně uvést v úřad. Z toho novolatincké slovo „*installation*“ znamená uvedení do úřadu nebo nastolení úřední osoby.

Ve druhé polovině 19. století (nejdříve v Anglii) se začalo slova instalace používat pro nasazení nebo vestavbu technických zařízení. V dalším potom instalovat znamenalo

zavádět trubky a zdravotnické zařízení. Z toho vznikl nejdříve ve Francii ve 20. století název povolání: *installateur* -- ten, který instaluje, tedy zavádí.

Tradiční instalace 20. století znamená zavádění trubek do stěn a stropů. V průběhu přeměny na průmyslové způsoby vyvinulo se dále předběžné zhotovení (*Vorfertigung*) nebo prefabrikace (*Praefabrikation*, anglosasky *prefabrication*), výroba před stavbou ve smyslu časovém. Znakem nového vývoje je též uspořádání před (tj. mimo) nosné a prostory obklupující prvky stavby (v prostorovém smyslu). Proto „*Prae(ä)stallation*“ (latinsky *prae* = před) je označení pro technické zařízení, které je zhotoveno před stavbou jak ve významu časovém, tak i prostorovém.

HLH 1/70

Jelen

Rozdíl mezi pojmy „instalace“ a „předinstalace“ vynikne lépe ze srovnání:

Instalace	Předinstalace
Technická zařízení (potrubí atd.) jsou uvnitř nosných a prostory obklupujících stavebních částí	Technická zařízení jsou mimo nosné a prostory obklupující části ve vlastních mezi-prostorách
Funkce jsou s konstrukcí pevně spojeny	Funkce s konstrukcí jsou odděleny
Proto jsou též prováděné práce úzce spolu svázány a časově silně na sobě závislé	Proto nejsou prováděné práce na sobě závislé a časově omezené
Jsou použitelné pro montáž z hotových dílů, avšak nevhodné	Tím jsou pro montáž z hotových dílů velmi vhodné
Podíl prací na stavbě je v poměru k dílenské práci relativně vysoký	Podíl prací na stavbě je v poměru k dílenské práci relativně nízký
Vnitřní architektura může být libovolně vytvořena, avšak každá změna, např. přizpůsobení technickému pokroku nebo výměna použitých stavebních částí, je velmi těžká, pracná a spojená s velkými úpravami	Vnitřní architektura může být libovolně vytvořena, změny jsou v každém případě lehko proveditelné a jednoduché, krátka-době a možno je provést bez porušení sou-sedních prostor

## VÝVOJOVÉ TENDENCE V ODPRAŠOVÁNÍ HORKÝCH PLYNU

Volba a dimenzování, jakož i provoz a údržba odprašovacích zařízení pro horké plyny jsou přes vysoký stav vývoje odprašovací techniky téměř ve všech průmyslových odvětvích zvlášt obtížné. Po dlouhou dobu

platily způsoby mechanického a elektrického čištění kouře všeobecně za nejúčelnější řešení pro odlučování prachu z horkých plynů. V průběhu vývoje jsou však v posledních letech používány k odprašování horkých

plynů stále více mokré odlučovače a filtry. Po diskusi (L. H. Engels, Glückauf 8/69) všeobecných požadavků na odprašovací zařízení horkých plynů (technická hlediska, úprava horkého plynu, hlediska pro volbu potřebného chlazení, volba materiálu pro odsávací zařízení a pro dopravu prachu, ventilátory pro horký plyn) jsou popsány vývojové tendenze mechanického, mokrého a elektrického odlučování a filtrace horkých plynů se zřetelem na obory použití.

Ve skupině mechanických odlučovačů vedl výzkum proudění ke konstrukcím, u nichž je vhodným tvarováním vstupu a výstupu plynu zajištěn v jednotlivých článcích stejný tlak a protékající množství. Přednosti těchto multicyklonů jsou v robustnosti a v nízkém otěru, v malé spotřebě místa a v poměrně nízkých investičních a provozních nákladech. Mechanické mnohohlávkové odlučovače se používají do teplot asi 400 °C. Články jsou stavěny pro průtok 750—1000 m<sup>3</sup>/h.

Mokré odlučovače se používají pro odprašování horkých plynů v rozmanité podobě jako nízkotlaké, středotlaké a vysokotlaké. Zvláště při krátkodobém přerušovaném vývinu horkého plynu umožňují různé typy této skupiny řešit tento problém. Významné závislosti jsou u mokrých odlučovačů v kondenzači a difuzi, zvláště však v setrvávacích (nárazových) silách mezi vodou a prachem. Vedle specifických vlastností prachu rozhoduje v podstatě o síle relativní rychlost mezi kapičkami a prachem a doba setrvání kapiček ve směsi prachu s pylem. Zlepšení účinnosti mokrého odlučovače může být proto dosaženo prodloužením doby setrvání nebo zvýšením relativní rychlosti v pásmu styku.

