

Redakční rada:

Prof. inž. dr. J. PULKRÁBEK (předseda), inž. J. ADLOF, inž. V. BAŠUS (výkonný redaktor), inž. dr. J. CIHELKA, inž. J. HABER, doc. inž. L. HRDINA, inž. A. KŘÍŽ, inž. dr. M. LÁZŇOVSKÝ, inž. dr. Z. LENHART, MUDr. J. MÜLLER, inž. dr. J. NĚMEC, inž. dr. L. OPPL, MUDr. P. PACHNER, inž. dr. V. PRAŽÁK, inž. J. SYNEK, inž. O. ŠULA, inž. V. TŮMA, inž. C. A. VOTAVA

Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 15

OBSAH

Inž. J. Kaprálek:	Spolupráce s SSSR v oboru čištění plynů	107
Inž. dr. J. Cihelka:	Příspěvek k teoretickému řešení aerace — 1. část (zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti)	111
Inž. dr. L. Oppl:	Odpařování z vodních hladin	116
Inž. V. Faltejsek, inž. dr. J. Vlach:	Měřiče spotřeby tepla v bytech	123
Arnošt Drozd:	Instalace rozváděcího potrubí stlačeného vzduchu v průmyslu ..	128
Doc. inž. dr. J. Mikula:	Výpočet tlakových ztrát při proudění tekutin potrubím ..	134
Rozhledy		137
Normalisace a patenty		147
Organizační hlídka		148
Recenze		150
Literatura		152
Přílohy 5 a 6		

SPOLUPRÁCE S SSSR V OBOU ČIŠTĚNÍ PLYNŮ

Inž. JIŘÍ KAPRÁLEK

Výzkumný ústav vzduchotechniky, Praha

Článek informuje o navázání československo-sovětské spolupráce v oboru odlučování popílku a přináší zajímavé poznatky o sovětské praxi a úspěších v tomto oboru. Z plánované vzájemné výměny zkušeností je patrný oboustranný přínos, který přispěje k zlepšení dnešního stavu odpopílkování.

*Lektorovali: inž. dr. L. Oppl
inž. M. Václavík*

1. ÚVOD

V roce 1957 se úspěšně rozvinuly styky mezi československými a sovětskými odborníky v oboru čištění plynů. Při vzájemných návštěvách byla navázána oběma stranám prospěšná spolupráce. Hlavním účelem jednání byla výměna zkušeností z oboru odpopílkování velkých tepelných centrál, spalujících méněhodnotná paliva. Naléhavost tohoto problému v našich poměrech je dobře známa; využití sovětských zkušeností by bylo nejrychlejší a nejehospodárnější cestou ke spolehlivému návrhu odpopílkovacích zařízení do našich projektovaných velkých tepelných centrál.

V SSSR je projektování, výzkum, vývoj i výroba odpopílkovacích zařízení soustředěna v trustu Gazoočistka, který je v sektoru ministerstva chemického průmyslu. Projekty, vedení montáže, uvádění do chodu a garanční měření je soustředěno v projekčním útvaru Giprogazoočistka; výzkum je svěřen ústavu NIIOGAZ, který rovněž patří do trustu. Na rozdíl od našich poměrů dodává však trust Gazoočistka samostatné odpopílkovače s příslušenstvím, nedodává kouřovody ani kouřové ventilátory.

2. POZNATKY Z VÝZKUMU A PROJEKCE ODPOPÍLKOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

Dnešní stav odpopílkování v SSSR je asi ten, že převažují odpopílkovače elektrické, popřípadě kombinované s mechanickými (tvoří v kombinaci vždy první stupeň). Samotné mechanické odpopílkovače se navrhují jen u malých jednotek, zejména při roštovém topení, a to jen tam, kde Státní zdravotnická inspekce (Gossaninspekce) neklade velké nároky na čistotu kouřových plynů. Po našich špatných zkušenostech s elektrickým odpopílkováním sledovala čs. delegace při své návštěvě v SSSR s velkým zájmem nejen jejich výzkum a projekci, ale i provozní zkušenosti. Dojem byl jednoznačný: elektrické odpopílkování v SSSR pracuje spolehlivě a dosahuje požadovaných odlučivostí, na naše poměry značně vysokých.

Zásahu na tom mají všechny složky, které s odpopílkováním přicházejí do styku. Snad nejdůležitější je to, že projekt se tvoří na základě bohatých provozních zkušeností, získaných dlouholetým systematickým sledováním postavených odpopílkovačů. Viděli jsme, že návrh odpopílkovače pro novou centrálu je dnes již věcí poměrně

jednoduchou. Vyjde se ze zkušeností získaných s daným palivem a daným systémem kotle a podle očekávané koncentrace popílku na výstupu z kotle se rozhodne, je-li nutná kombinace mechanického odpopílkovače s elektrickým. Není-li kombinace nutná z tohoto hlediska, posuzuje se tato otázka s ohledem na předepsanou odlučivost resp. koncentraci na výstupu z odlučovače. Při vysokých nárocích na odlučivost se volí buď kombinace mechanického odlučovače s elektrickým o dvou polích nebo se sáhne k ekonomicky výhodnějšímu elektrickému odlučovači o třech polích. Podle zkušenosti se pak volí průtočná rychlost v odlučovači resp. doba setrvání částice v elektrickém poli a podle množství kouřových plynů se určí vhodná velikost odlučovače, resp. jejich počet. Poněvadž odpopílkovače jsou typisovány a sestaveny v řadu velikostí, projekční práce tím končí. Pozoruhodné je, že garancie jsou omezeny teplotou kouřových plynů (většinou 160 °C). Pro vyšší teploty se odlučivost negarantuje.

V SSSR při elektrickém odpopílkování se při vyšších nárocích na čistotu plynů obvykle nejde nad rychlosti 1,7 m/s; často se volí rychlosti ještě nižší (1,5 nebo 1,6 m/s). Tyto hodnoty se u nás pokládají za příliš nízké, poněvadž pochopitelně vedou k rozměrným odpopílkovačům; při návštěvě sovětských odborníků v lednu 1958 jsme si však znovu ověřili, že na vyšší rychlosti v projekci odpopílkovačů nejdou. Pokládají totiž spolehlivé dosažení požadované trvalé odlučivosti za důležitější požadavek, než vtěsnat elektrický odpopílkovač do předem daných rozměrů. Nesnáz s velkými rozměry se v SSSR zdaleka nepokládá za tak palčivou jako u nás; viděli jsme nejnovější typové projekty elektrického odpopílkování pro kotle velkých výkonů, kde rozteč kotlů byla dána roztečí odpopílkovačů.

V souvislosti s některými náměty z poslední doby je zajímavé zmínit se ještě o tom, že sovětské projektanty dimensují elektrická odprašovací zařízení na maximální uvažované průtočné množství, ke kterému ještě připočítávají nejméně 10 % na budoucí zvětšený výkon zdroje plynů. Dimensovat tedy např. elektrické odpopílkovače na jiný než maximální špičkový výkon kotle, se nepokládá za správné. Státní zdravotnická inspekce by to pravděpodobně ani nepřipustila.

Zásadou při projektování v SSSR je dávat garancie jen tehdy, opírají-li se o spolehlivé provozní zkušenosti a měření z provozu. Není-li takových zkušeností (to platí i pro zařízení známá, ale nezvykle velká), pokládá se zařízení za zkušební a garancie se nedávají. Takové zkušební zařízení se dimensuje ovšem s přihlédnutím k podobným případům, ale volí se většinou s mohutnou rezervou. I zde se pokládá za důležitější dosáhnout uspokojivého chodu, než riskovat nevyhovující provoz, i když by se ušetřilo na pořizovacích nákladech nebo obestaveném prostoru. U zcela nových problémů se laboratorně nebo v poloprovozu zjistí pouze základní závislosti.

Z toho všeho je zřejmé, že v SSSR je základem celé projekční práce experiment a závislosti empiricky získané. Zde právě je zatím největší rozdíl mezi poměry sovětskými a našimi. U nás je provozních měření a systematicky sbíraných provozních zkušeností zatím málo. Proto jsme a ještě několik let budeme odkázáni v mnoha případech na úvahy teoretické a na závislosti získané v laboratořích a v poloprovozech, které musíme extrapolovat do provozních podmínek, často ostatně také jen nepřesně známých. V posledních několika letech se však v tomto ohledu situace u nás proti dřívějšímu značně zlepšila a máme reálné předpoklady toto zaostávání za SSSR dohonit.

Je velmi radostné, že byla sjednána dohoda o trvalé a přímé spolupráci sovětských a našich odborníků z oboru čištění plynů. Dohoda se projevuje již v plánu Výzkumného ústavu vzduchotechniky (VÚV) na rok 1958, kde bylo mezi jiným možno vypustit některé závažné úkoly z oboru elektrického odlučování, a to impulsní napájení

odlučovačů superponovanou vysokou frekvencí, vibrační oklepávání elektrod, trvalou registraci koncentrace úletu optickými metodami a provozní stanovení zrnění popílku opticky přímo v kouřových plynech. Dohoda umožnila i trustu Gazoočistka vypustit z plánu některé úkoly, které se kryjí s úkoly řešenými u nás. Jsou to mezi jinými problémy, které se řeší na poloprovozním odlučovači ZVTZ Milevsko ve Strakonici (vliv tvaru a rozteče elektrod, vliv rychlosti na odlučování, vliv koncentrace, jemnosti a složení popílku), nebo v laboratořích VÚV (odlučování při vysokých rychlostech, základní funkční závislosti v průmyslových odlučovačích, jemné elektrické čištění vzduchu a příslušné měřicí metody).

Vhodným příkladem využití dřívějších sovětských zkušeností je to, že dostaneme úplnou dokumentaci o elektrickém odlučování uhelného prášku z brýd v otevřených mlýnských okruzích. Tento problém je v SSSR nejen vypracován, ale příslušné elektrické odlučovače jsou již typisovány a rozkresleny. Naproti tomu dostane sovětská strana naše poznatky z jemného elektrického čištění vzduchu, kde jsme dosáhli dobrých úspěchů. Podobná spolupráce se rozvine ovšem nejen v oboru elektrického, ale i mechanického suchého i mokrého odlučování.

3. VÝROBA A MONTÁŽ ODPOPÍLKOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

Sjednaná spolupráce se Sovětským svazem přinese ulehčení práce i naší výrobě a montáži, poněvadž dostaneme příslušnou sovětskou dokumentaci.

Dostáváme se k dalšímu důležitému bodu, který podstatně přispívá k tomu, že v SSSR dnes již nemají při elektrickém odpopílkování potíže, které jsou obvyklé u nás. Jsou to jednak velmi přísné požadavky na jakost výroby (přitom se prakticky nepoužívá ušlechtilých materiálů, ale klade se důraz na pečlivou výrobu), jednak obdobné požadavky na pečlivost a jakost montáže, které se odrážejí v přísných předpisech pro přejímání postavených elektrických odlučovačů.

Je naprosto nutné, aby byli zapracováni specialisté pro montáž elektrických odlučovačů. Souvisí s tím i otázka autorského dozoru, kterým bychom se alespoň poněkud přiblížili praxi v SSSR, kde projekční útvar má vedení montáže. Neméně důležitou složkou dobré funkce elektrických odpopílkovačů je i velmi pečlivá obsluha a údržba, se kterou jsme se setkali ve všech sovětských elektrárnách, které jsme navštívili. Obsluha trvale sleduje chod usměrňovačů, nastavuje vhodné napětí a zapisuje údaje rozváděčových přístrojů. V nových projektech se všude předepisuje trvalá samočinná registrace (proudu i napětí).

4. ZÁVĚR

Závěrem by bylo možno zhodnotit naše poznatky z SSSR asi takto:

1. V SSSR mají dlouholetou tradici systematické práce, zaměřené vždy na ekonomicky nejaktuálnější problémy a opírající se o důkladné experimentální ověření každého poznatku.

2. Starší pracovníci jsou většinou specialisováni na poměrně úzký pracovní obor, ve kterém pracují řadu let; nepřebíhají od problému k problému a mohou tedy dosáhnout potřebné hloubky.

3. Každý problém řeší nejen v laboratoři a v poloprovozu, ale zabývají se jím důkladně, třeba několik let, na zkušebních provozních zařízeních. Nedávají se strhnout k ukvapeným závěrům ze zdaru nebo nezdaru třeba náhodného. Výsledkem jsou pak dokonale jasné a spolehlivé projekční a konstrukční podklady, vydávané v tak obsírné formě, že s nimi pak může pracovat i nespécialisovaný odborník.

Z tohoto stručného závěru by se mohlo zdát, že se v SSSR v dostatečné míře neuplatňuje v oboru čištění plynů vědecká práce. Byl by to závěr nesprávný. Vědecká práce, vědecké myšlení prolíná vším tím, o čem jsme zde hovořili. Vědeckou práci nelze totiž formalisticky oddělovat od ostatní vývojářské a výzkumnické práce. Podstatou vědecké práce je přesné a logické myšlení a hodnocení poznatků bez ohledu na to, jakou formou, lépe řečeno, jakými formulami matematickými, grafickými nebo logickými se projevuje. Konečným kritériem pak je to, jak se získané poznatky a poučky osvědčují v praxi, ve skutečných provozních poměrech a na skutečných provozních zařízeních. Můžeme říci, že pracovní způsoby a celý postoj k řešení problémů i k předávání zkušeností, jak jsme je poznali v SSSR, nám mohou být oprávněně vzorem.

PŘÍSPĚVEK K TEORETICKÉMU ŘEŠENÍ AERACE — 1. část

(Zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti)

Inž. dr. JAROMÍR ČIHELKA

Ústav pro výzkum strojů ČSAV, Praha

Článek pojednává, na základě zkoušek na modelu, o recirkulaci teplého vzduchu v provozovných větraných aeraci a o jejích příčinách. Výsledky měření jsou zpracovány v diagramu, který umožňuje výpočet teploty vzduchu v pracovním pásmu.

Lektoroval: Inž. dr. L. Oppl

Seznam použitých označení

h	[m]	vertikální vzdálenost příváděcích a odváděcích větracích otvorů
F	[m ²]	plocha ochlazovaných stěn
ΣF	[m ²]	celková plocha stěn omezujících prostor
F_h	[m ²]	plocha podlahy
F_p	[m ²]	povrch zdrojů tepla (plocha půdorysného průřezu peci)
f_1, f_2	[m ²]	průřez příváděcích a odváděcích větracích otvorů
μ_1, μ_2		průtokový součinitel větracích otvorů
G	[kg/h]	váhové množství větracího vzduchu
G_r	[kg/h]	váhové množství recirkulujícího vzduchu
G_o	[kg]	váha vzduchu obsaženého v prostoru při teplotě t_v
I	[1/h]	intenzita výměny vzduchu ($I = G/\dot{G}_o$)
$\Delta p_1, \Delta p_2$	[kg/m ²]	účinný vztlak vzduchu
γ_1, γ_2	[kg/m ³]	měrná váha vzduchu při teplotě t_1 a t_2
Q	[kcal/h]	tepelný příkon (výkon)
Q_1	[kcal/h]	tepelná ztráta ochlazováním stěn
Q_2	[kcal/h]	tepelná ztráta větráním
k	[kcal/m ² h°C]	součinitel prostupu tepla stěnou
t_z	[°C]	teplota venkovního vzduchu ($t_z = t_1$)
t_v	[°C]	střední teplota vnitřního vzduchu
t_{po}	[°C]	teplota vzduchu v pracovní oblasti
t_1	[°C]	teplota vzduchu příváděného do prostoru ($t_1 = t_z$)
t_2	[°C]	teplota vzduchu odváděného z prostoru
g	[m/s ²]	zrychlení tíže zemské ($g = 9,81$)

1. ÚVOD

Při teoretickém řešení (výpočtu) aerace horkých provozoven se používá rovnice tepelné rovnováhy prostoru

$$Q = Q_1 + Q_2 = \Sigma[k \cdot F(t_v - t_z)] + 0,24G(t_2 - t_1) \quad (1)$$

a rovnice větrací rovnováhy (rovnováhy vah větracího vzduchu)

$$G = 3600f_1 \cdot \mu_1 \sqrt{2g \cdot \gamma_1 \cdot \Delta p_1} = 3600f_2 \cdot \mu_2 \sqrt{2g \cdot \gamma_2 \cdot \Delta p_2} \quad (2)$$

Pomocí těchto rovnic se buď pro danou budovu a zvolenou velikost (průřez) a polohu větracích otvorů kontroluje množství větracího vzduchu¹⁾, nebo se pro danou budovu a zvolenou intenzitu výměny vzduchu (množství vzduchu G) určí potřebná velikost větracích otvorů. Podrobný postup výpočtu je uveden v četných jiných pracích, např. [1], [3], [4].

Velikost a polohu větracích otvorů nebo intenzitu výměny vzduchu je nutno volit tak, aby provětrání prostoru bylo dostatečné, tj. aby zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti nebylo větší než přípustnější směrnice o hygienických podmínkách na pracovištích. Volba obou těchto veličin je tedy velmi důležitá, neboť na ní závisí, jak bude navrhované větrací zařízení plnit svoji funkci. Nejčastěji se volí velikost větracích otvorů [a teplotní rozdíl ($t_2 - t_1$), viz poznámka 1] nebo intenzita výměny vzduchu podle hodnot, zjištěných u podobných, již provedených zařízení, vyhovujících hygienickým i technickým požadavkům. Na příklad jsou uváděny intenzity výměny vzduchu v závislosti na měrném tepelném příkonu q [kcal/m³h], nebo teplotní gradienty

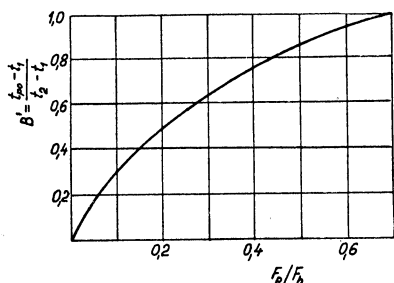
$$\text{grad.} = \frac{t_2 - t_{po}}{h}$$

v závislosti na výšce prostoru atd. (viz práce [1], [3], [4] aj.).

Tento způsob volby parametrů, které rozhodují o správné funkci aerace, není ovšem ideální a zcela spolehlivý. Četné nezdary při projektování aeračních zařízení a častá nutnost dodatečně upravovat nevyhovující zařízení jsou toho důkazem.

Nejvhodnějším způsobem, jak odstranit tyto nedostatky je ověřovat funkci navrhovaných zařízení ještě před uskutečněním projektu při pokusech na zmenšených modelech. Tyto pokusy mohou však sloužit nejen k přezkoušení návrhů určitých zařízení, ale také k odvození obecně platných poznatků o samočinném větrání aerací.

2. ZÁVISLOST POMĚRNÉHO ZVÝŠENÍ TEPLoty VZDUCHU V PRACOVNÍ OBLASTI NA GEOMETRICKÝCH PARAMETRECH



Obr. 1. Závislost $\frac{t_{po} - t_1}{t_2 - t_1} = f\left(\frac{F_p}{F_h}\right)$; podle Baturina a Eltermana [1].

Na příklad Baturin a Elterman [1] odvodili z výsledků modelových pokusů závislost poměrného zvýšení teploty vzduchu, způsobeného recirkulací ohřátého vzduchu²⁾

$$B = \frac{t_{po} - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{G_r}{G + G_r} \quad (3)$$

na poměrné ploše zdrojů tepla F_p/F_h . Tato závislost je znázorněna v diagramu na obr. 1.

Při výpočtu aerace se pak postupuje tímto způsobem:

Nejprve se pro danou poměrnou plochu zdrojů tepla (pecí) F_p/F_h odečte z diagramu na

¹⁾ V tomto případě je nutno předem zvolit rozdíl teplot ($t_2 - t_1$) tak, aby účinný vztlak, odpovídající tomuto rozdílu, vyhovoval rovnici větrací rovnováhy (2).

²⁾ Vzestupný proud teplého vzduchu narazí na střešku budovy, rozptýlí se a tím dochází k recirkulaci; část teplého vzduchu se přitom vrací zpět k pracovní oblasti. Podrobněji je zjev popsán v pracích [1] a [2].

obr. 1 hodnota součinitele B a potom se pro zvolený rozdíl teplot ($t_{po} - t_1$) vypočítá rozdíl mezi teplotou odváděného a přiváděného vzduchu

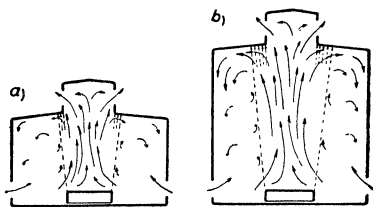
$$t_2 - t_1 = \frac{t_{po} - t_1}{B}.$$

Dále se z rovnice tepelné rovnováhy (1) vypočítá množství větracího vzduchu

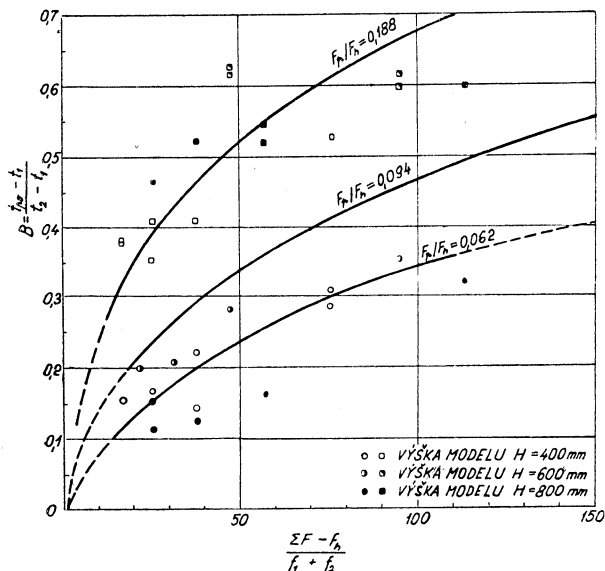
$$G = \frac{Q - \Sigma[k \cdot F(t_v - t_z)]_3}{0,24(t_2 - t_1)}$$

a další postup je již zcela obvyklý; počítá se průřez větracích otvorů f_1 a f_2 .

Výsledky našich pokusů [2] však ukázaly, že poměrná plocha zdrojů tepla F_p/F_h není jediným činitelem, který má vliv na recirkulaci vzduchu a tedy také na zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti. Záleží také na výšce prostoru a na průřezu větracích otvorů. Se vzrůstající výškou prostoru se poměrné množství recirkulujícího vzduchu a také poměrné zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti zvětšuje (zvětšuje se součinitel B), se vzrůstajícím průřezem větracích otvorů naopak zmenšuje. Zatím co vliv průřezu větracích otvorů je zcela logický (čím větší je průřez větracích otvorů, tím větší část cirkulujícího vzduchu odchází odváděcími otvory přímo do vnějšího



Obr. 2. Vysvětlení vlivu výšky prostoru na recirkulaci vzduchu.



Obr. 3. Závislost $\frac{t_{po} - t_1}{t_2 - t_1} = f\left(\frac{\Sigma F - F_h}{f_1 + f_2}\right)$ pro $F_p/F_h = 0,062$, $0,094$ a $0,188$; křivka pro $F_p/F_h = 0,094$ je sestavena podle výsledků uvedených v práci [2].

³⁾ Střední teplotu vnitřního vzduchu je nutno předem odhadnout.

ovzduší), je vliv výšky prostoru do jisté míry paradoxní. Zvětšení recirkulace vzduchu při větší výšce prostoru lze však vysvětlit tím, že světlik nestačí zachytit celý rozšířený proud teplého vzduchu, takže okraje tohoto proudu narazí na střechu kolem světlíku (obr. 2).

Při konečném zpracování výsledků modelových pokusů bylo místo výšky prostoru počítáno s plochou ochlazovaných stěn ($\Sigma F - F_h$) a z výsledků měření byla odvozena závislost součinitele B na reciproké hodnotě poměrné plochy větracích otvorů

$$B = \frac{t_{po} - t_1}{t_2 - t_1} = f\left(\frac{\Sigma F - F_h}{f_1 + f_2}\right), \quad (4)$$

viz diagram na obr. 3. V diagramu je funkce (4) znázorněna pro 3 hodnoty poměru $F_p/F_h = 0,062, 0,094$ a $0,188^4$).

Výsledky našich pokusů velmi dobře souhlasí s výsledky Baturina a Eltermana (viz obr. 1) za předpokladu, že při jejich pokusech byl poměr

$$\frac{\Sigma F - F_h}{f_1 + f_2} = 40.$$

Závislosti znázorněné v diagramu na obr. 3 lze použít ke kontrole teploty vzduchu v pracovní oblasti; postup kontroly nejlépe objasní příklad.

3. PŘÍKLAD

Jaké se dosáhne střední teploty vzduchu v pracovní oblasti provozovny větrané aerací? Jsou dány tyto hodnoty:

celková plocha stěn omezujících prostor	$\Sigma F = 7\,600$	m^2
plocha podlahy	$F_h = 2\,000$	m^2
plocha zdrojů tepla (pecí)	$F_p = 200$	m^2
horizontální vzdálenost středů větracích otvorů	$h = 15$	m
průměrný součinitel prostupu tepla stěn	$k = 2$	$\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
tepelný příkon zdrojů	$Q = 3 \times 10^6$	kcal/h
množství větracího vzduchu	$G = 3,6 \times 10^5$	kg/h
venkovní teplota	$t_z = t_1 = \pm 0$	$^\circ\text{C}$

Nejprve se obvyklým způsobem (viz např. [1]) počítá průřez větracích otvorů, potřebný k dosažení předepsané výměny vzduchu.

Předpokládá-li se, že střední teplota vzduchu bude $t_v = 22^\circ\text{C}$, je podle rovnice tepelné rovnováhy (1)

$$t_2 - t_1 = \frac{Q - k \cdot \Sigma F (t_v - t_2)}{0,24 G} = \frac{3 \times 10^6 - 2 \times 7600 \times 22}{0,24 \times 3,6 \times 10^5} = 30,8^\circ\text{C}.$$

Teplota odváděného vzduchu je tedy

$$t_2 = 30,8 - t_1 = 30,8^\circ\text{C}.$$

Celkový účinný vztlak vzduchu je přibližně

$$\Delta p = h(\gamma_1 - \gamma_v) = 15(1,293 - 1,196) = 1,455 \text{ kg/m}^2$$

a předpokládáme-li, že se tento tlak rovnoměrně rozdělí na příváděcí a odváděcí otvory, je

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = \frac{\Delta p}{2} = 0,7275 \text{ kg/m}^2.$$

Z rovnice (2) lze pak vypočítat průřez větracích otvorů ($\mu_1 = \mu_2 = 0,65$)

$$f_1 = \frac{G}{3600 \mu_1 \sqrt{2g \cdot \gamma_1 \cdot \Delta p_1}} = \frac{3,6 \times 10^5}{3600 \times 0,65 \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,293 \times 0,7275}} = 34,8 \text{ m}^2$$

$$\text{a} \quad f_2 = \frac{3,6 \times 10^5}{3600 \times 0,65 \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,16 \times 0,7275}} = 37,8 \text{ m}^2.$$

Pro poměr $\frac{\Sigma F - F_h}{f_1 + f_2} = \frac{5600}{72,6} = 77$ je podle diagramu na obr. 3 součinitel

$$B = \frac{t_{po} - t_1}{t_2 - t_1} = 0,42 \text{ (viz křivka } F_p/F_h = 0,094)$$

⁴) Další předpoklady, při nichž platí diagram na obr. 3 jsou:

a) poměr průřezů větracích otvorů $f_1 \approx f_2$,

b) příváděcí otvory jsou dole v pracovní oblasti a odváděcí otvory nahoře ve světlíku.

a při $(t_2 - t_1) = 30,8^\circ\text{C}$ je pak

$$t_{p0} - t_1 = B(t_2 - t_1) = 0,42 \times 30,8 = 12,95^\circ\text{C}.$$

Střední teplota vzduchu v pracovní oblasti

$$t_{p0} = 12,95^\circ\text{C} \text{ (v zimním období).}$$

Střední teplota vnitřního vzduchu

$$t_v = 0,5(t_{p0} + t_2) = 0,5(12,95 + 30,8) = 21,88^\circ\text{C},$$

tj. jen o málo nižší než bylo předpokládáno při výpočtu tepelné ztráty ochlazením stěn a při výpočtu účinného vztlaku; výpočet tedy není nutno opakovat.

Podobně by se postupovalo i v případech, když by byl dán průřez větracích otvorů f_1 a f_2 a jako neznámá veličina by se počítalo množství větracího vzduchu G .

4. ZÁVĚR

Poměrné zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti horkých provozoven větracích aerací závisí nejen na poměrné ploše zdrojů tepla F_p/F_h , ale také na poměrné ploše větracích otvorů. Zatímco s rostoucím poměrem F_p/F_h se poměrné zvýšení teploty zvětšuje, s rostoucím poměrem $(f_1 + f_2)/(\Sigma F - F_h)$ se naopak zmenšuje.

V práci je uvedena závislost

$$\frac{t_{p0} - t_1}{t_2 - t_1} = f\left(\frac{\Sigma F - F_h}{f_1 + f_2}\right)$$

při různém poměru F_p/F_h a je vysvětlen postup při kontrole teploty vzduchu v pracovní oblasti.

Literatura

- [1] Baturin V. V., Elterman V. M.: Aeracija promyšlenných zdaniy. Moskva 1953.
- [2] Cihelka J.: Zvýšení teploty vzduchu v pracovní oblasti prostorů větracích aerací. Sborník VTS pro zdravotní techniku a vдуchotechniku sv. 2. NČSAV, Praha 1958.
- [3] Maurer K.: Aerace horkých provozů. Kandidátská disertační práce podaná na strojní fakultě v Praze 1957.
- [4] Oppl L.: Větrání v průmyslu. SNTL, Praha 1957, str. 218 a další.

К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ АЭРАЦИИ

Инж. д-р Яромир Цигелка

На основании модельных испытаний в статье рассматривается возможность и причины рециркуляции воздуха в помещениях вентилируемых при помощи аэрации. Результаты измерений приведены в виде графика, позволяющего проводить расчет температуры воздуха в рабочей зоне.

A CONTRIBUTION TO THE THEORETICAL SOLUTION OF NATURAL VENTILATION

Ing. Dr J. Cihelka

The paper deals with recirculation of warm air in service rooms, ventilated by natural forces and with its causes and makes use of data gained by experiments on model. The results of the measuring are made up into a diagram which makes possible the calculation of air temperature in the work-zone.

Poznámka redakce.

V článku jsou uvedeny některé nové poznatky o posuzování funkce aerace, vyplývající z laboratorních pokusů na zmenšených modelech. Uvítali bychom, kdyby k této otázce zaslali své připomínky a poznámky také pracovníci, mající praktické zkušenosti z provozu aerace.

ODPAŘOVÁNÍ Z VODNÍCH HLADIN

Inž. dr. LADISLAV OPPL

Ústav hygieny práce a chorob z povolání, Praha

Autor pojednává o výpočtu odpařovaného množství vody podle experimentálních prací různých autorů a na základě vlastních měření hodnotí příčiny rozptylu udávaných hodnot. Přitom upozorňuje zvláště na rozdíly teplot lázně a povrchových teplot hladiny, které vedou k různým hodnotám měrných odpařivostí. Závislosti uvedených teplot byly stanoveny měřeními v klidném i proudícím vzduchu. Pro snadné určování množství odpařované vody byl sestaven nomogram závislosti odpařeného množství na teplotě lázně, rychlosti proudění vzduchu a teplotě rosného bodu okolního vzduchu.

Lektoroval: inž. M. Tomaides

1. ÚVOD

Při určování vodní zátěže mokrých provozoven setkáváme se s úlohou vypočítat množství vodní páry odpařované z volných hladin. I když tuto úlohu řešilo několik autorů za různých podmínek, bývá projektant na rozpácích o vhodnosti jednotlivých uváděných vzorců, o dosažení správné teploty odpařující se vody do výpočtu a o odpařivosti v klidném vzduchu. K objasnění těchto otázek má přispět tento článek, založený na autorově experimentální práci, jehož cílem je podat směrnici pro správný výpočet odpařovaného množství.