Nové a zlepšené tepelně stálé filtrační

materiály umožnily v posledních letech používat filtry pro odprašení horkých plynů. Vedle vyšší teplotní stálosti jsou významnými vlastnostmi vysokoteplotních filtračních elementů necitlivost na podkročení rosného bodu a stálost na kyselinu a zásady. Vývoj v oboru vysokoteplotních filtrů nelze považovat za ukončený.

Výzkumné ústavy a vývojová oddělení vedoucích výrobci se ve všech průmyslových státech namáhají vyjasnit objemným výzkumem funkční souvislosti různých veličin ovlivňujících činnost elektrických odlučovačů za dosažení optimálních stavebních tvarů a velikostí. Nabíjení, pohyb, zachycování a odvádění prachu v elektrickém poli jsou detailními otázkami, jejichž jednoznačné řešení musí nastoupit místo empiricky stanovených veličin. Denní provozní kontrola, měření údržba a roční hlavní prohlídka se doporučují provádět v rámci plánu údržby podle směrnice VDI 2264 pro zařízení na odprašování horkých plynů. Práce je ukončena porovnáním nákladů na různé odprašovací způsoby. Jsou vyneseny celkové náklady na m<sup>3</sup> odprášeného plynu sestavené podle doby užívání od 20 000 do 80 000 provozních hodin v průběhu 10 let. Srovnání je provedeno pro zařízení o výkonu 100 000 m<sup>3</sup>/h. Udaný průtok se vztahuje na stálý druh, koncentraci a zrnění prachu. Porizovací náklady obsahují všechny náklady až do uvedení do provozu, provozní náklady včetně nákladů na energii, obsluhu a údržbu, jakož i náklady na nutné náhradní díly. Dále je vzat zřetel na zúročení investičních nákladů s 5,5 % po celou dobu užívání. Do výpočtu nejsou zahrnuty hodnoty znovuzískaného produktu, jakož i zvláštní daňové úlevy.

Jelen

## STATISTICKÉ ÚDAJE K SITUACI TRHU KLIMATIZACE V NSR

Zatímco se v r. 1965 dovoz klimatizačních zařízení ze zemí EHS a z USA držel přibližně na stejně úrovni, stoupal v r. 1966 podíl dovozu z USA z 12,6 mil. DM na dvojnásobek dovozu ze zemí EHS.

V r. 1967, kdy se celkový dovoz proti r. 1966 snížil o 15,5 %, prodaly USA téměř tříkrát tolik (za 10,2 mil. DM) do NSR než ostatní země EHS (3,5 mil. DM).

V první polovině 1968 se poměr dovozu USA/EHS změnil zase na 2 : 1. Z celkového dovozu 16,4 mil. DM za prvních šest měsíců r. 1969 se však nedá bez dalšího usuzovat na to, že dovoz za celý rok 1968 překročí dovoz v r. 1967 o 50 %, neboť skladы proti začátku roku byly naplněny a dovoz ve druhém pololetí poklesl.

Vlastní výroba klimatizačních zařízení stoupla překvapivě v roce 1967 proti r. 1966 o 41,3 %. Vývoz, který sloužil mnoha oborům jako ventil proti stagnaci nebo snižujícímu se domácímu odbytu, zůstal v hodnotě přibližně stejný a jeho podíl na celkové produkci klesl z 16,5 % na 11,7 %. Bilance vykazovala snížení výroby nejméně o 10 %. Podíl vývozu na výrobě stoupal v prvním pololetí 1968 při přibližně stejně ceně zboží zase na 14,2 %: v r. 1967 bylo celkem vyvezeno klimatizace za 27,7 mil. DM, v první polovině r. 1968 to bylo 13,6 mil. DM.

V roce 1965 prodali Američané v NSR sedmdesátkrát více klimatizačních zařízení než NSR v USA (7,6 mil. DM proti 112 000 DM). V roce 1966 stoupil tento poměr na 200 : 1

(12,5 mil. DM proti 64 000 DM), 1967 však již na 300 : 1 (10,2 mil. DM proti 35 000 DM). První polovina r. 1968 přinesla však rekord ve vývozu NSR ve výši 206 000 DM, téměř třikrát, jako v celém r. 1965. Poměr se tím snížil na 70 : 1.

Lepší přehled podává tabulka, na které jsou

statistické údaje k situaci trhu klimatizačních zařízení v NSR podle údajů obchodního centra USA ve Frankfurtu (údaje jsou v 1000 DM).

HLH 11/69

Jelen

	1965	1966	1967	I. pololetí 1968
<i>Vlastní produkce celkem</i> <i>Zvýšení proti předcházejícímu roku</i>	144 287	167 259 15,9 %	236 387 41,3 %	96 294 11 %
<i>Vývoz celkem</i> podíl na vlastní výrobě do zemí EHS do USA	23 948 16,6 % 7 695 112	27 571 16,5 % 7 486 64	27 734 11,7 % 8 328 35	13 675 14,2 % 4 841 105
<i>Dovoz celkem</i> ze zemí EHS z USA	18 645 5 853 7 676	24 859 6 042 12 593	21 000 3 545 10 266	16 415 3 632 7 627

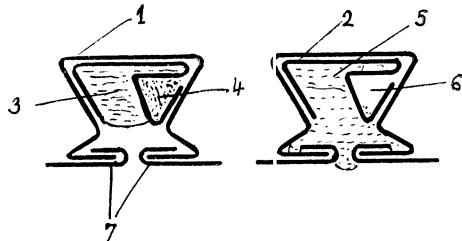
## SPOJOVÁNÍ VZDUCHOVODŮ

Pro spojování vzduchovodů bylo již vynalezeno mnoho způsobů. V posledních letech se kladou zvláště velké nároky na jejich těsnost. Tento problém řeší těsnící profil USM. Na obr. 1 je znázorněn tvar i funkce tohoto těsnění.

Běžná přírubová spojení mohou být nyní nahrazena těsným profilem, kterým je dosažena absolutní těsnost a vysoká stabilita při jednoduché montáži.

Těsnící profil USM se nasune na drážku vytvořenou na potrubí a plamenem se zapálí pyrotechnická směs. Vzniklým teplem expanduje neoprenová směs, vniká do všech otvorů a utěsnuje je. Zvláštní předností je dosažení těsnosti v rozích.

Jelen



Obr. 1. Těsné spojení potrubí (1 — vnější profil z pozinkovaného plechu 0,7 mm, jednostranně chromovaného, 2 — vnitřní profil z téhož materiálu, 3 — gumové těsnění z neoprenu, 4 — hořlavá náplň, 5 — expandovaný neoprén, 6 — vyhořelá hořlavina, 7 — vzduchovod s drážkou).

## LITERATURA

### Gesundheits-Ingenieur 90 (1969), č. 11

Nachtstrom-Speicher-Heizung der John F. Kennedy-Schule in Berlin Zehlendorf (Akumulační vytápění nočním proudem v Kennedyové škole v Berlíně) — *Matthes P., Weidlich E.*

Zulässige Verringerung und Erhöhung der optimalen resultierenden Temperatur des Kugelthermometers im Bereich der Füsse — in der Höhe der Fussknöchel (Přípustné snížení a zvýšení optimální teploty kulového teploměru v oblasti nohou — ve výši kotníku) — *Jokl M.*

Kondensation in Dächern (Kondenzace ve střechách) — *Vos B. H.*

## Gesundheits-Ingenieur 90 (1969), č. 12

Über Anspruchskriterien an Schulheizungen unter besonderer Berücksichtigung der Nachtstromspeicherheizung — Einzelgeräte (Požadavky na vytápění škol se zvláštním zřetelem na akumulační vytápění nočním proudem — jednotkové přístroje) — Merkle E.

Theoretische und experimentelle Bestimmung der Verzweigung einer turbulenten Strömung in zwei parallele Kanäle (Teoretické a experimentální stanovení rozdělení turbulentního proudu do dvou rovnoběžných kanálů) — Presser K. H., Bröckerhoff P.

## Heating, piping and air conditioning 41 (1969), č. 11

Air transportation: impact on the HPAC industry (Vliv letecké dopravy na průmysl větrání a klimatizace) — Nisargand U.

Evaluate cooling sources for existing campus building (Hodnocení zdrojů chladu u stávající budovy areálu university) — Blossom J. S.

Layout and calculations for yard rack pipe loops (Uspořádání a výpočty expanzních smyček v potrubních soustavách) — Bertin D.

Performance of copper alloy 194 welded tube in heat exchangers (Vlastnosti svařovaných trubek pro výměníky tepla z měděné slitiny 194) — Hager S. F., Herman R. S.

A procedure for designing Solar-Earth heat pumps (Postup navrhování tepelných čerpadel typu slunce—země) — Penrod E. B., Prasanna K. V.

Nomograph gives forced convection heat transfer from walls (Nomogram pro určování přestupu tepla z povrchu stěn) — Caplan F.

A linear programming model for multizone unit space allocations (Model lineárního programování prostorového umístění multizónových jednotek) — Gordon R. A.

## Heating, piping and air conditioning 41 (1969), č. 12

The heat pipe: space spinoff for heat transfer (Vytápěcí potrubí: uspořádání oběhu pro přestup tepla) — Eastman G. Y.

Role of microorganisms in industrial corrosion (Úloha mikroorganismů v korozi v průmyslu) — Boehler R. A.

Return air through perforated panels in high bay laminar flow clean rooms (Odsávání vzduchu perforovanými panely ve vysokých čistých prostorách s laminárním prouděním) — Stanfil D. W., Little J. C.

Fan selection program developed in-house (Program pro volbu ventilátorů) — Supple R. G., Wilson C. L.