Seznam použitých označení

B	[mm Hg]	barometrický tlak
C	[kg/m ² h]	součinitel odpařivosti
c	[m/s]	rychlost
F	[m ²]	plocha hladiny
k	[—]	konstanta
M	[kg/h]	odpařené množství vody
n	[—]	mocnitel
o	[kg/m ² h mm Hg]	měrná odpařivost
p_p	[mm Hg]	napětí vodních par ve vzduchu
p_p''	[mm Hg]	napětí vodních par v nasyceném vzduchu při teplotě rovné povrchové teplotě hladiny
q	[—]	konstanta
t	[°C]	teplota lázně (pod hladinou)
t_p	[°C]	povrchová teplota hladiny
t_r	[°C]	teplota rosného bodu

2. ZÁKLADNÍ ROVNICE

Odpařování kapaliny do plynného prostředí je, podle kinetické teorie, způsobeno vyletováním molekul z odpařující se kapaliny, jejichž energie je tak velká, že pře-

mohou kohesní síly a jejichž dráhy směřují k hladině. Jelikož kapalinu opouštějí právě molekuly s největší energií, střední energie molekul kapaliny se snižuje, což se projevuje chladnutím především horní vrstvičky kapaliny, jejíž teplota je při odpařování nižší, než teplota vrstev pod hladinou.

V technické praxi si děj odpařování představujeme tak, že se na styčné ploše hladiny se vzduchem vytvoří tenká vrstvička vzduchu nasyceného parami odpařující se látky, o teplotě rovné teplotě povrchu kapaliny. Z této vrstvičky unikají pak páry do okolního vzduchu. Odpařované množství bude obecně záviset: na velikosti hladiny F , povrchové teplotě hladiny t_p , rosné teplotě par v okolním vzduchu t_r , rychlosti proudění nad hladinou c , měrné odpařivosti o , čase τ a barometrickém tlaku B . Předpokládáme-li, že měrná odpařivost v sobě zahrnuje vliv rychlosti, čili, že $o = \varphi(c)$, můžeme obecně vyjádřit rovnici pro odpařované množství takto:

$$M = f[o, F, (p_p'' - p_p), \tau, B]. \quad (1)$$

Rovnici pro odpařované množství odvodil r. 1803 Dalton ve známém tvaru

$$M = 45,6 C F \frac{p_p'' - p_p}{B} \quad [\text{kg/h}], \quad (2)$$

v níž C je součinitel odpařivosti, jehož velikosti pro vodu jsou:

pro klidný vzduch $C = 0,55$,
 pro mírně proudící vzduch $C = 0,71$,
 pro silněji proudící vzduch $C = 0,86$.

Tyto hodnoty platí pro proudění paralelní s hladinou.

Do rovnice (2) zavedeme vztah $\frac{45,6 C}{760} = o$, který se označuje jako měrná odpařivost. Je to množství kapaliny v kg, které se odpaří za 1 hod. z povrchu hladiny o ploše 1 m² při rozdílu parciálních tlaků rovném 1 mm Hg a při barometrickém tlaku 760 mm Hg.

Závislost odpařeného množství na rozdílu parciálních tlaků nemusí být obecně lineární, jak udává Daltonova rovnice, nýbrž může mít tvar mocninový

$$M = o F (p_p'' - p_p)^n \frac{760}{B} \quad [\text{kg/h}]. \quad (3)$$

Pro výpočet M podle této rovnice potřebujeme znát hodnoty o a n . Jejich experimentálním stanovením se zabývalo několik autorů, jejichž výsledky jsou do jisté míry odlišné podle způsobu měření a podle poměrů, za nichž bylo měřeno. Pro informaci uvádíme tyto hodnoty v tab. I.

Tabulka I. Měrné odpařivosti

Autor	Rovnice měrné odpařivosti	Měřeno při		
		teplotě vody [°C]	teplotě vzduchu [°C]	rychlosti proudění [m/s]
Carrier	$o = 0,0178 + 0,0152c$	do 60	—	1—7
Himus a Hynchley	$o = 0,031 + 0,0135c$	do 60	—	—
Lurie a Michailoff	$o = 0,0229 + 0,0174c$	do 65	40—225	1—8
Thiesenhusen	$o = 0,0386/\bar{c}$	52—83	20	0,5—1,5

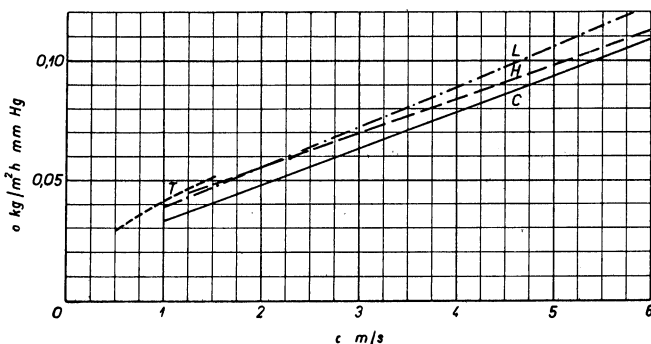
Konstanty podle Thiesenhusena vznikly z rovnice odvozené tímto autorem ve tvaru

$$M = 29,3 F \cdot \ln \frac{B - p_p}{B - p_p''} \sqrt{c} \quad [\text{kg/h}], \quad (4)$$

rozvedením přirozeného logaritmu v řadu a převedením rovnice na tvar Daltonův. V *tab. I.* jsou rovněž uvedeny podmínky, za kterých byly konstanty stanoveny, pokud jsou ovšem v publikacích jednotlivých autorů udány.

Jisté rozdíly v hodnotách měrné odpařivosti budou v neposlední řadě souviset se způsobem stanovení povrchové teploty odpařující se kapaliny. Pokud bylo možno zjistit z prací uvedených autorů, měřil přesně povrchovou teplotu Thiesenhusen a to plovoucím termočlánkem. Naproti tomu Lurie a Michailoff používali teploměru s krátkou baňkou zasunutou pod hladinu, takže horní konec baňky byl v rovině hladiny. Tito autoři měřili tudíž spíše střední teplotu mezi teplotou lázně a povrchovou teplotou hladiny. Carrier dosazuje za p_p'' hodnoty odpovídající přímo teplotě lázně.

Všechny uvedené vztahy pro součinitele odpařivosti (s výjimkou vztahu Thiesenhusenova) udávají lineární závislost odpařivosti na rychlosti proudění vzduchu.



Obr. 1. Měrné odpařivosti v závislosti na rychlostech.

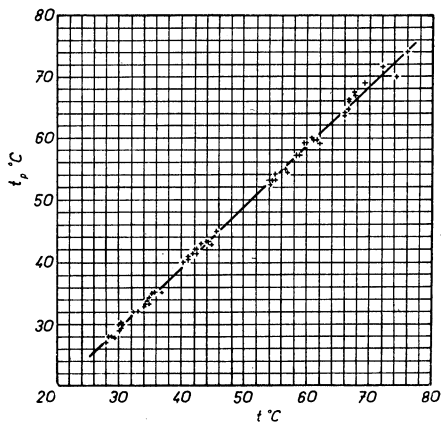
Podle rovnice Thiesenhusenovy se mění odpařivost s druhou odmocninou rychlosti, ovšem v mezích 0,5–1,5 m/s. Závislosti měrné odpařivosti o na rychlosti c podle jednotlivých autorů jsou vyneseny graficky na *obr. 1.* Písmena uvedená u křivek jsou počátečními písmeny jmen autorů. Z průběhu čar $o = f(c)$, je zřejmé, že jde obecně o mocninovou závislost, kterou však při

vyšších rychlostech (od 1,5 m/s) lze nahradit přímkou. Při rychlostech pod 1,5 m/s je již přímkový průběh nepřesný a nutno přejít na parabolu podle Thiesenhusena. Při velmi malých rychlostech (pod 0,5 m/s) a při klidném vzduchu však Thiesenhusenova rovnice neplatí, neboť při $c = 0$ není měrná odpařivost nulová, ale má určitou hodnotu.

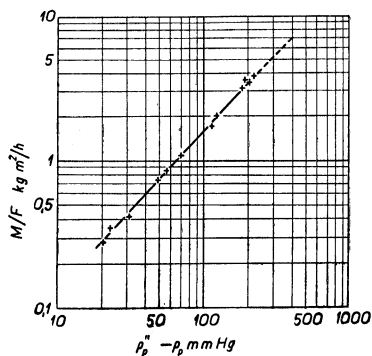
3. PROVEDENÁ MĚŘENÍ A JEJICH VÝSLEDKY

Abychom objasnili výše uvedené rozdíly a zjistili vliv nesprávného stanovení povrchové teploty kapaliny na výpočet odpařeného množství, provedli jsme srovnávací měření odpařivosti při uvažování jednak povrchové teploty vody a jednak teploty lázně, tj. teploty měřené pod hladinou. Tyto teploty jsme měřili dvěma termočlánky Cu — konstantan, z nichž horní byl upevněn v kroužku z plexiskla a plovál na hladině tak, že povrchová blanka vody jej právě překrývala. Jelikož termočlánky byly zhotoveny z velmi tenkých drátků, zaručoval tento způsob správné měření teploty povrchové vrstvičky kapaliny. K určování množství odpařené vody volili jsme vážení, které zaručuje větší přesnost, než-li měření poklesu hladiny pomocí vodoznaku. Měření byla konána v klidném i proudícím vzduchu při různých teplotách lázně, a to

v mezích 28–75 °C, při teplotách okolního vzduchu 16–28 °C a relativních vlhkostech 34–70 %. Při měřeních jsme používali skleněné kruhové misky o průměru 166 mm.



Obr. 2. Závislost povrchové teploty hladiny na teplotě lázně.



Obr. 3. Odpařená množství v závislosti na $(p_p'' - p_p)$ podle povrchové teploty hladiny.

Z měření vyplynula nejprve závislost povrchové teploty vody na teplotě lázně. Tato závislost je znázorněna v diagramu na obr. 2, v němž na svislé ose jsou vyneseny teploty hladiny t_p a na vodorovné ose teploty lázně t . Matematicky lze vyjádřit uvedenou závislost rovnicí

$$t_p = \frac{10 t + 12,5}{10,41} \quad [^{\circ}\text{C}], \quad (5)$$

která umožňuje, podobně jako diagram, nalézt pro změřenou teplotu lázně odpovídající teplotu povrchu hladiny, která je poměrně obtížně měřitelná. Hodnoty platí přesně při odpařování do vzduchu výše uvedených teplot a vlhkostí.

Podle rovnice (3) je závislost odpařeného množství na rozdílu parciálních tlaků mocninová, takže na logaritmickém papíře se bude zobrazovat jako přímka o rovnici

$$\log \frac{M \cdot B}{F \cdot 760} = \log o + n \log(p_p'' - p_p). \quad (3a)$$

Naměřené hodnoty jsou vyneseny na obr. 3 v závislosti na rozdílu parciálních tlaků podle povrchové teploty hladiny při $B = 760$ mm Hg. Pro tento případ vychází pro odpařované množství rovnice

$$M = 0,01 \cdot F \cdot (p_p'' - p_p)^{1,1} \frac{760}{B} \quad [\text{kg/h}]. \quad (3b)$$

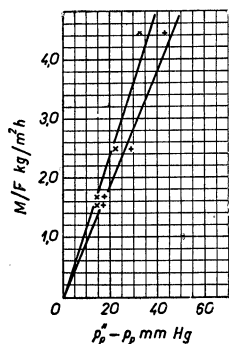
Stanovíme-li p_p'' podle teploty lázně, dostaneme rovnici

$$M = 0,015 \cdot F \cdot (p_p'' - p_p) \frac{760}{B} \quad [\text{kg/h}]. \quad (3c)$$

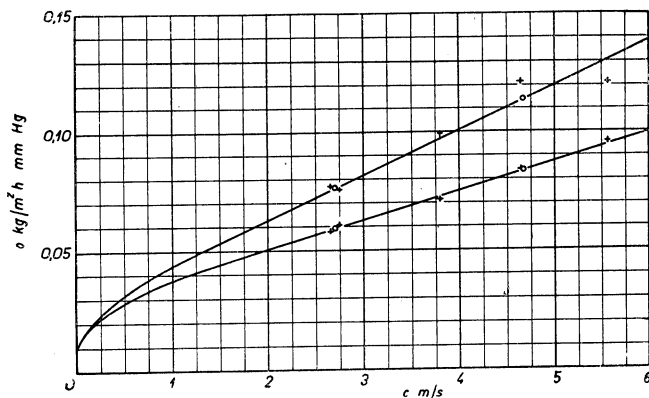
Při teplotách vody nad 70 °C nastávalo ve větší míře tvoření bublin páry pod hladinou na stěnách nádoby a na termočlátku. Tento zjev je způsoben tzv. parními jádry, která dávají vznik parním bublinám. Při laboratorním měření v malé nádobce pro-

jevuje se zvýšené odpařování vlivem těchto bublin významněji, než u větších nádob a nádrží; v přímkách odpařeného množství se počal objevovat zlom k větším hodnotám M/F . Tato měření jsme přirozeně nevzali v úvahu, neboť nepředstavují samotné odpařování z hladiny.

Při proudění vzduchu ve směru vodorovném jsme při pěti různých rychlostech (2,65; 2,75; 3,8; 4,65; 5,57 m/s) zjistili závislost odpařeného množství v $\text{kg/m}^2\text{h}$ na rozdílu parciálních tlaků par ($p_p'' - p_p$) v mm Hg. Tato závislost se zobrazovala ve všech případech v lineárních souřadnicích jako přímka, jak ukazuje obr. 4, v němž jsou vyneseny hodnoty z měření při rychlosti vzduchu 5,57 m/s. V diagramu jsou dvě přímky, z nichž horní platí pro p_p'' stanovené podle povrchové teploty hladiny a dolní pro p_p'' stanovené podle teploty lázně. Směrnice přímků udávají velikosti měrných



Obr. 4. Závislost odpařeného množství na ($p_p'' - p_p$) — p_p) při rychlosti proudění 5,57 m/s.



Obr. 5. Závislost měrné odpařivosti na rychlosti proudění.

odpařivosti při jednotlivých rychlostech proudění. Vyneseme-li tyto měrné odpařivosti v závislosti na rychlostech (obr. 5) zjistíme, že v rozsahu měřených rychlostí získáme dvě přímky, z nichž horní platí pro p_p'' stanovené z povrchové teploty hladiny a dolní pro p_p'' odpovídající teplotě lázně.

Při rychlostech mezi 1,0–1,5 m/s nastává odklon hodnot o od uvedených lineárních závislostí a měrné odpařivosti klesají při nižších rychlostech rychleji než podle přímky, až na hodnotu při klidném vzduchu, jak odpovídá Thiesenhusenově vztahu v rozsahu rychlostí 0,5–1,5 m/s. Pro rychlosti 1,5–6 m/s lze přímkové závislosti podle obr. 5 vyjádřit rovnicemi

$$o = 0,0188 c + 0,025 \quad [\text{kg/m}^2\text{h mm Hg}] \quad (4a)$$

pro p_p'' podle povrchové teploty hladiny a

$$o = 0,012 c + 0,027 \quad [\text{kg/m}^2\text{h mm Hg}] \quad (4b)$$

pro p_p'' podle teploty lázně.

Teplota povrchu hladiny při proudícím vzduchu je závislá též na rychlosti proudění. Při lineárním vztahu mezi t_p a t podle rovnice

$$t_p = k \cdot t + q \quad (5)$$

budou konstanty k a q funkcemi rychlosti c , které se zjistí měřením. Obecné závislosti $k = f_1(c)$ a $q = f_2(c)$ lze velmi dobře nahradit vždy dvěma přímkami, čímž získáme rovnici (5) ve dvou jednoduchých tvarech:

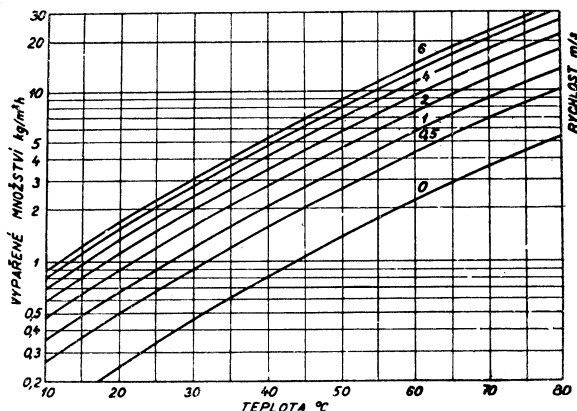
$$t_p = \frac{10t + 11,8c + 12,5}{0,76c + 10,41} \quad (5a)$$

pro rychlosti do 2,8 m/s a

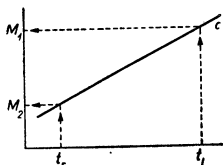
$$t_p = \frac{10t + 3,1c + 37,5}{0,19c + 10,9} \quad (5b)$$

pro rychlosti od 2,8 m/s.