Evaporative cooling for mechanical pump seals (Odpárovací chlazení pro těsnění mechanických čerpadel) — Hershey L. E.

Nomograph determines Reynolds number and laminar pressure drop (Nomogram pro stanovení Reynoldsova čísla a tlakového spádu při laminárním proudění) — Caplan F.

## Heizung, Lüftung, Haustechnik 20 (1969), č. 11

Einfluss der Ventilatorkammer auf den Ventilator bei lufttechnischen Anlagen (Vliv ventilátorové komory na ventilátor u vzduchotechnických zařízení) — Happel H.

Eine manuelle Methode zur Berechnung der Kühllast von Vielraumgebäuden unter Berücksichtigung der Wärmespeicherung (Ruční metoda výpočtu chladicí zátěže budov o mnoha místnostech se zřetelem na akumulaci tepla) — Boeke A. W., Zimmermann F.

Log-Linear-Regel — ein einfaches Verfahren zur Volumenstrommessung in Rohrleitungen (Logaritmicko-lineární pravidlo — jednoduchá metoda k měření průtoku v potrubích) — Richter W.

Der Druckverlauf im Luftkanal graphisch dargestellt (Grafické znázornění průběhu tlaku ve vzduchovodu) — Epperlein H.

Aufgaben des Außenwand-Wärmeschutzes von Gebäuden (Úkoly ochrany před teplem na vnější stěně budov).

Rohrisolierung für Fernwärmeleitungen (Izolace potrubí dálkových teplovodů).

Elektrische Fußboden-Speicherheizung mit regelbarer Wärmeabgabe (Elektrické akumulační podlahové vytápění s regulací výdaje tepla).

## **Heizung, Lüftung, Haustechnik 20 (1969), č. 12**

Bestimmung der Kühllast und der Induktionsgeräteleistung bei Hochdruck-Klimaanlagen  
(Stanovení chladicí zátěže a výkonu indukčních jednotek vysokotlaké klimatizace) —  
*Hall W. M.*

Aufreinigungsprobleme in Klimaanlagen (Problémy čistoty vzduchu v klimatizaci).

Bewertung eines neuen Axialventilators (Hodnocení nového axiálního ventilátoru) — *Berliner P., Rákóczy T.*

Mit Gas betriebene Schwingfeuergeräte (Plynové hořáky s pulzujícím zapalováním) — *Huber L.*  
Luftbrunnen für Klimaanlagen (Vzduchové studny pro klimatizaci).  
Fenwärmeverversorgung — öffentlich-rechtliche Einrichtung? (Dálkové zásobování teplem — veřejněprávní zařízení?).

Klimatechnik — Forderung der Zeit (Klimatizace — požadavek doby).

Einfluss von Sonnenschutzgläsern auf die Raumtemperatur im Sommer (Vliv ochranných skel na teplotu v místnosti v létě).

Anforderungen an den Schornstein durch die moderne Feuerungstechnik (Požadavky moderní vytápěcí techniky na komín).

Prüfung von Raumheizkörpern (Zkoušení otopných těles).

## **Illuminating Engineering 64 (1969), č. 12**

Annual report — IES 68/69 (Výroční zpráva IES 68/69).

Wall lighting ... a solution for ready-made homes (Osvětlení stěn — řešení, které se v bytech neopakuje) — *Mangold W. U.*

Design for airplane sales (Návrh osvětlení odbavovací plochy letiště) — *Green E. M.*

Electric instrumentation in light measurement (Elektrická přístrojová technika pro měření světla) — *Horton G. A.*

Universal lamp operating circuit (Pracovní obvod univerzálního zdroje) — *Kappenhagen G. A., Engel J. C., Elens R. T.*

Initial characteristics of high-intensity discharge lamps on high-frequency power (Jmenovité charakteristiky vysokovýkonových výbojek při vyšších frekvencích) — *Campbell J. H.*

Visual performance — subjective differences (Vizuální výkon je subjektivně různý) — *Guth S. K., Mc Nelis J. F.*

## **Klimatechnik 11 (1969), č. 11**

Ermittlung des Energieverbrauchs von Lüftungs- und Klimaanlagen (Stanovení spotřeby energie větracích a klimatizačních zařízení) — *Gerlach P.*

Luftheizungsanlagen für kleine Schwimmhallen (Teplovzdušné vytápění malých plováren) — *Amme G.*

Klimaanlagen für Fahrzeuge (Klimatizace pro auta) — *Göbel E.*

Klimatisierung in den USA (Klimatizace v USA) — *Schweisheimer W.*

Elektroheizung — Lüftung — Klimatisierung (Elektrické vytápění, větrání, klimatizace). Die Rückwirkung von Wärmedämmsschichten auf das Raumklima (Zpětné působení tepelně izolačních vrstev na prostředí místnosti) — *Geibig F.*

## **Klimatechnik 11 (1969), č. 12**

Zweckmässige Aufstellung und Auslegung von Kühltürmen als Bauteil von Klimaanlagen (Účelné sestavení a vyložení chladicích věží jako součást klimatizace) — *Ohlmeyer M.*

Anwendung der Messtechnik bei lufttechnischen Anlagen III. (Použití měřicí techniky u vzduchotechnických zařízení III.) — *Rákóczy T.*

Mensch und Klima (Člověk a prostředí).