Pro pohodlné a rychlé určování množství odpařené vody sestavují se průsečíkové nomogramy, v nichž na vodorovné ose se vynášejí teploty vody, na svislé ose množství vody odpařené z 1 m² povrchu hladiny za hodinu a jako proměnný parametr se do nomogramu zakreslují čáry $c = \text{konst.}$ Na obr. 6 je nakreslen autorem sestrojený nomogram odpařivosti, na jehož vodorovné ose jsou vynášeny teploty lázně (pro praktickou potřebu je pohodlnější pracovat s těmito teplotami; chyby, které přitom vznikají jsou zanedbatelné). Nomogram umožňuje respektovat i teplotu a vlhkost vzduchu nad hladinou, které určují napětí par p_p . Vysvětlení vyplývá z rovnice (3), kterou pro $n = 1$ přepíšeme na tvar



Obr. 6. Nomogram odpařivosti vody při $B = 760$ mm Hg.



Obr. 7. Stanovení hodnot M_1 a M_2 v nomogramu odpařivosti vody.

$$\frac{M}{F} = (op_p'' - op_p) \frac{760}{B} = (M_1 - M_2) \frac{760}{B} \quad [\text{kg/m}^2\text{h}]. \quad (3d)$$

Množství odpařené za hodinu z plochy 1 m² obdržíme jako rozdíl množství M_1 nalezeného v nomogramu pomocí teploty lázně t_i a rychlosti c a množství M_2 , nalezeného pomocí teploty rosného botu t_r a téže rychlosti c (obr. 7). Teplotu t_r stanovíme z diagramu $i - x$ z teploty a relativní vlhkosti okolního vzduchu.

4. ZÁVĚR

Při posuzování uvedených rovnic nutno především zdůraznit, že každá rovnice pro odpařované množství platí přesně jen za těch podmínek, za kterých byla stanovena. To se týká především teplot vody a vzduchu a rychlosti proudění. Kromě těchto hodnot ovlivňují výsledky měření ještě další činitele, jako tvar a velikost zkušební nádoby, vlhkost vzduchu apod., kteří však nebývají vždy uváděni. Rozdílnosti hodnot měrné odpařivosti mohou být do jisté míry způsobeny různými podmínkami při měření (např. Lurie-Michailoff měřili při teplotách vzduchu 40–225 °C), avšak

rozhodující bude pravděpodobně, jakým způsobem byla určována teplota vody. Rozdíly povrchových teplot hladiny a teplot lázně nejsou sice velké, ale dosadíme-li do vzorce pro odpařivost, který byl stanoven na základě povrchových teplot, p_p'' podle teploty lázně, dostaneme odlišnou měrnou odpařivost. Chyby, které tímto způsobem vznikají, odpovídají zhruba rozptylu hodnot udávaných jednotlivými autory, jak možno zjistit srovnáním diagramů na obr. 1 a 5. Rozptyl hodnot podle jednotlivých autorů může být tudíž právě způsoben rozdílným způsobem měření povrchové teploty vody. Naše měření neměla za účel stanovit nový výraz pro měrnou odpařivost, ale měla ukázat na rozdílnost hodnot α pro rovnici, v níž se počítá s povrchovou teplotou hladiny a pro rovnici, v níž se používá teplota lázně. Tyto výsledky umožňují proto výpočet odpařeného množství buď pomocí teploty lázně měřené pod hladinou, nebo teploty povrchové měřené výše popsaným způsobem. Pro praktické použití uvádíme pak nomogram, který je sestaven pro teploty lázně, které lze dobře stanovit a chyby, které takto vzniknou, budou jistě menší, než chyby způsobené nepřesným stanovením povrchových teplot. V nomogramu je zakreslena i křivka $c = 0$, takže je ho možno použít i pro stanovení odpařeného množství v klidném vzduchu.

Literatura

- [1] *Carrier W. H.*: The Theory of Atmospheric Evaporation. Journal of Ind. and Engin. Chemistry, May 1921.
- [2] *Carrier W. H.*: Principles of Air Conditioning. Heat. Piping and Air Cond., June 1950.
- [3] *Lurie M.-Michailoff*: Die Verdunstung von Wasser aus offenen Oberflächen. Gesundheits-Ingenieur 1936, str. 289.
- [4] *Pulkrábek J.*: Větrání. SNTL, Praha 1957.
- [5] *Sorokin N. S.*: Ventiljacija, uvlaznění i otopení na textilnych fabrikach. Gizleg-prom, Moskva 1953.
- [6] *Sprenger J.*: Verdunstung von Wasser aus offenen Oberflächen. Heizung und Lüftung, č. 7, 1943.
- [7] *Thiesenhusen H.*: Untersuchungen über die Wasserverdunstungsgeschwindigkeit. Gesundheits-Ingenieur 1930, str. 113.

ИСПАРИЕНИЕ С ВОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Инж. д-р Ладислав Оппл

Автор разбирает расчет выпариваемого количества воды по экспериментальным работам разных авторов и на основании собственных измерений оценивает причины расхождения приводимых величин. При этом обращается особое внимание на перепады температур ванны и поверхностных температур, приводящих к разным значениям измеряемого выпаривания. Зависимости приведенных температур были установлены измерениями в неподвижном и движущемся воздухе. Для облегчения определения выпаренного количества была построена номограмма зависимости выпаренного количества от температуры ванны, скорости протекания воздуха и температуры точки росы окружающего воздуха.

VERDUNSTUNG AUS DEN WASSEROBERFLÄCHEN

Inž. dr. Ladislav Oppl

Der Verfasser der Arbeit befasst sich mit der Berechnung der Verdunstungsmenge von Wasser nach den experimentalen Studien verschiedener Verfasser und auf Grund eigener Messungen bewertet er die Anlässe der Zerstreuung der angegebenen Werte. Bei dieser Gelegenheit zieht er die Aufmerksamkeit besonders auf die Verschiedenheiten der Temperaturen der Wanne und der Oberfläche, die zu verschiedenen Werten der spezifischen Verdunstungsfähigkeiten führen. Die Abhängigkeiten der angegebenen Temperaturen wurden nach den Messungen in einer ruhigen und strömenden Luft festgestellt. Um die Verdunstungsmenge von Wasser leicht bestimmen zu können, wurde ein Nomogramm der Abhängigkeit der Verdunstungsmenge von der Temperatur der Wanne, von der Geschwindigkeit der Luftströmung und von der Temperatur des Taupunktes der Luft verarbeitet.

MĚŘIČE SPOTŘEBY TEPLA V BYTECH

Inž. VLADIMÍR FALTEJSEK, inž. dr. JOSEF VLACH

Energetický ústav, Praha

Autoři poukazují na důležitost měření spotřeby tepla ve vytápěných bytech, jako hlavního prostředku k zhospodárnění vytápěcího zařízení. Podrobně dokumentují současný stav rozvoje měření tepla. Na základě této dokumentace navrhuji svůj vlastní nový způsob měření, který má nesporně předpoklady k tomu, aby se u nás prakticky zavedl.

Lektoroval: prof. inž. dr. J. Pulkrábek

1. ÚVOD

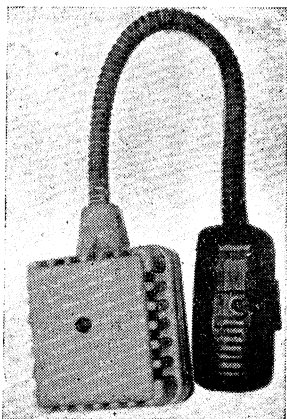
Ústředně vytápěné byty mají až několikanásobně větší spotřebu paliva, než byty vytápěné kamny. Příčin je několik a závislosti jsou poměrně složité. Důvody spočívají v nestejně dimensovaných otopných plochách, takže je nutno topit podle nejslabšího členu celého systému. Jednotlivé radiátory nelze regulovat, neboť regulační kohouty jsou tak špatné, že jimi nelze často ani pootočit a konečně u nových domů nejsou otopné soustavy vůbec seřizeny. Obsluha domovních kotelen i předávacích teplárenských stanic je obvykle nekvalifikovaná, netopí podle venkovní teploty, ale stále naplno. Obyvatelé pak regulují otevíráním oken. U nás je velmi časté přetápění a nájemníci si mnohdy stěžují na zimu i když je přetopeno. Toto zřejmě plýtvání teplem je podporováno tím, že cena tepla je poměrně nízká a nájemníci spoléhají na to, že právě jejich zvýšená spotřeba se nepozná, placení že se stejně rozdělí na všechny ostatní obyvatele. Poněvadž tak usuzuje většina, jsou výsledky jasné.

Za dané situace se velmi účinně projeví individuální měření tepla, a to i kdyby byly odstraněny ostatní, dříve zmíněné, nedostatky. Velmi názorné jsou zkušenosti z Karlových Var, kde při dodávce tepla z výtopny jsou některé obytné domy vybaveny individuálními měřiči tepla Thermon (obr. 1 a 2) a skupinovým měřidlem pro celý dům, některé jen skupinovým měřidlem a u některých je účtováno podle paušálu. Nejmenší spotřebu mají domy první skupiny, podstatně vyšší domy skupiny druhé a domy s paušálem spotřebovávají několikanásobně více tepla. Přitom jsou ještě stále stížíností u domů s paušálním účtováním na nedostatečné vytápění. Podle statistického měření v Praze z předválečných let se ušetří individuálním měřením 15–30 %. Podobné údaje jsou i v literatuře.

Pro vytápění se spotřebuje velmi značný díl z celoroční těžby uhlí. Je tedy nezbytná co největší šetrnost i na tomto úseku národního hospodářství. Jinak by nebylo možné dále rozvíjet ústřední zásobování teplem, protože by spotřeba uhlí vzrostla natolik, že by byla pro naše hospodářství naprosto neúnosná. Měření se projeví spolu s regulací příznivě i na maximální výši spotřeby tepla, tedy i na snížení nároků na velikost výkonu teplárny a tepelných sítí. Důsledkem budou značné úspory investic. Bytové měřiče tepla se samozřejmě mohou dobře uplatnit nejen u teplárensky zásobovaných

domů, ale i u domů s vlastními kotelny, které obyčejně potřebují kvalitnější palivo než teplárny.

Z uvedeného stručného nástinu je zřejmý velký význam měřičů tepla. To si uvědomily již dávno státy, odkázané na dovoz paliva, jako např. Dánsko a Švédsko, kde



Obr. 1. Měřič tepla Thermon. Teplotní čidlo měřiče Thermon. (Baterie termoelektrických článků je rozdělena na dvě části. „Teplé“ konce baterie jsou v těsném styku s povrchem otopného tělesa, „studené“ měří teplotu ve vytápěné místnosti.)



Obr. 2. Měřič tepla Thermon. Elektrolytický integrační počítač měřiče. (K jednomu počítači v bytě jsou připojena všechna v sérii zapojená teplotní čidla, umístěná na otopných tělesech. Množství rtuti vyloučené v měřicí kapiláře je úměrné celkové spotřebovanému teplu. Počítač se nuluje překlopením.)

jsou v provozu miliony měřičů. S růstem spotřeby tepla dostáváme se i u nás do obdobné situace, kdy je nutno věnovat nejvyšší pozornost všem prostředkům ke zvýšení hospodárnosti při zužitkování uhlí. Instalování měřičů tepla dá podklad ke správnému rozdělení nákladů na vytápění, dá spotřebiteli důvod k rozumnému šetření a zamezí tak plýtvání teplem.

2. PROBLÉMY MĚŘENÍ SPOTŘEBY TEPLA V BYTECH

Měření tepla patří k nejtěžším problémům měřicí techniky, což souvisí s charakterem tepelné energie. Teplo lze měřit několika metodami a na nich založenými přístroji, jejichž pořizovací cena je obvykle vysoká, zvláště žádá-li se větší přesnost. Je tedy velmi důležité předem uvážit technické požadavky z ekonomického hlediska, aby náklady na měření byly v rozumném poměru k užitku, který měřením vznikne.

Při měření bytových spotřeb tepla vznikají další problémy ve spojitosti s hospodářsko-nájemními otázkami [1], jež nemají obdoby při jiných měřeních. Měření tepla za těchto okolností není otázkou jen čistě technickou. Technická část je vyřešena, je-li k dispozici vyhovující, dostatečně přesný měřič. Zbývá pak řešit část druhou, týkající se úpravy poplatků za otop se zřetelem na polohu domů i jednotlivých bytů, což je zvláště důležité při řízeném bytovém hospodářství a vázané výši nájemného.

Otázka měření malých množství tepla je tak komplikovaná, že se stává mnohokrát předmětem diskusí na veřejnosti, zvláště když sami odborníci nejsou jednotni, zda se za daných technických možností má spotřeba tepla vůbec měřit. Pořizovací cena měřiče tepla je totiž vždy v příkrém rozporu s jeho přesností, takže při zjednodušování a zlevňování měřiče se dostáváme do takových oblastí přesnosti, kdy měření

je problematické. Pak lze spoléhat pouze na psychologický účinek na spotřebitele, avšak původního účelu měření, tj. správného rozdělení nákladů na vytápění podle individuální spotřeby, není dosaženo [2].

3. SOUČASNÝ STAV ROZVOJE MĚŘENÍ TEPLA

Je účelné rozeznávat měřiče kalorimetrické a měřiče bodové. Podstatou konstrukce měřičů tepla na kalorimetrickém principu je integrace součinu množství teplotního média protékajícího měřičem za jednotku času a příslušného rozdílu teplot. Tyto tři početní úkony řeší kalorimetrické měřiče podle své konstrukce mechanicky nebo elektricky. Na zahraničních trzích je větší množství typů měřičů spotřeby tepla tohoto druhu. Z nejznámějších je např. padáčkový měřič Siemens, měřič s kapalinovými teploměry Aquametro, elektrický měřič Kent a mnoho dalších [3], [4]. Všechny tyto měřiče jsou poměrně složité a tudíž drahé. Bývají cejchovány v kilo- nebo megakaloriích a používají se k měření velkých množství tepla (která odebírá celý objekt), nebo pro skupinová měření, kdy jde o zjištění spotřeby tepla různých skupin spotřebitelů (obytný dům, továrna, restaurace apod.).

Snaha o uplatnění kalorimetrických měřičů při měření spotřeby tepla jednotlivých bytů nebyla úspěšná jednak z cenových důvodů, jednak proto, že by každý byt musel mít svůj individuální topný obvod.

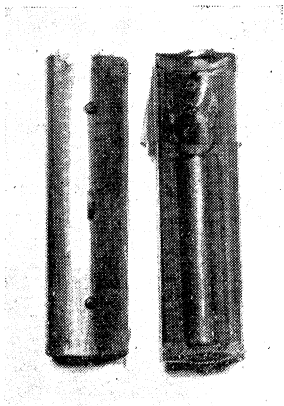
Technické požadavky na měřič, který je určen pouze pro rozdělování nákladů za spotřebované teplo uvnitř těžce nemovitosti, na tzv. měřič rozdělení (proporcionální), mohou být mírnější, což se pochopitelně projeví snížením pořizovacích nákladů na měření tepla. Měřiče dosažitelné v této cenové úrovni měří teplo bodově a jsou běžně označovány jako měřiče bodové nebo dotekové. Bodové měřiče tepla měří za přibližného předpokladu, že množství tepla dodávaného otopným tělesem je úměrné rozdílu střední teploty tělesa a teploty okolí ve vytápěné místnosti. Jednoduchost a nízká cena bodových měřičů je umožněna tím, že měření těchto veličin lze provést jednoduchými prostředky.

Všechny dosavadní konstrukce bodových měřičů tepla proto užívají teplotně závislého orgánu, který je v těsném styku s povrchem otopného tělesa. Tímto orgánem bývají buď termoelektrické články, tepelně závislé odpory se záporným odporovým součinitelem nebo trubičky se zbarveným alkoholem, který se odpařuje.

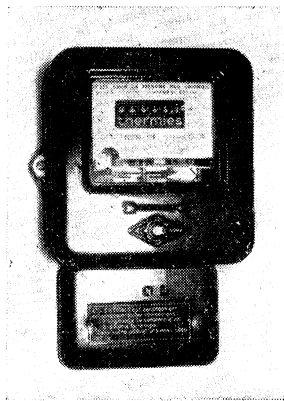
Jako typické zástupce měřičů této skupiny je možno uvést známý termočlánekový měřič Thermon (*obr. 1 a 2*), který je nejstarší, odpařovací měřič Calorius a poměrně mladý měřič francouzské konstrukce Topart (*obr. 3 a 4*) s odporovými teploměry. Není účelem tohoto článku zabývat se bližšími podrobnostmi jednotlivých měřičů, jejich výhodami a nevýhodami. Podrobnější informace možno nalézt v literatuře [3], [4], [5], [6], [7].

V celku lze říci, že bodové měřiče jsou jednoduché, poměrně levné a nevyžadují změn v topné soustavě, ale že jsou málo přesné. Jedním z důvodů nedostatečné přesnosti je např. okolnost, že charakteristiky měřičů nesouhlasí s odebíraným teplem, zvláště když některé měřiče (Topart, Calorius) ještě zanedbávají teplotu okolí, takže vlastně měří pouze povrchovou teplotu otopného tělesa. Vzhledem k tomu, že přestup tepla z otopného tělesa do okolí je obecně funkcí rozdílu těchto teplot n -tého stupně (n je číslo lomené) a závislost napětí na tomto teplotním rozdílu je lineární, je zřejmé, že např. měřič Thermon bude kromě jediné povrchové teploty radiátoru měřit vždy s kladnou nebo zápornou chybou. Okamžitá chyba z těchto důvodů může činit až 50 %. Jinou podstatnou závadou měřičů tohoto typu je skutečnost, že reagují na zvýšené proudění vzduchu (průvan, otevřené okno) obráceným způsobem; měří méně, když skutečný odběr tepla je větší a tím vlastně plýtvání teplem odměňují.

Další nepříjemnou vlastností je, že teplota čidla je vždy nižší, než povrchová teplota otopného tělesa. Poměr mezi teplotou otopného tělesa (teplotou kapaliny, resp. termoelektrického spoje) a teplotou místnosti je různý a závislý na typu měřiče a druhu otopného tělesa a vyjadřuje se tzv. „c“ hodnotou. Při provozu „c“ hodnota kolísá; střední odchylku „c“ hodnoty lze vypočítat, nikoliv však korigovat.



Obr. 3. Měřič tepla Topart. Teplotní čidla měřiče. (V čidle je umístěn značně teplotně závislý odpor. Elektrický proud protékající čidlem, umístěným na otopném tělese, je úměrný dodanému teplu.)



Obr. 4. Měřič tepla Topart. Integrační počítadlo měřiče. (Je použito upraveného, střídavého počítadla. Teplotní čidla jsou k počítadlu připojována paralelně. Měřič vyžaduje napájení pomocnou energií.)

Mnoho podstatných námitek se týká i snadné možnosti zcizování tepla zásahy na měřicích zvenčí, zvláště u systémů odpařovacích.

V letech 1947—51 byl v Dánsku proveden ministerstvem pro vnitřní hospodářství spolu s Technologickým institutem široký výzkum a hodnocení měřičů tepla dánského původu s tím výsledkem, že výrobky pouze několika firem byly uznány jako přijatelné. Ukázalo se, že např. střední chyba odpařovacích měřičů užívaných v Dánsku je asi 10—15 %.

Za předpokladu použití složeného tarifu při účtování nákladů za otop, skládajícího se z částky pevné a z částky proměnné, jejíž velikost je závislá na množství odebraného tepla, lze shrnout požadavky na vyhovující měřič bytové spotřeby tepla v tyto body:

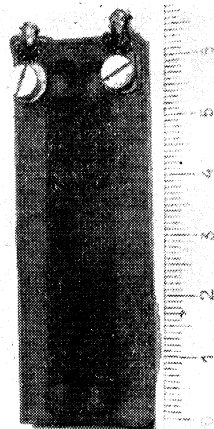
1. lineární závislost měřené veličiny měřičem na odebíraném teplu;
2. správné měření i při zvýšeném proudění okolního vzduchu;
3. dostatečná citlivost měřiče i při malých změnách měřené veličiny;
4. neovlivnitelnost měřiče zásahy zvenčí;
5. chod přístroje bez pomocných zdrojů energie;
6. instalace bez zásahů do topné soustavy;
7. malé rozměry;
8. snadná a jednoduchá montáž měřiče;
9. spolehlivost provozu a minimální údržba;
10. nízké pořizovací náklady včetně montáže.

4. NOVÝ ZPŮSOB MĚŘENÍ SPOTŘEBY TEPLA V BYTECH

Nová metoda měření spotřeby tepla v bytech, navržená a vyvíjená v EGÚ, odstraňuje hlavní nevýhody měřičů vyráběných v zahraničí, vykazuje zvýšenou přesnost a citlivost a přitom pořizovací náklady na tyto měřiče budou nižší.

Princip metody spočívá v měření teplotního spádu na tepelném odporu, který se přikládá k topnému tělesu. Při průchodu tepla tepelným odporem, realizovaným měřicí vložkou ve tvaru ploché destičky rozměrů 22×60 mm (obr. 5), vzniká na protilehlých plochách vložky teplotní spád, který se měří velkým množstvím sériově zapojených termoelektrických článků zalitých ve vložce. Termoelektrické články jsou velmi jednoduše vyráběny galvanickým způsobem, takže odpadá sváření, resp. letování teplých a studených spojů. Měřicí vložky vyráběné z litých nebo lisovaných pryskyřic tvrzených za tepla, jsou na otopná tělesa přímo lepeny epoxydni pryskyřicí, takže se ušetří na upevňovací konstrukci měřiče a současně se snižuje možnost zeizování tepla.

K integraci se užívá citlivého rtuťového elektrolytického počítače nové, zjednodušené konstrukce, který bude umístěn spolu s měřicí vložkou v krytu měřiče, připevněného mezi žebry radiátoru. Kryt měřiče tepla a popřípadě některé další části budou vyráběny lisováním fenoplastů. Ze základních předností nově vyvíjených měřičů je přesná lineární závislost měřené veličiny na skutečně odebíraném teple a okolnost, že měří správně i zvýšenou spotřebu tepla způsobenou zesíleným prouděním okolního vzduchu. Jinak mají tyto měřiče vlastnosti vyhovující prve uvedeným požadavkům. Díky jednoduché konstrukci je možno při zvýšené přesnosti měřičů použít takových technologických postupů při výrobě, které zaručí podstatné snížení výrobních i montážních nákladů proti měřičům dosavadním. Tím může být zcela odstraněna dosavadní nedůvěra některých odborníků k měření spotřeby tepla v bytech. Bude ovšem nutno vyřešit ještě tarifní problémy. Po vyzkoušení ověřovací série ve skutečném provozu budou uveřejněny výsledky i další podrobnosti o těchto měřících.



Obr. 5. Měřicí vložka měřiče tepla EGÚ. (Ve vložce je umístěno asi 200 termoelektrických spojů, měřících teplotní spád na protilehlých plochách vložky.)

Literatura

- [1] *Hudel*: Einzelwärmemessung oder Abrechnung nach beheizter Wohnfläche? *Haustech. Rundschau*, 1956/2, str. 21—24.
- [2] *Rupp J.*: Kritische Betrachtungen zur Einzelwärmemessung. *Wärme- Lüftungs- und Gesundheitstechnik* 1955/5, 119—121.
- [3] *Journal A.*: The measurement of heat supply for group heating. *Ind. Heat Eng.* 1955/2, 3, 4, 5, 6, 7.
- [4] *Sjöstedt S.*: Värmemätare. *Teknisk Tidskrift* 1953/6, str. 505—512.
- [5] *Henrichsen H.*: Ein neuer Wärmemesser für Zentralheizungen. *Ges. Ing.* 1919/40, str. 409—412.
- [6] *Jorgensen I.*: Warmefordelingsmaalere. *Varme* 1947/6, str. 77—100, 1948/1, str. 7—16.
- [7] *Topart J.*: Nouvelles solutions apportées au comptage des calories dans les appartements. *Chauffage - Ventilation - Conditionnement* 1953/11, str. 44—47.

INSTALACE ROZVÁDĚCÍHO POTRUBÍ STLAČENÉHO VZDUCHU V PRŮMYSLU

ARNOŠT DROZD

Kovoprojekta, Praha

Výhody používání stlačeného vzduchu, nejnovější a ekonomické způsoby projektování a provádění rozvodů v závodech a jeho provozovnách.

Lektoroval: doc. inž. dr. J. Mikula

1. ÚVOD

Všestranný rozvoj průmyslu staví zcela právem do popředí pozornosti zejména energetiku a zde se dostává konečně zaslouženého zájmu používání stlačeného vzduchu ve všech odvětvích průmyslu. Vedou k tomu dobré zkušenosti s tímto druhem energie, která se tak řadí mezi elektřinu, páru, vodu apod.

Obyčejně souběžně s rozvíjejícím se novým technickým oborem rodí se i nová literatura, mnohdy ve značném množství a v různé kvalitě. Toto však nelze říci, aspoň ne v plném rozsahu, o oboru stlačeného vzduchu, zejména ne v naší literatuře.

Výhody používání stlačeného vzduchu jsou příčinou rychlého rozšiřování použití pneumatických strojů a nástrojů přesto, že pneumatická zařízení mají menší účinnost ve srovnání se stroji a nástroji s pohonem elektrickým.

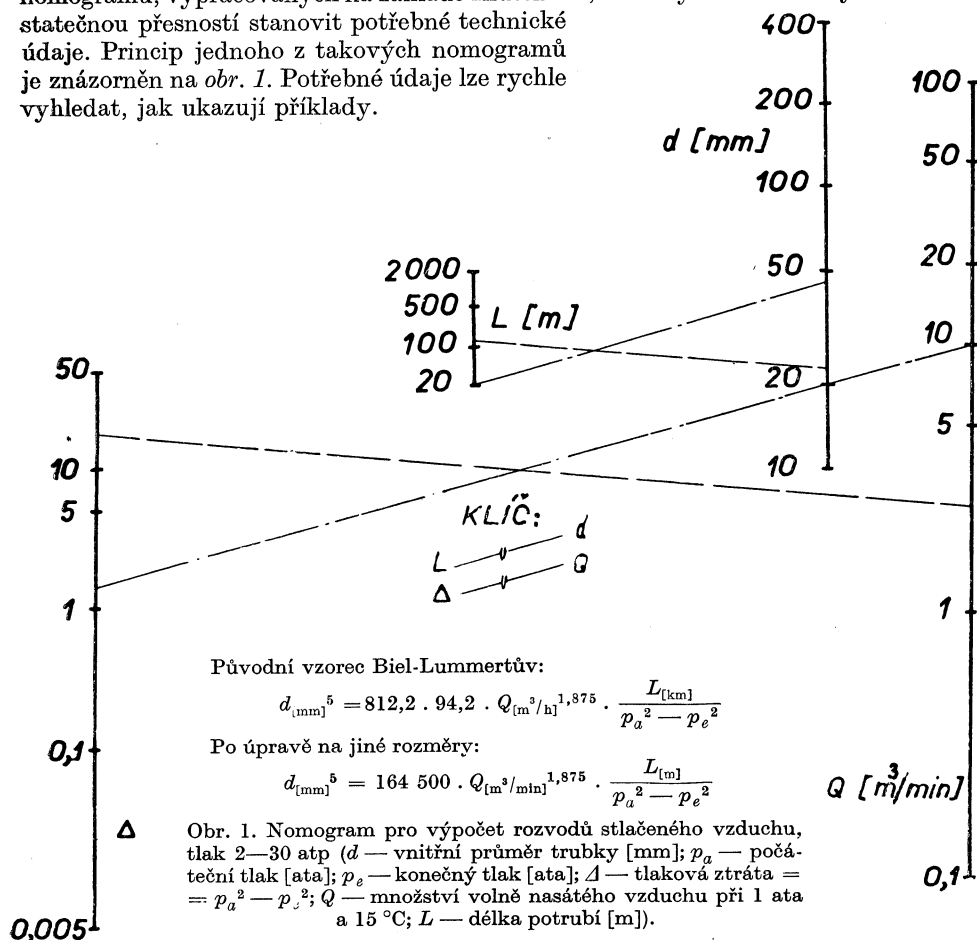
Pneumatická zařízení mají proti elektrickým strojům mnoho cenných předností. Nepůsobují jiskření, snesou značné přetížení, pracují spolehlivě i ve vlhkém prostředí, jsou způsobilé pro práci s nárazy i se značně se měnícím zatížením. Stlačený vzduch lze velmi dobře přepravovat potrubím a není třeba, jako u páry, uvažovat ani o tepelných ztrátách, ani o ztrátách při počáteční kondensaci. Také teplota dopravovaného vzduchu není vysoká; unikající vzduch nemá tedy nepříjemné účinky jako např. pára o poměrně vysoké teplotě. Pneumatickým upínáním součástí při obrábění se docílí značných snížení ztrátových časů.

Stlačeného vzduchu se používá téměř všeobecně o provozním tlaku 6—8 atp. Je to energie poměrně drahá, a proto je nutno věnovat velkou pozornost hospodaření s ní. Projektanti, provozní technici, závodní energetici, obsluhující personál i údržbáři musí být dokonale obeznámeni s technikou, hospodářskou stránkou a vůbec se všemi problémy stlačeného vzduchu.

2. NOVÉ ZPŮSOBY PROJEKTOVÁNÍ ROZVODŮ STLAČENÉHO VZDUCHU

Dřívější způsoby projektování vnějších rozvodů stlačeného vzduchu v závodech i v jednotlivých jeho objektech se opíraly zpravidla o pevný a neměnný výrobní program. Dimenzování potrubí se provádělo obvykle bez jakýchkoliv rezerv a většinou byly projektovány jen samostatné rozvodné větve bez okruhů. Vlastní výpočet průměrů potrubí byl poměrně zdoluhavý a podrobný.

Dnes projektanti a ostatní technici používají téměř ve všech případech vhodných nomogramů, vypracovaných na základě zkušeností, ze kterých lze velmi rychle a s dostatečnou přesností stanovit potřebné technické údaje. Princip jednoho z takových nomogramů je znázorněn na obr. 1. Potřebné údaje lze rychle vyhledat, jak ukazují příklady.



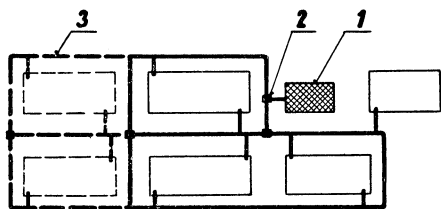
Příklad 1: $p_a = 7 \text{ ata}$; $p_e = 6,9 \text{ ata}$; $\Delta = p_a^2 - p_e^2 = 1,39$; $Q = 10,2 \text{ m}^3/\text{min}$; $L = 20 \text{ m}$; $d = 45,7 \text{ mm}$.

Příklad 2: $p_a = 26 \text{ ata}$; $p_e = 25,67 \text{ ata}$; $\Delta = p_a^2 - p_e^2 = 17$; $Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{min}$; $L = 120 \text{ m}$; $d = 22 \text{ mm}$.

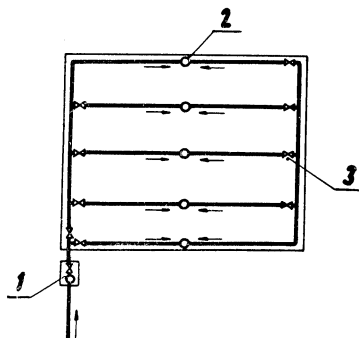
Obyčejně hledáme průměr potrubí při jeho známé délce (kterou lze vyčíst z projektu), známé spotřebě vzduchu a předem určené maximální dovolené tlakové ztrátě Δ . Při kontrole rozvodů, které jsou již v provozu, je možno vyhledat z nomogramu kterýkoli žádaný údaj. Jsou ještě jiné nomogramy, sledují však tentýž účel.

Způsoby navrhování okruhů jsou patrný z obr. 2 a 3. Maximální průměr okružního potrubí u vnějších rozvodů je počítán ze současného maxima spotřeby stlačeného vzduchu včetně přípustných ztrát, stejně tak jednotlivé větve a přípojky k objektům. U přípojek počítáme s tím, že současné maximum spotřeby je v nejvzdálenějším místě objektu od odbočky. Tím se pojišťujeme pro případ jakékoliv změny v dispozici spotřebičů v objektu. Výhody okruhu jsou při správném rozmístění sekčních uzaví-

racích armatur v rozvodu jasné a částečně zvýšený investiční náklad proti jednoduchým rozvodům (bez okruhů) je provozními výhodami a bezpečností mnohokrát vyvážen. Je správné dimenzovat okruhy dosti bohatě, jelikož cena potrubí o větším průměru prakticky jen málo ovlivňuje celkové investiční náklady na rozvod.