Temperatur und Temperaturdifferenzmessungen (Teplota a měření teplotních rozdílů). Geräte und Anlagen zur Raumluftüberwachung (Přístroje a zařízení ke kontrole vzduchu v místnosti) — *Schütz H.*

## **Light and Lighting 62 (1969), č. 12**

Street lighting maintenance (Údržba uličního osvětlování) — soubor článků:

Setting up a public lighting department (Prostředí, ve kterém se veřejné osvětlení nachází) — *Cox K. T. O.*

Design for maintenance (Návrh údržby) — *Elliott A.*

Costs and procedures (Náklady a postupy) — *Dorrington J. W.*

Work study in Sheffield (Příklady — pracovní studie ze S.) — *Woodhouse J.*

Street lighting — APLE Conference — Brighton, October 28—31 (Zpráva z konference APLE o uličním osvětlování).

Street lighting — APLE Exhibiton — Brighgtone (Výstava ke konferenci o uličním osvětlování).

### **Light and Lighting 63 (1970), č. 1**

The ceiling and its place (Strop a jeho uplatnění) — *Wilcock A.*

Ceiling—product survey (Přehled výrobků pro stropy).

Lighting industry federation (Svaz výrobců osvětlovacích zařízení) — *Campion J. H.*

The environmental problem (Problém vnějších podmínek).

1969 City and guilds examinations (Poznámky ze světelné technické praxe) — *Bean A. R., Simons R. H.*

### **Light and Lighting 63 (1970), č. 2**

Division 2 lighting—requirements, design and development (Dvojí osvětlení, uliční a průmyslové — požadavky, návrh a vývoj) — *Alston G. H. P.*

Lighting for close work (Místní osvětlování — prostorově omezené osvětlení) — *Lyons S.*

Integrated offices for environmental specialists — Thorn Benham expanded (Integrované osvětlení v kancelářích specialistů pro otázky prostředí — TB rozšiřuje služby).

1969 City and guilds examinations (Poznámky ze světelné technické praxe — pokračování) — *Bean A. R., Simons R. H.*

### **Lichttechnik 22 (1970), č. 1**

Die betriebswirtschaftliche Situation des Beleuchtungs- und Elektroinzelhandels — II (Ekonomická situace na trhu osvětlovacích a elektromontážních zařízení — část II.) — *Liedgens H.*

Lichtstärkerverteilungen zur Erzielung einer möglichst guten Leuchtdichte-Längsgleichmässigkeit bei unterschiedlichen Strassenbelägen (Tvary křivek svítivosti pro co možno nejlepší podélne rovnoramenné rozložení jasů při různých uličních površích) — *Hochstädt E.*

Wirtschaftlichkeit und Behaglichkeit von kombinierten Beleuchtungs- und Klimaanlagen (Hospodárnost a příjemnost kombinované klimatizační a osvětlovačí soustavy) — *Wolber W.*

Luftbewegungen in beleuchteten und klimatisierten Räumen (Proudění vzduchu v osvětlovaných a klimatizovaných prostorách) — *Söllner G.*

Elektronischer Lichtstromintegrator mit digitaler Anzeige (Elektronický integrátor pro měření světelného toku s číslicovou stupnicí) — *Dodillet H. J.*

DIN 67 520 Reflexstoffe zur Verkehrssicherung — Lichttechnische Bewertung, Messung und Einteilung (DIN 67 520 Reflexní materiály pro bezpečnost dopravy — světelné technické hodnocení, měření a rozdelení) — návrh.

### **Luft- und Kältetechnik 5 (1969), č. 6**

Der Einfluss der Innenspeicherung auf die Wärmelast und die maximale Raumlufttemperatur (Vliv vnitřní akumulace na tepelnou zátěž a maximální teplotu v místnosti) — *Petzold K., Schwenke H.*

Zur Bauweise von Klimageräten (Uspořádání klimatizačních jednotek) — *Heinrich G., Scheunemann K. H.*

Ein mathematisches Ersatzsystem für die regelungstechnische Beschreibung eines konvektiv beheizten Raumes (Matematický model pro popsání regulace prostoru vytápěného konvekcí) — *Schulze H.*

Zur Wärmeübertragung zwischen strömenden Medien und raumgitterartigen Anordnungen von Körpern gegebener Oberflächengestalt (Přestup tepla mezi proudicím prostředím a tělesy uspořádanými v prostorové mřížce daného povrchu) — *Unger S.*

Einige notwendige Bemerkungen zur Auslegung von Luftfilteranlagen (Několik nutných poznámek k vyložení vzduchových filtrů) — *Nietzold I.*

Die Feuerverzinkung und ihre Anwendungsbiete für Anlagen der Luft-, Kälte- und Klim 技术 (Žárové zinkování a jeho použití pro klimatizační, chladicí a větrací zařízení) — *Peissker P.*

### **Lux č. 55, prosinec 1969**

Lumière, couleur et mouvement (Světlo, barva a pohyb) — *Ingrand M.*

Espace et lumière — Le 46 ème Salon de la Société des Artistes Décorateurs organisé avec le Concours de l'Association Française de l'Eclairage (Prostor a světlo — 46. výstava Svazu výtvarných umělců uspořádaná současně se soutěží AFE) — *Dumond J.*

Recherches sur certain effets de la lumière sur les mammifères (Výzkum určitých světelých účinků na savce) — *Le Grande Y.*

Eclairement et luminance en éclairage public (Intenzita osvětlení a jas ve veřejném osvětlování) — *La Toison M.*

Nouvelles mesures des caractéristiques optiques des revêtements des chaussées (Nová měření optických charakteristik povrchů vozovek) — *Cohu M.*

Patinoire de Megève (Příklad řešení umělého osvětlení klužiště v kryté hale v M.).

Vélodrome de Saint-Denis (Příklad řešení umělého osvětlení velodromu v S.).

Stade Bachelard (Příklad umělého osvětlení stadiónu s hřištěm pro kopanou a pro ragby v Grenoblu).

L'éclairage des stades pour la télévision en couleur (Osvětlování stadiónů pro snímání barevné televize) — *Bories R., Gibbs C. R.*

Sources lumineuses rectangulaires de grandes dimensions (Velkoplošné pravoúhlé světelné zdroje — výpočet přímé složky osvětlování) — *Dedun H.*

Réglementation et recommandations concernant l'éclairage dans les hôtels (Předpisy a doporučení pro osvětlování hotelů) — *Boucl R.*

Le péargonion de semis (Umělé osvětlování při vysévání květin) — *Godard R.*

## **RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 25 (1969), č. 1**

Küchen-Technik (příloha — Technika v kuchyni).

Internationale Möbelmesse Köln, 20.—25. 1. 1970 (Mezinárodní veletrh nábytku v K. — kuchyňská zařízení).

Neu in der Küchen-Technik (Novinky pro vybavení kuchyní).

## **RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 25 (1970), č. 2**

Batimat 69 (Pařížská výstava Batimat 69 — hygienická zařízení).

Fertigung von Grossrohren bis 54" (Výroba trub o průměrech do 54").

## **Sanitär- und Heizungstechnik 35 (1970), č. 1**

Thermostatische Heizkörperventile — I (Thermostatické ventily k topným tělesům — díl I). Frostschutz von Zentralheizungsanlagen (Ochrana zařízení pro ústřední vytápění před mrazem) — *Kemper G.*

Wärmeträgeröle als Heizmedium für hohe Temperaturen (Ohřívané oleje jako topná média pro vysoké teploty) — *Oehme W.*

Wohnungen für Behinderte, Planungsgrundlagen — DIN 18025 (Byty pro tělesně postižené — podklady pro návrh — DIN 18025).

Körperhinderung und Wohnung (Tělesné vady a bydlení) — *Prömmel A.*

Elektroheizung für Freibäder (Elektrické vytápění venkovních bazénů) — *van den Heuvel E.*

Elektrotechnik für Heizungs- und Lüftungsbauer — 10 (Elektrotechnika pro výrobu otopných a větracích zařízení — díl 10) — *Schrowang H.*

## **Sanitär- und Heizungstechnik 35 (1969 ), č. 2**

Thermostatische Heizkörperventile — II (Thermostatické ventily k topným tělesům — díl II). Öl und die Reinhaltung von Wasser und Luft (Olej a čistota vody a vzduchu).

Auswirkung der Universitätsreform auf Lehre und Forschung im Fachgebiet Heizungs- und Klimatechnik (Vliv vysokoškolské reformy na výuku a výzkum v oboru vytápění a klimatizace).

Zusammenarbeit zwischen Installateur — und Gasversorgungsunternehmen bei der Erdgasumstellung (Spolupráce mezi instalatéry zásobováním plynem při přechodu na zemní plyn) — *Heyland G.*

Gasgeräteaus tausch bei Erdgasumstellung (Výměna plynových zařízení při přechodu na zemní plyn) — *Steincke H.*

Druckerhöhungsanlagen in Kompaktbauweise (Zařízení pro zvyšování tlaku v budovách s tradiční konstrukcí) — *Bleyer W.*

Montagemasse für Wandurinale (Montážní rozměry pro pisoirová nástenná stání) — *Feurich H.*

Elektrotechnik für Heizungs- und Lüftungsbauer — 11 (Elektrotechnika pro výrobce otopných a větracích zařízení — díl 11) — *Schrowang H.*

## **Staub — Reinhaltung der Luft 29 (1969), č. 11**

Ergebnisse von SO<sub>2</sub> — Messungen mit dem „Ultragas 3“ und nach der Methode West-Gaeke, durchgeführt mit Hilfe eines Eichkanals (Výsledky měření SO<sub>2</sub> „ultraplynem 3“ a metodou West-Gaecka, prováděnou pomocí cejchovaného kanálu) — Preining O., Baumann R., Moser F.