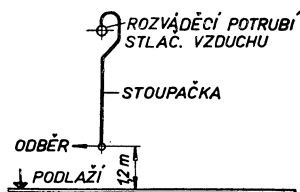
Obr. 2. Vnější rozvod stlačeného vzduchu po závodě (1 — kompresorová stanice, 2 — šachta s uzavírací armaturou, 3 — budoucí rozšíření).



Obr. 3. Vnitřní rozvod stlačeného vzduchu v objektu (1 — šachta s hlavním uzavírelem a odlučovačem, 2 — odlučovač, 3 — uzavírací armatura).

Pokud je vnější rozvodné potrubí stlačeného vzduchu uloženo v zemi, jsou uzavírací armatury, po případě odlučovače vyloučené vody v potrubí, umísťovány vždy v přístupných šachtách a zásadně ne přímo v zemi, jak tomu bývá často u armatur vodo- vodních. Uzavíracími orgány bývají většinou šoupátka, poněvadž kladou malý odpor průchodu vzduchu. Kohoutů se používá většinou jen na místech odběru vzduchu, jinak se jich pro nedokonalou těsnost používá málo. Kompensační kusy v rozvodech zpravidla neinstalujeme, jelikož teplota vzduchu procházejícího potrubím není vysoká a nedochází proto k podstatným dilatacím potrubí. Aby však byl umožněn částečný posuv potrubí, používáme pro jeho upevňování třmenů určených pro suvná uložení. Kompensátory mohou přicházet v úvahu spíše tam, kde se vyskytují velké rozdíly v teplotě vnějšího prostředí působícího na rozvod stlačeného vzduchu.

Objekty s větší důležitostí výroby bývají napojovány z důvodů bezpečnosti zásobování vzduchem a tudíž i provozu ze dvou, mimořádně i z více stran, a to v místech naznačených na obr. 2. Vlastní objekt je možno odpojit samostatným uzavíracím orgánem, umístěným buď uvnitř objektu nebo v šachtě u něho.



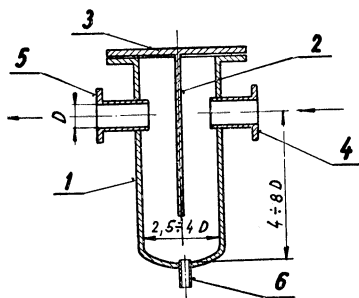
Obr. 4. Provedení odběrů.

U vnitřních rozvodů v objektech je možnost odpojování jednotlivých větví rozvodu při poruše ať již pneumatických zařízení, či rozvodu, rovněž velkou výhodou proti systému bez okruhu. Odbočky k jednotlivým spotřebičům je nutno připojovat na rozvodné potrubí shora (v zásadě tak, jak je naznačeno na obr. 4). Tím se zamezí vnikání vyloučené vody z rozvodného potrubí do stoupačky a spotřebiče. Na vhodných místech v rozvodu je správné umísťovat odlučovače vyloučené vody z dopravovaného vzduchu a pro potrubí volit spád asi 2—5‰, pokud možno ve směru proudění vzduchu, aby byla voda proudem vzduchu unášena směrem k odlučovačům. Kratší úseky nebo jednotlivé odbočky můžeme klást též v protispádu, jestliže to vypouštěcí systém dovoluje. Potrubí u vnitřních rozvodů musí být dokonale upev-

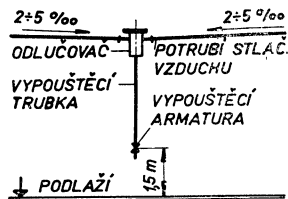
není vzduchu, aby byla voda proudem vzduchu unášena směrem k odlučovačům. Kratší úseky nebo jednotlivé odbočky můžeme klást též v protispádu, jestliže to vypouštěcí systém dovoluje. Potrubí u vnitřních rozvodů musí být dokonale upev-

něno, jelikož při dosti vysokém provozním tlaku mohou rychlým uzavíráním armatur a zejména odběrových kohoutů vznikat poměrně značné rázy v potrubí. Proto musíme potrubí zachytit pevně zvláště v místech spojů a u armatur, které jsou obvykle těžké (uvolněnými spoji by vnikal vzduch).

Odlučovačů je mnoho konstrukcí a ze zkušenosti je nutno připomenout, že ty nejjednodušší jsou stále nejlepší, pokud snad není kladen požadavek téměř absolutně suchého vzduchu, což bývá jen zřídka. Takový jednoduchý, velmi osvědčený a levný



Obr. 5. Odlučovač (1 — těleso odlučovače, 2 — přepážka, 3 — víko, 4 — vstupní hrdlo, 5 — výstupní hrdlo, 6 — vypouštění G 3/4").



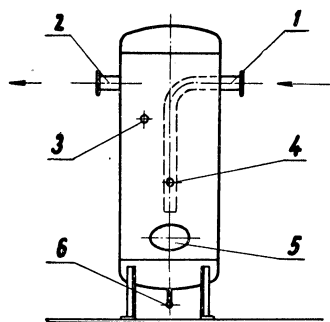
Obr. 6. Umístění odlučovačů.

odlučovač je znázorněn na obr. 5. Přepážka odlučovače má za úkol změnit směr proudění vzduchu a zvětšením průtočného průřezu v odlučovači i rychlost proudění, což přispívá k oddělování kapek zkondenzované vlhkosti vlivem odstředivé síly. Složitě a nákladně odlučovače s použitím např. různých hygroskopických výplní se zpravidla stávaly brzy brzdou a odporovým elementem pro proudící stlačený vzduch.

Uspořádání odlučovače v rozvodu stlačeného vzduchu je naznačeno na obr. 6. Počet odlučovačů je závislý na vlhkosti vzduchu v potrubí, je menší při vzduchu méně vlhkém a opačně. Jejich umístění mimo obvyklý způsob je též závislé na tom, kde se nejvíce projevuje kondensace vodních par, tj. kde klesání potrubí přechází ve stoupání apod. Kromě odlučovačů jsou instalovány jako ochrana do rozvodu před jemnější armatury a přístroje (např. před přesné redukční ventily s citlivou mechanikou) tzv. lapače nečistot. V nich je namontováno ochranné síto, na němž se zachytí nečistoty, které obsahuje vzduch procházející sítím.

V některých objektech během provozu vznikají značné a náhlé spotřeby stlačeného vzduchu, které způsobují citelný pokles tlaku vzduchu, což se obvykle nepříznivě projevuje v práci pneumatických zařízení a nástrojů. Proto je velmi vhodné pro objekty s takovým druhem provozu (bývají to obvykle objekty s velkým instalovaným výkonem spotřebičů) zařadit do přívodního potrubí samostatnou tlakovou vzduchovou nádrž, často nazývanou větrník. Bývá nejčastěji v provedení asi takovém, jak je naznačeno na obr. 7. Je možno volit i jiný tvar nebo uspořádání nádrže; stojatá nádrž se však lépe osvědčila, zaručuje totiž optimální vyloučení vody, pokud se v dopravovaném vzduchu ve větší míře ještě vyskytuje (v daném případě je to však záležitost druhoradá). S ohledem na žádoucí vyloučení vody ze vzduchu se doporučuje umísťovat vzduchové nádrže vně objektu, pokud je v těchto místech zaručeno nutné ochlazení vzduchu. Nádrže vřazujeme i tehdy, když u vlastní výroby

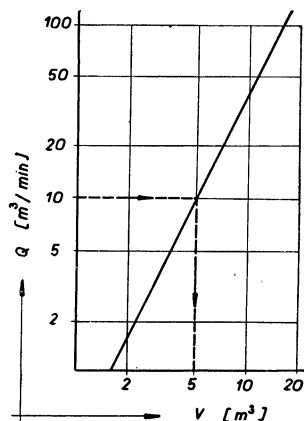
stlačeného vzduchu (kompresorové stanice) jsou takové nádrže instalovány. Jejich hlavním účelem je zamezit nežádoucímu poklesu tlaku vzduchu při značném a náhlém odběru. Jejich obsah volíme např. podle nomogramu, znázorněného na obr. 8. V tomto případě Q je instalovaný výkon všech pneumatických zařízení a nástrojů v objektu v m^3/min volně nasátého vzduchu při 1 ata. Od takto zjištěného obsahu



Obr. 7. Tlaková vzduchová nádrž (1 — vstupní hrdlo, 2 — výstupní hrdlo, 3 — pojišťovací ventil, 4 — manometr, 5 — průřezný otvor, 6 — vypouštěcí armatura).

odečteme zhruba obsah hlavního (okružového) rozvodu stlačeného vzduchu v objektu, tj. tu část rozvodu, která má prakticky největší obsah a tvoří též určitou okamžitou zásobu vzduchu. Pro úplnost je nutno zmínit se o dříve všeobecně vžitém a používaném způsobu výpočtu vzduchových nádrží u kompresorových stanic. Bylo doporučováno volit obsah větrníku rovnající se 60 % maximálního celkového množství kompresory volně nasátého a dodávaného vzduchu za 1 min. Toto neplatí dnes ani u nádrží pro kompresorové stanice, a tím méně u nádrží pro objekty, zejména se značnou spotřebou vzduchu. Ne vždy a na všech místech výroby je třeba obvykle používaného tlaku 6—8 atp. Snažíme se, pokud je to možno, soustřeďovat spotřebiče (aspoň v samostatném objektu) na společné plochy a pro takto vytvořené skupiny spotřebičů provedeme samostatnou přívodní větev vzduchu a jeho tlak redukuje na žádanou hodnotu. Je otázkou ekonomického propočtu, zda v rozsáhlejších případech není výhodnější instalovat samostatný kompresor pro žádaný nižší tlak. Kompresor může být instalován v témž objektu, kde jsou spotřebiče na nižší tlak soustředěny, nebo v kompresorové stanici společně s ostatními kompresory. Ve druhém případě je nutno vzduch rozvádět samostatným potrubím po území továrny do všech objektů, kde je třeba nižší tlak. Ekonomický výpočet musí být prováděn pečlivě a je nutno si hlavně uvědomit to, že redukováním tlaku vzduchu ztrácíme energii, jejíž výrodu jsme museli zaplatit.

Měření množství vzduchu je jedním ze základních prostředků, jimiž zajišťujeme racionální hospodaření energií. Dosud není měření všude prováděno, což znemožňuje řádné sestavování bilance důležité pro zjišťování stavu energetického hospodářství. Jelikož postupně je zaváděn chozrasčet a kladen důraz na soustavné snižování vlastních nákladů, je nezbytně nutné, zvláště při způsobu děleného hospodářství na jednotlivých úsecích, provádět dokonalá měření. Někde je nutné provádět měření i na více místech, třeba podle cechů apod. Na základě rozdílu dodaného množství vzduchu měřeného při výstupu z kompresorové stanice a množství vzduchu registrovaného jednotlivými měřiči, je možno získat obrázek o ztrátách ve vnějších rozvodech vzduchu a provést patřičná opatření.



Obr. 8. Nomogram pro výpočet vzduchové nádrže.

$$V_{[\text{m}^3]} = 0,5 \sqrt{10 Q_{[\text{m}^3/\text{min}]}}$$

Příklad: $Q = 10 \text{ m}^3/\text{min}$;

$$V = 0,5 \sqrt{10 \cdot 10} = 5 \text{ m}^3.$$

3. PROVÁDĚNÍ A ÚDRŽBA ROZVODŮ V ZÁVODECH

U stlačeného vzduchu, vzhledem k tomu, že jeho unikání, ať již ve vnějších rozvodech nebo v objektech (kde bývá hluk), se nijak zřetelně neprojevuje, bývají zjištěné ztráty poměrně značné. Právě zde je třeba značné pozornosti, jelikož vzduch je jednou z nejdražších energií. Ve vývoji používaného trubního materiálu dochází na základě zkušeností ke změnám, a dnes v celém světě se přistupuje v zásadě k používání ocelových trubek bezešvých, spojovaných téměř výhradně svařováním, proti dříve obvykle užívanému způsobu spojování trubek pomocí fitinek. Netěsnosti v závitech jsou příčinou značných ztrát cenné energie, což zdaleka nevyváží výhodu závitových spojů, spočívající v rychlém vytvoření odboček. Také často se měnící program výroby v jednotlivých objektech by ani dobře nedovoloval vytvoření odboček, které se na předem předpokládaných místech budoucího odběru připravily a uzátkovaly.

Rozvodný systém je jedním z nejdůležitějších zařízení při výrobě a hospodaření se stlačeným vzduchem. Při uvádění každého rozvodu stlačeného vzduchu do provozu musíme provést současně zkoušku ztrát netěsnostmi, abychom znali počáteční stav zařízení. Zkoušku pak opakujeme nejméně dvakrát do roka, abychom měli přehled o postupném zlepšování nebo zhoršování stavu rozvodu. Po zjištění rozsahu ztrát nastane energetikovi vlastní práce při jejich odstraňování. Nejříve je nutno odstranit ztráty velké, které můžeme nejlépe zjistit v době pracovního klidu a které jsou charakterisovány syčením, jež vydává ucházející vzduch. Opravíme ihned všechna poškozená těsnění u přírub a armatur, která jsme sluchem zjistili. Kontrolujeme též řádné uzavírání armatur. Nesmíme však podceňovat ani ztráty sluchem nezjistitelné. U rozvodu stlačeného vzduchu je horší mnoho malých netěsností než jedna velká. Nejvíce takových malých netěsností vzniká okolo vřeten armatur, u odlučovačů, odboček a některých spojů. Pro zjišťování je nejlépe natříť veškeré spoje, příruby a armatury mýdlovou vodou. Místa, která jsou poškozena, se vhodným způsobem označí a neprodleně opraví. Údržbář má pravidelně jednou týdně prohlédnout všechny spoje v šachtách. U rozvodů, kde není automatické vypouštění odlučovačů, musí být odlučovače pravidelně vypouštěny. Nejlépe je vést záznamní sešit, do kterého jsou zaznamenávána data prohlídek příslušných míst a data o vyprazdňování odlučovačů.

Všeobecně je nutno dbát hlavních zásad pro výrobu a spotřebu energií, které vydává ministerstvo paliv a energetiky a v jednotlivých sektorech výrobní ministerstva. V každém závodě provádět pravidelnou kontrolu a řádnou údržbu rozvodu stlačeného vzduchu včetně všech pneumatických zařízení a nástrojů, aby měly co nejvyšší účinnost. Stejně jako u ostatních instalací je nutno provést po dokončení montáží systému rozvodu stlačeného vzduchu výkres skutečného provedení této instalace. Doplnovat, po případě pozměňovat jej podle dalších nastalých skutečností.

4. ZÁVĚR

Hlavním posláním článku bylo objasnit aspoň v hlavních rysech otázky týkající se rozvodů stlačeného vzduchu v průmyslu. Naše odborné školy doposud ve svých osnovách nenalezly dostatek místa pro tento obor, ačkoliv je zde dána široká možnost investičních, provozních a materiálových úspor, které mohou velmi vydatně pomáhat našemu národnímu hospodářství. Jinak je tomu ve školství jiných států, zejména v SSSR, kde již dávno poznali důležitost tohoto oboru a věnují mu velikou péči a pozornost. Je třeba, abychom se i my takto zaměřili a dobrou prací přispěli k zdárnému vývoji našeho průmyslu v tomto oboru.

Poznámka redakce: V současné době je ve vydavatelském programu SNTL publikace autora tohoto článku „Stlačený vzduch v průmyslu“, která se zabývá problematikou rozvodu stlačeného vzduchu a pneumatickými zařízeními.

VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT PŘI PROUDĚNÍ TEKUTIN POTRUBÍM

Doc. inž. dr. JULIUS MIKULA¹*Ústav potrubní techniky, ČVUT, Praha*

V článku jsou uvedeny obecně platné vzorce pro výpočet tlakových ztrát při proudění potrubím kruhového průřezu. Autor upozorňuje na význam drsnosti vnitřního povrchu potrubí a doporučuje důsledné sledování této hodnoty.