Messungen zur vertikalen Ausbreitung von Kaminemissionen (Měření k vertikálnímu šíření emisí z komínů) — Jost D.

Eine einfache, strömungsempfindliche Anordnung mit Heissleiter und ihre technischen Anwendungsmöglichkeiten bei der Staubmessung (Jednoduché zařízení s horkým vodičem citlivé na prouďení a jeho technické možnosti použití při měření prachu) — Coenen W.

Beitrag zur Bestimmung der Gesamt- und Feinstaubkonzentration (Příspěvek ke stanovení celkové koncentrace a koncentrace jemného prachu) — Šimeček J., Siltanen E.

Eine einfache Methode zur Messung des Stufenentstaubungsgrades von Staubabscheidern (Jednoduchá metoda měření frakcí odlučivosti odlučovačů na prach) — Horvath H.

Messung partikelförmiger Luftverunreinigungen mit zwei Filtergeräten unterschiedlicher oberer Abscheidegrenze (Měření částic znečišťujících vzduch dvěma filtračními přístroji s různou horní hranicí odlučivosti) — Friedrichs K. H., Brockhaus A.

## **Staub — Reinhaltung der Luft 29 (1969), č. 12**

Überlegungen und Untersuchungen zur Filtration staubhaltiger Gase unter besonderer Berücksichtigung elektrischer Kräfte (Úvahy a pokusy k filtraci zaprášených plynů se zvláštním zřetelem na elektrické síly) — Walkenhorst W.

Vergleich von berechneten und gemessenen maximalen Bodenimmissionen und deren Entfernung von der Quelle für den Fall von Grossemittenten (Srovnání vypočtených a měřených maximálních hodnot přízemních imisí a jejich vzdálenosti od velkých zdrojů znečištění) — Fortak H.

Konzentration gasförmiger Luftverunreinigungen in belasteten und „reinen“ Gebieten (Konzentrace plynných znečištění v zatížených a čistých oblastech) — Köhler A., Fleck W.

Sichtweite und Streulicht als Mass für die Luftverunreinigung (Dohlednost a rozptyl světla měřítkem znečištění vzduchu) — Horvath H.

Die Zunahme der Schwefeldioxid-Immissionen bei langdauernden, austauscharmen Wetterlagen (Přibývání imise SO<sub>2</sub> při dlouhotrvajícím stálém počasí) — Kolar J.

Untersuchungen am Horizontalplattenabscheider (Výzkum horizontálního deskového odlučovače) — Thürmer H.

## **Svetotechnika (1969), č. 8**

Svetotechničeskoe obrazovanie v SSSR (Svetelná technika v SSSR) — Meškov V. V.

Stroboskopickij effekt v uslovijach osveščenija gazorazrjadnymi istočnikami sveta (Stroboskopický jev při osvětlování výbojovými zdroji) — Sviridov Ju. I.

Issledovanie koeficiente poleznogo dejstvia trubčatych impulsnyx lamp bol'shix razmerov (Výzkum účinnosti trubicových výbojek velkých rozměrů) — Mnuskin V. E., Demenik I. V., Klímašina A. G.

Planšet dlja rasčeta estestvennogo osveščenija zdanij (Pomůcka pro výpočet denního osvětlení budov — obdoba logaritmického pravítka) — Kagan V. K., Šajkevič A. S.

Goniofotometr tipa GF-65 (Goniofotometr typu CF-65) — Jegorov G. N., Grigorjev Ju. M.

Ob optimizacii ljuminescentnych lamp širokogo primenjenija (Určování vhodnosti zářivek pro nejsířší použití) — Litvinov V. S., Ponizovskaja I. M.

Elektriceskoje osveščenije sovremennych domennych pečej (Elektrické osvětlení u dnešních vysokých pecí) — Ponikarovskij N. P.

O neobchdomosti zazemlenija svetilnikov v pomeščenijach s podvesnymi potolkami (O nutnosti uzemnění svítidel v prostorách s podvěšenými stropy) — Ciperman L. A.

Dannyje dlja rasčeta osveščenija v ustanovkach s novymi tipami svetilnikov (Podklady pro výpočet osvětlení od nových typů svítidel — PPD-500, PPD-100, 200; PPR a PVLM) — Krjučkov V. M.

## **Svetotechnika (1969), č. 9**

Perspektivy razvitiija osveščenija ulic gorodov i poselkov (Perspektivy rozvoje uličního osvětlení v městech a osadách) — Ostrovskij M. A., Žilberblat Ja. B.

Opyt primenenija gazorazrjadnych istočnikov sveta dlja naružnogo osveščenija Moskvy (Zkušeností s použitím výbojek pro venkovní osvětlení Moskvy) — *Charkeevič Ju. A.*

Vstraívajemyje ljuminescentnyje svetilniki, soveščennyje s sistemoj ventilacii vozducha (Integrovaná zářivková svítidla tj. kombinovaná s větráním) — *Aničchin A. G., Jefimkina V. F.*  
Temperaturnye charakteristiki želobkovych ljuminescentnych lamp (Tepelné charakteristiky prolamovaných zářivek) — *Fedorenko A. S.*

Ob organizacii svetotehnicheskogo projekirovaniya (Organizace světelně technického projektování) — *Kolychajev V. S.*

O rabote laboratorijskogo opytnego svetotehnicheskogo zavoda VNISI (Činnost laboratoře moskevského výzkumného ústavu světelně technického VNISI) — *Rusakova I. P.*

Dannyje dlja rasčeta osveščenija v ustanovkach s novymi tipami svetilnikov (Koefficienty účinnosti pro výpočet osvětlení od zařízení s novými typy svítidel) — *Krjučkov V. M.*

### Svetotechnika (1969), č. 10

Razvitiye techniki osveščenija elektrostancij (Rozvoj světelné techniky v elektrárnách) — *Dadiomov M. S.*

Osveščenie gostince „Rossija“ (Osvětlení v hotelu R.) — *Kaplinskaja M. Ju., Rochlina Je. P.*  
Trechfaznyje jemkostnye schemy vključenija ljuminescentnych lamp s gruppovym drosselem (Třífázová kapacitní schémata zapojení zářivek se skupinovou tlumivkou) — *Žarikov Je. N.*

O soljarizaci elektrolampovogo stekla (O solarizaci skla světelných zdrojů) — *Ščetinin N. M.*  
K voprosu ob optimizaci lamp nakalivaniya (K dotazu o optimizaci teplotních zdrojů) — *Pljaskin P. V., Koročkov V. N., Trojelnikova G. D., Čurkina N. I., Litvinov V. S.*

Recenzija na knigu „Osveščenie bolnic“ pod red. R. Hopkinsona M., „Medicina“, 1968 g. (Recenze knihy „Osvětlování nemocnic“, zpracované autorským kolektivem pod vedením R. Hopkinsona, vydané v Moskvě v naklad. Medicina 1968).

### Svetotechnika (1969), č. 11

Osveščenie bašni obšesojuznoj radiotelevizionnoj peredajuščej stancii imeni 50-letija Oktjabra (Osvětlení věže všeobecně radiotelevisní vysílací stanice u příležitosti 50. výročí Října) — *Sarkisova V. I., Carkov V. M.*

Novoe osvetitelnoe ustroystvo tipa LOU (Nové osvětlovací zařízení typu LOU) — *Ajzenberg Ju. B., Dubas M. A.*

O vlijanii ultrafioletovogo izlučenija na stabilnost svetovogo potoka v moščnych ljuminescentnych lampach (O vlivu UV záření na stabilitu světelného toku výkonnéch zářivek) — *Boos V. G.*

Infrakrasnye sušilnye ustanovki s otrazhajuščim svodom (IC sušicí zařízení s odraznými plochami — klenbami) — *Trenbač V. V., Pavlovskij L. L., Ryčkov V. I., Kulkov A. K.*

Issledovanie zavisimosti slepjaščego dejstvia točecnogo bleskogo istočnika ot jego raspoloženija v pole zrenija (Výzkum závislosti oslnování jasným bodovým zdrojem na jeho umístění v zorném poli) — *Mjasoedova E. I.*

Techniko-ekonomičeskoe sopostavlenie osvetitelnykh ustanovok promyšlennoj i povyšennoj častoty (Technicko-ekonomické porovnání osvětlovacího zařízení v průmyslu a opakujících se instalacích) — *Masjokas S. Ju., Masjokene K. S.*

Izmenenija „Ukazanij po projektirovaniyu električeskogo osveščenija proizvodstvennyh zdanij“ SN 203-62 (Změny „Směrnice pro navrhování elektrického osvětlení ve výrobních objektech“ SN 203-62).

**ztv**

**3**

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 13. Číslo 3, 1970. Vydává Český svaz vědeckotechnických společností, komitét pro techniku prostředí, v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, Praha 1. Adresa redakce: Praha 4, Dvorecká 3. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné příjmá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Lze také objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vychází 6 čísel ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 8,— (cena pro Československo). Předplatné Kčs 48,—; US \$ 7,—; Lstg 2,18,6,- (cena v devisách). Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., Brno, závod 1. Toto číslo vyšlo v září 1970.

© by Academia, nakladatelství Československé akademie věd 1970.