Lektoroval: inž. dr. M. Lázňovský

Výpočet tlakových ztrát při proudění tekutin potrubím býval dříve založen na poměrně jednoduchých vzorcích, odvozených zpravidla z výsledků měření odporů potrubí při průtoku používaného druhu tekutiny o obvyklém stavu. Tyto vzorce se dále omezovaly na potrubí z nejčastěji používaných trubek, takže je bylo možné upravit do velmi jednoduchého tvaru, a to u kapalin do tvaru pouze se třemi a u vzdušin se třemi nebo častěji se čtyřmi proměnnými. Pro potrubí kruhového průřezu na příklad platí pro tlakový spád i a tlakovou ztrátu ΔP :

$$i = \frac{\Delta P}{l} = K_1 \cdot \frac{c^2}{d} = K_2 \cdot \frac{O^2}{d^5} = K_3 \cdot \frac{M^2}{d^5}, \quad (1)$$

$$i = \frac{\Delta P}{l} = K_4 \cdot \gamma \cdot \frac{c^2}{d} = K_5 \cdot \gamma \cdot \frac{O^2}{d^5} = K_5 \cdot \frac{M^2}{\gamma \cdot d^5}. \quad (2)$$

Nomogramy, číselné tabulky i mechanické pomůcky, vypracované podle těchto vzorců, jsou přehledné, a proto byly v technické praxi oblíbeny a hojně používány, ač nebyly vždy dostatečně přesné. Jejich platnost byla omezena pouze na určitý druh, po případě i stav protékající tekutiny (voda studená, voda teplá, vodní pára, vzduch, svítiplyn o nízkém tlaku apod.) a na uvažovaný druh potrubí, resp. trubek (trubky ocelové, trouby litinové apod.), což zvyšovalo jejich počet. Jednoduchost těchto pomůcek způsobila, že v některých odvětvích potrubní techniky se teprve nyní přechází na způsob výpočtu tlakových ztrát, jednotný pro všechny tekutiny (na příklad i pro roztavené kovy) a pro všechny druhy potrubí i pro oba druhy proudění — turbulentní a laminární. Základní vztah

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{c^2}{2g} \cdot \gamma = \frac{8,263 \cdot \lambda \cdot l \cdot O^2 \cdot \gamma}{100 \cdot d^5} = \frac{8,263 \cdot \lambda \cdot l \cdot M^2}{100 \cdot \gamma \cdot d^5} \quad [\text{kg/m}^2] \quad (3)$$

obsahuje součinitele tření λ , který závisí především na Reynoldsově čísle

$$Re = \frac{c \cdot d}{\nu} = \frac{c \cdot d \cdot \gamma}{\mu \cdot g} \quad (4)$$

a na poměrné drsnosti vnitřního povrchu potrubí ε/d :

$$\lambda = f(Re, \varepsilon/d),$$

kde l	délka potrubí, po případě i včetně rovnomocné délky místních odporů [m],
c	rychlost proudění potrubím [m/s],
d	průměr potrubí [m],
O	průtočné množství [m ³ /s],
M	průtočné množství [kg/s],
γ	měrná váha protékající tekutiny [kg/m ³],
ν	kinematická vazkost proudící tekutiny [m ² /s],
μ	dynamická (absolutní) vazkost proudící tekutiny [kg . s/m ²],
ε	drsnost vnitřního povrchu trubky [m].

Matematický tvar této funkce je znám, je však jednoduchý pouze pro oblast laminárního proudění při $Re \leq \sim 2300$:

$$\lambda_L = 64/Re.$$

V oblasti turbulentního proudění platí pro hydraulicky hladké trubky s vyhovující přesností vztah, odvozený teoreticky Prandtlm a Kármánem:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \log \frac{Re \cdot \sqrt{\lambda}}{2,51}. \quad (5)$$

Pro drsné trubky při proudění v oblasti velkých Reynoldsových čísel byl z pokusů, které prováděl zejména Nikuradse, odvozen vzorec

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \log \left(3,71 \cdot \frac{d}{\varepsilon} \right), \quad (6)$$

z něhož vyplývá, že v této oblasti proudění závisí součinitel tření pouze na poměrné drsnosti.

Pro přechodnou oblast proudění při menších Reynoldsových číslech byl v r. 1944 uveřejněn Colebrookem vztah

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left[\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/d}{3,71} \right], \quad (7)$$

který je ještě složitější než vzorce předchozí. Poněvadž ani tvar vzorců není vhodný pro praktické užívání, jsou v odborné literatuře stále častěji uveřejňovány jednoduché diagramy, obdobné diagramu v příloze 5, kde je uveden i příklad výpočtu.

Výpočet tlakových ztrát pomocí součinitele tření λ se považuje nyní za dostatečně přesný ve všech případech technické praxe, přesnost výpočtu však v oblasti turbulentního proudění závisí na možnosti spolehlivého určení, nebo častěji pouze odhadu drsnosti ε vnitřního povrchu potrubí, resp. trubek. Možnost určit nebo alespoň spolehlivě odhadnout drsnost trubek je proto základním předpokladem dosažení potřebné přesnosti tohoto způsobu výpočtu tlakových ztrát. Proto v případech, kdy není hodnota drsnosti známa, nemohou být výsledky výpočtu tlakových ztrát spolehlivé. Náhrada empirických vzorců přesnějším postupem výpočtu vyvolala potřebu podrobnějších znalostí o drsnosti potrubí, tedy údajů o veličině, jejíž číselných hodnot nebylo dříve zapotřebí. Po této stránce bude nutné znalosti z oboru potrubní techniky doplňovat a prohlubovat, což nebude zvláště obtížné, neboť součinitel tření

lze určit z výsledků měření tlakových ztrát a drsnost zjistit pomocí uvedených vzorců nebo diagramu v příloze 5.

V cizojazyčné odborné literatuře jsou uváděny hodnoty absolutní drsnosti ε (viz tab. I.), z níž je patrná i změna drsnosti během provozu potrubí. Pro dálkové teplovody používají sovětské projektové organizace směrná čísla uvedená v tabulce II., v nichž je zahrnut též vliv činitelů, jež mohou drsnost potrubí nepříznivě ovlivňovat. V české odborné literatuře jsou zmínky o drsnosti trubek ojedinělé, a bylo by proto účelné, věnovat této otázce pozornost a zjištěné hodnoty co nejhojněji uveřejňovat.

Poznámka redakce: V tomto článku autor upozorňuje na význam drsnosti potrubí, jejíž znalosti nelze zatím považovat za úplné. Domníváme se, že by bylo velmi užitečné, kdyby nám čtenáři zasílali k otištění svoje vlastní zkušenosti z tohoto oboru.

Tabulka I. Pravděpodobné střední hodnoty absolutní drsnosti ε vnitřního povrchu trubek

Trubky	Drsnost ε [mm]
Trubky hydraulicky hladké, na příklad trubky hladce tažené (trubky mosazné, měděné, skleněné a pod.)	$\sim 0,0015$
Trubky ocelové, nové, tažené	$\sim 0,03$
bezešvé a svařované	$0,05 \div 0,10 \div 0,20$
pozinkované	$\sim 0,15$
s bitum. povlakem	$0,01 \div 0,05$
mírně orezavělé	$0,15 \div 0,25$
používané: po dlouholetém provozu v dálkových plynovodech	$\sim 0,5$
s tenkým nánosem	$1,0 \div 0,3$
se silnějšími nánosy	$2,0 \div 4,0$
silně orezavělé	$\sim 5,0$
Litinové trouby, nové,	$\sim 0,5$
hladší	$0,15 \div 0,25$
drsnější	$0,5 \div 1,0$
uvnitř asfaltované	$0,10 \div 0,15$
používané: zrezivělé	$1,0 \div 1,5$
se silnějšími nánosy	$2,0 \div 4,0$
Osinkocementové trouby nové	$0,1 \div 0,5$

Tabulka II. Směrné hodnoty absolutních drsností ε vnitřního povrchu trubek, doporučované pro dálkové teplovody sovětskými prameny

Dálkové teplovody	Drsnost ε [mm]
Parovody pro sytou páru z ocelových trubek, jež jsou trvale v chodu	$0,1 \div 0,2$
občas v chodu	$0,5$
Kondensátní potrubí dálkových parovodů z ocelových trubek pro dopravu	
odvzdušněného kondensátu	$0,5$
neodvzdušněného kondensátu	$1,0$
Teplovody vodní, plněné dobře chemicky upravenou vodou včetně vlivu ztrát vodní náplně do 0,5 % průtočného množství za hodinu	$0,2$
Teplovody vodní, plněné nedostatečně chemicky upravenou vodou	$1,0$

INFRACERVENÉ ZÁŘIČE A MOŽNOSTI JEJICH POUŽITÍ V ČSR

(pokračování)

Plynové zářiče

Povrchová teplota a vnější vzhled při provozu umožňují rozdělit plynové zářiče na dva druhy, podobně jak je tomu u zářičů elektrických. Rozdíl je pouze v tom, že zde převládají světlé zářiče s vysokou povrchovou teplotou. Jsou to:

1. plynové zářiče tmavé (s povrchovou teplotou 350—450 °C). Při provozu se nemění barva zářiče;
2. plynové zářiče světlé (s povrchovou teplotou 700—1100 °C). Při provozu se mění barva zářiče od tmavočervené, až k bílé.

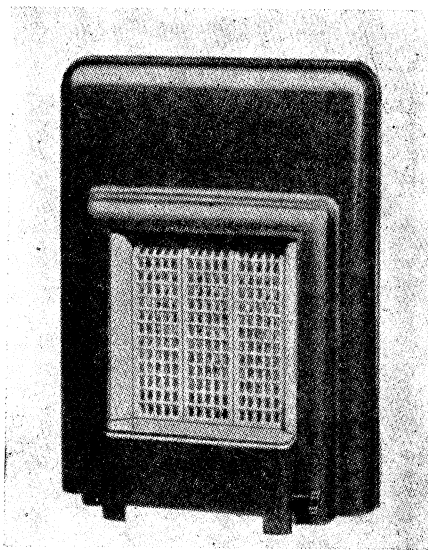
Ohrátí topné desky se dosáhne několika způsoby:

Infračervené zářiče nárazové

Používá se děrovaných tyčových, nebo Brayových hořáků. Plameny narážejí na keramickou nebo litinovou desku, která se ohřeje na požadovanou teplotu a je pak sama zdrojem sálání. Tohoto způsobu spalování plynu lze použít u obou druhů zářičů, tmavých i světlých. Tmavých zářičů založených na principu nárazového spalování se používá jak pro vytápění (s použitím Dawyho sítky i do prostorů s výbušným prostředím, nebo do garáží), tak i k technologickým účelům (sušení).

Průmyslové zářiče tmavé, vyráběné fou. Thomas de la Rue and Co LTD jsou konstruovány tak, že při instalaci do stěn sušárny je přívod vzduchu potřebného k hoření a odvod spalin řešen tak, že nepříjdu do styku se sušeným předmětem.

Zářič je litinová deska o rozměrech 500 mm × 225 mm, v horní polovině na straně spalin žebrovaná. Za touto deskou je mezera, kterou procházejí spaliny a která je omezená zadní stěnou z nerezavějícího a žáruvzdorného plechu s izolací ze struskové vlny. Ve spodní části zářiče je trubka, na které jsou namontovány hořáky značky Bray (svítící plamen). Nárazové zářiče, kde je keramická deska zahřívána na teplotu vyšší a při provozu mění barvu povrchu (světlé zářiče), se vyrábějí v mnoha provedeních. Principiálně se však od tmavých zářičů neliší. Tyčový hořák umístěný ve spodní části umožňuje spalování pouze v poloze vertikální s maximálním odklonem od svislé osy o 30°. Plameny narážejí na keramiku, rozžhávají ji a tato pak vysílá tepelné paprsky. Teplota povrchu keramiky je nerovnoměrná a sálavý účinek těchto zářičů je velmi malý (35—45 %). Používají se převážně pro vytápění malých místností (domácností) s různou úpravou rámu, do kterých je keramika umístěna (obr. 5). Keramické části se vestavují např. do krbu apod. V menším počtu se používají i pro vytápění průmyslových provozoven. V obou případech se pro spalování používá nízkotlakého plynu.



Obr. 5. Nárazový zářič fy. Bratt Colbran LTD.

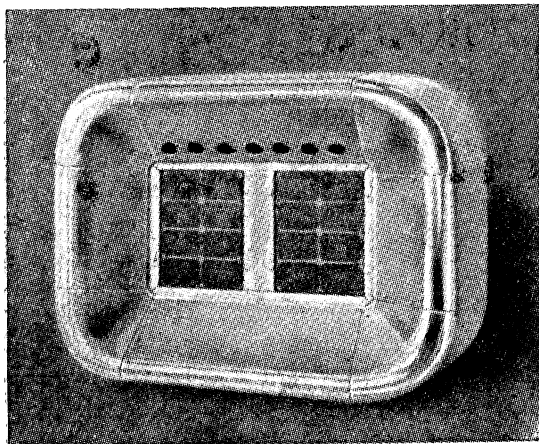
Zářiče s bezplamenným povrchovým spalováním

Používá se děrované keramiky (systém Schwank). Plyn před vstupem do komory za keramickou deskou injektorem přisává vzduch; z komory pak směs vzduchu a plynu

prochází perforovanou keramikou na povrch, kde se spaluje. Tímto způsobem je rozžhavana keramická deska na požadovanou teplotu. Zářiče pracují pouze v oblasti světlého záření (750–950 °C).

Proti konstrukci nárazových zářičů mají velkou výhodu, že se dosáhne rovnoměrného zahřátí po celé ploše keramiky. Další výhodou je možnost, že se zářič může zavěsit do všech poloh (i vodorovně) a účinnost je daleko vyšší (přes 50 %). Perforovaná keramická deska se skládá z několika menších destiček. Destičky se dají sestavit do různých tvarů

a poloh (obr. 6). Zářiče této konstrukce se používají převážně pro vytápění průmyslových provozoven. Pro spalování se přivádí do zářiče nízkotlaký plyn. Směšování se vzduchem se děje těsně před vstupem do komory za keramickými deskami.



Obr. 6. Zářič syst. Schwank.

Diafragmové plynové zářiče

Jsou založeny rovněž na principu bezplamenného povrchového hoření, avšak jejich hlavní součástí je porézní blok ze žáruvzdorného materiálu, kterým je protlačována směs plynu a vzduchu. Hoření probíhá v tloušťce asi 5 mm na povrchu. Zářiče tohoto druhu mohou pracovat v rozmezí od 600 °C (tmavé) až do 1100 °C (světlé). Rozdíl proti předchozím typům je i v přívodu plynu. Do zářiče se nepřivádí samotný plyn, nýbrž směs plynu

a vzduchu. Směs je připravována buď ve směšovači (Premix — křídlové dmychadlo), nebo pomocí ventilátorů a injektorového mísiče. Investičně je rozvod směsi dražší než rozvod samotného plynu, avšak tento zářič má jiné přednosti, které jej doporučují pro výrobu. Je to především možnost spalování i v uzavřených a nepřístupných prostorách.

Zářičů se převážně používá pro průmyslové sušení nebo ohřívání lázní v galvanických provozech. Pro vytápění se příliš nehodí, neboť i provozní náklady jsou vyšší, než u obou shora uvedených typů (spotřeba elektrické energie pro pohon ventilátoru nebo směšovače).

Zapalování

Zapalování zářičů se provádí dvěma způsoby. Buď se používá tzv. věčného plamene, nebo elektrického odporového zapalování o bezpečnostním napětí 24 V. Při zapalování věčným plamenem se instaluje buď dvojí rozvod plynu (kapilárové přípojky), nebo jednoduchý rozvod a samostatné přípojky jsou napojeny před uzavírkou zářiče. Volba jednoho z obou způsobů připojení věčného plamene se provádí podle navržené regulace. Věčný plamen se zapálí na začátku topné sezóny a nechá se hořet celé období.

Možnost použití plynových zářičů v ČSR

V poslední době vyvinula Kovotechna n. p. v Praze několik druhů zářičů, které i u nás najdou své použití.

Prvním typem byl tzv. nárazový zářič „Mora 650“. Tento zářič je složen ze čtyř keramických mřížkovaných článků a slouží k vytápění průmyslových provozoven. Jeho účinnost je však velmi malá. Zapalování se provádí elektricky. Byl použit na příklad ve vstupní části automatu „Koruna“ na Václavském náměstí v Praze a dosud slouží svému účelu.

Zavěšování se provádí tak, že sálavá plocha je při provozu ve svislé poloze nebo s maximálním odklonem 30° od svislé roviny. Zapalování se provádí elektricky odporovým drátkem. Užívá se bezpečnostního napětí 24 V. Zářič je na přívodu opatřen uzavíracím kohoutem, který je obsluhován z podlahy pomocí tyče a dvou táhel (jedno pro otevření, druhé pro zavření). Vzhledem k tomu, že tento typ měl malou účinnost a i možnosti použití

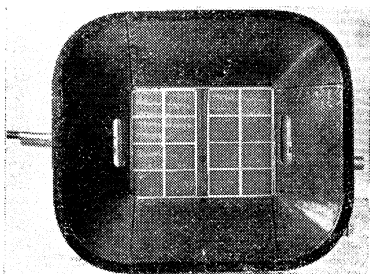
byly omezené, bylo od výroby upuštěno a keramická tělíska byla použita u záříče, který má sloužit pro vytápění v domácnostech. Je to typ „Caloria“, který se vyrábí ve dvojím provedení. Jedna konstrukce je provedena tak, aby se záříč dal zavěsit a druhá umožňuje postavit jej na podlahu. Zapaluje se přímo, jako např. hořák vaříče. Tento záříč se dá gumovou hadicí připojit na plynovou síť. U záříče Mora 650 bylo použito čtyř keramických článků, kdežto záříč „Caloria“ má pouze dva články.

Výkony a spotřeba:

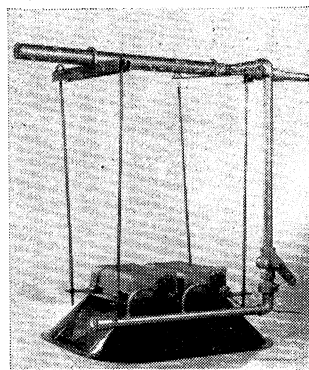
„Mora 650“ (4000 kcal/h, 1,1 m³ plynu za 1 hod. při tlaku svítiplynu 60 mm v. s.).
 „Caloria“ (2000 kcal/h, 0,55 m³ plynu za 1 hod. při tlaku svítiplynu 60 mm v. s.)

Druhým vyráběným typem jsou záříče založené na principu bezplamenného spalování syst. Schwank. Záříče se vyrábí celkem ve třech velikostech:

„Mora 630“ (dvoukomorový plynový záříč pro spalování svítiplynu nebo zemního plynu. $Q = 4200$ kcal/h., tlak = 60 mm v. s. (svítiplyn), tlak zemního plynu = 175 mm v. s.). Zapalování elektrické — bezpečnostní napětí 24 V (viz obr. 7 a 8).



Obr. 7. Dvoukomorový záříč „Mora 630“
 — účinná plocha záříče.



Obr. 8. Dvoukomorový záříč „Mora 630“
 — pohled na horní stranu (komory).

„Mora 631“ (čtyřkomorový plynový záříč pro spalování svítiplynu a zemního plynu. $Q = 8400$ kcal/h, tlak = 60 mm v. s. pro svítiplyn a 175 mm v. s. pro zemní plyn). Zapalování elektrické — bezpečnostní napětí 24 V.

„Mora 632“ (šestikomorový plynový záříč pro spalování svítiplynu a zemního plynu. $Q = 12\,600$ kcal/h, tlak = 60 mm v. s. pro svítiplyn a 175 mm v. s. pro zemní plyn). Zapalování elektrické — bezpečnostní napětí 24 V.

Všechny tři typy záříče mají tu výhodu proti prvnímu typu „Mora 650“, že se dají umístit do všech poloh s otáčením kolem vodorovné osy. Ovládání záříčů se děje obdobně jako u záříčů „Mora 650“. Pokyny pro obsluhu a předpisy pro provoz vypracoval n. p. Kovotechna, který je rovněž autorem všech tří typů.

Zapalování

Jak je již uvedeno u specifikace tří posledních typů, provádí se zapalování elektrické. Tento způsob provedení má své výhody, avšak pro větší počet záříčů a složitější zařízení je výhodnější zapalovat záříče věčným plamenem, a to hlavně v takových případech, kde se použije automatická regulace teploty ve vytápěném prostoru. Automatická regulace prováděná elektricky by byla příliš nákladná. Nezavrhuje se tím původně navržený způsob elektrického zapalování, avšak kdyby se vyráběly oba druhy, bylo by řešení celkového vytápění v mnohých případech levnější.

Závěr

Záříče „Caloria“ se s výhodou mohou používat pro vytápění malých místností (domácnosti).

Záříčů „Mora 630, 631, 632“ je možno použít k vytápění průmyslových provozů, osamělých pracovišť atp.

Záříče diafragmové (vyvinul plynárenský ústav (Běchovice) převážně pro průmyslové sušení a jiné průmyslové účely.

Při každém návrhu vytápění infračervenými záříči je nutno propočítat ekonomii provozu a investiční náklady ve srovnání s normálními klasickými způsoby vytápění. Záříče mají své velké přednosti a nesporné výhody, avšak pouze tam, kde se jejich návrhem dosáhne úspor proti běžným způsobům.

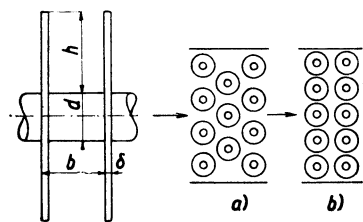
Kotrbatý

SOUČINTEL PŘESTUPU TEPLA PRO ŽEBROVÉ TRUBKY

Přestup tepla u žebrovek není dosud v literatuře dostatečně zpracován. Obvykle se provádí výpočet pomocí součinitele účinnosti žebrování, ačkoliv tento způsob není zcela oprávněn, protože při odvození vztahů se předpokládá součinitel α stejný pro celý povrch žebra, což ve skutečnosti splněno není. Jiné způsoby výpočtu jsou ojedinělé. Pozoruhodný je např. způsob [1], kde je součinitel α vztažen pouze na vnější povrch samotné trubky a přestup se řeší na základě podobnostní teorie pro celý ohříváč (chladič). Respektuje se tím nejen Re , ale i rozměry žeber, mezera mezi žebry, vzdálenosti a uspořádání jednotlivých trubek ve výměníku. Použití vztahů je však omezené pro $10\,000 < Re < 60\,000$ (za charakteristický rozměr pro Re vzat zevní průměr trubky). Trubky používané ve vzduchotechnice mají obvykle menší průměr, než by vyžadovaly uvedené hodnoty Re .

Při obvyklých způsobech výpočtu se součinitelem účinnosti žebrování se používá vztahů ve tvaru $Nu = f(Re)$, např. [2]:

$$Nu = 0,861 Pr \cdot Re^{0,5} \quad (1)$$



Obr. 1. Označení rozměrů žebrových trubek a uspořádání žebrových výměníků.

Jako délka pro výpočet Nu a Re se bere $\sqrt{F}$, kde F je povrch žebra po jedné straně. Tento vztah dává při srovnání s měřenými hodnotami pro obvyklé žebrovky spíše nižší hodnoty. Nerespektuje rozměry žeber a uspořádání výměníku. Tyto parametry jsou uvažovány ve vztahu [3]:

$$Nu = C \cdot Re^m \left(\frac{d}{b}\right)^{-0,54} \left(\frac{h}{b}\right)^{-0,14} \quad (2)$$

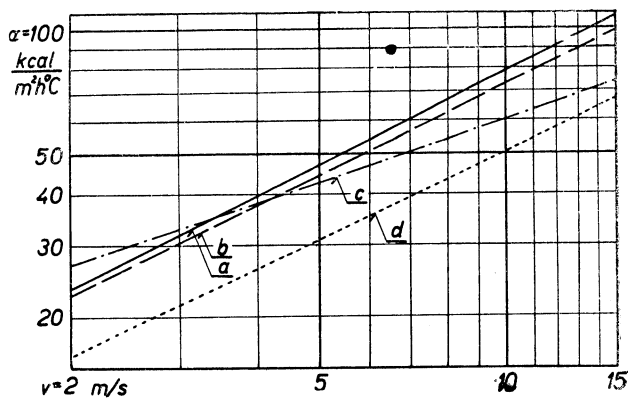
Použité symboly jsou zřejmé z obr. 1. Jako délka pro Re a Nu je brána vzdálenost žeber b . Hodnoty konstant C a m pro vztah (2) jsou:

Žebra	C	m	Uspořádání žeber
Kruhová	0,223	0,65	a)
Čtverhranná	0,205		
Kruhová	0,104	0,72	b)
Čtverhranná	0,096		

Vztah (2) platí pro $3000 < Re < 25\,000$ a $3 < \frac{d}{b} < 4,8$. Srovnáním s uveřejněnými měřeními byla však nalezena dobrá shoda i pro nižší Re . Rychlost použitá pro Re v obou vztazích je rychlost v nejužším průřezu ohříváče. Fyzikální konstanty (a a ν) se berou při střední teplotě plynu (obvykle vzduchu). Je-li hodnota $\delta \ll d$, doporučuje se zmenšit vypočtenou hodnotu α o 15 %.

Pro představu o velikostech hodnot α vypočtených podle uvedených rovnic jsou v obr. 2. vyneseny hodnoty jednak podle měření [4] (přímka *a*), jednak vypočtené podle (1) a (2) (přímky *c* a *b*) pro vzduch o teplotě $t_v = 20^\circ\text{C}$ a hodnoty doporučené pro orientační výpočet podle [5] (přímka *d*).

Obr. 2. Součinitel přestupu tepla na žebrovém ohřívači ($d = 16$, $b = 5$, $h = 10$, $\delta = 0,2\text{ mm}$, $t_v = 20^\circ\text{C}$).



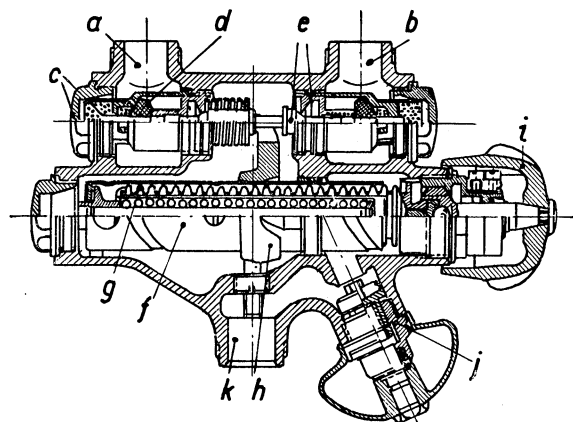
- [1] Antufjev, Běleckij: Těplopředača i aerodinamičeskie soprotivlenija trubčatych pověrchnostej v poperečnom potoke.
- [2] Harrison: Heat Convection from Finned Tubes, Mech. World 1948.
- [3] Karasina: Těploobměn v pučkach trub s poperečnymi rebrami, Izvěstija VTI 1952.
- [4] Kan: Těplo i massoobměn v vozduchoochladitelje so spirálnymi rebrami. Cholod. téch. 1956.
- [5] Spravočnik po projektirovaniju otoplenija i ventiljaciji.

Chyský

SAMOČINNÁ VODNÍ MÍCHACÍ BATERIE

Podle Heizung, Lüftung, Haustechnik, č. 7 (1957)

Samočinné míchání vody o nastavitelné teplotě pro lázně, sprchy, průmyslové provozy a jiné je výhodné, neboť není zapotřebí dodatečně regulovat žádanou teplotu vody (při této regulaci se často bez užítu spotřebuje velké množství studené i teplé vody a nastává nežádoucí kolísání teploty). Podle výsledků z praxe jsou úspory pro velké spotřebitele (např. lázně, průmyslové provozy apod.) značné. Přerušili-li se dodávka studené vody, uzavře se ihned ventil pro teplou vodu. Otevření a uzavření sousedních výtoků neovlivňuje nastavenou teplotu. Při jednoduché a pohodlné obsluze je regulátor teploty netečný k vápenným usazeninám.



Řez samočinnou termostatickou baterií (*a* — přívod teplé vody, *b* — přívod studené vody, *c* — síto pro zachycení nečistot s víčkem, *d* — zpětný ventil, *e* — dvousedlový ventil, *f* — kryt regulátoru, *g* — kapalinový regulátor (kovový měch), *h* — regulační váha, *i* — hvězdice se stupnicí, *j* — uzavírací ventil, *k* — výtok míchané vody).

Termostat pracuje s kapalinovým regulátorem (kovovým měchem), který nepodléhá únavě materiálu a teplotní výkyvy ihned vyrovnává. Žádaná směšovací teplota se nastaví na otočném knoflíku se stupnicí. Vymezi se horní a dolní mezní teplota pomocí dvou kroužků s dorazem. Zvláště nutno vyzvednout bezpečnou ochranu před opařením při selhání dodávky studené vody. Velkou výhodou nutno spatřovat v možnosti přesně nastavit teplotu vody. Míchací baterie 1,2" má rozsah až do 90°C (větší baterie do 70°C). Baterie míchá vodu již od tlaku 0,5 atp a je 170–190 mm vysoká, 80–320 mm dlouhá a 168–290 mm hluboká. Její výkon je podle

průměru přípojek při 1 atp 8,4—80 l/min, při 5 atp 19 až 220 l/min. V míchací baterii jsou 2 zpětné ventily a lapače nečistot. Jediná údržba spočívá v občasném vyčištění sítu. Baterie pracuje v každé poloze a ve spojení s doplňkovými armaturami má všestranné použití, pouze připojení k plynovým průtokovým ohřivačům se nedoporučuje.

Pozoruhodné úspory na energii, vodě a času, prý brzy zaplatí tento přístroj, který je výrobkem továrny Grohe-Thermostat, G. m. b. H, Lahr (Schwarzwald, NSR).

Najman

ÚSPORA VODY PŘI SPLACHOVÁNÍ PISOÁRŮ ŘÍZENÉM FOTOBUŇKOU

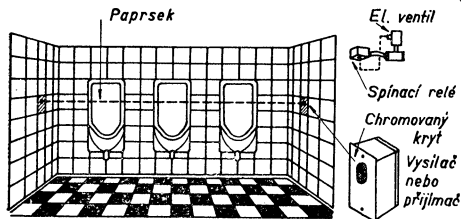
Podle Sanitäre Technik, č. 6, (1957)

V cizině byl vyvinut automatický splachovač pro pisoáry, řízený fotobuňkou („Visolux aquamat“). Je to náhrada tzv. časových splachovačů. Na bočních stěnách kabiny je proti sobě umístěn vysílač a přijímač infračervených paprsků. Oba aparáty jsou umístěny tak, že se paprsek přeruší, jakmile kdokoli přistoupí k míse; tím okamžitě počne zařízení

splachovat. Splachování se přeruší automaticky teprve po určité době po odstoupení od mísy.

Zařízení se skládá z vypínacího zařízení se zesilovačem se studenou katodou a stykačem, z vysílače a přijímače infračervených paprsků (jsou litinové, velikosti obkládačky, na povrchu niklované). Zařízení může pracovat buď s motorickým ventilem nebo elektroventilem. Jelikož je použito elektronky se studenou katodou, nevyžaduje zařízení téměř obsluhu. Úspora vody je značná.

Lutovský



Splachovač řízený fotobuňkou.

KONFERENCE V ÚSTÍ NAD LABEM

VTS pro zdravotní techniku a vzduchotechniku, Krajský národní výbor v Ústí nad Labem a Výzkumný ústav vzduchotechniky v Praze uspořádaly ve dnech 12. a 13. března t.r. v Ústí nad Labem konferenci „Boj proti škodlivým průmyslovým exhalacím a proti znečišťování vodních toků odpadovými látkami průmyslu v Ústeckém kraji“. Podnětem pro tuto konferenci bylo vládní usnesení č. 855/1957 o opatřeních v Ústeckém kraji ke zmírnění negativních vlivů rozvíjejícího se průmyslu.

Účelem jednání na konferenci bylo zjistit nynější stav a míru škodlivosti průmyslových exhalací v ovzduší a znečišťování vodních toků odpadními látkami průmyslu a jeho pravděpodobný další vývoj s ohledem na zvětšování objemu výroby a na budování nových průmyslových objektů. Zároveň měly být vypracovány návrhy na vhodná protipatření.

První den jednání byl vyhrazen, kromě úvodních projevů, referátům zástupců některých významných podniků (energetika, chemie, doly a potravinářství) a projektantů nové centrály „Žatec“, kteří podali zprávy o druhu, zdroji a množství exhalací a odpadních vod v jejich závodech a zároveň přednesli návrhy na protipatření z hlediska podniků. Hygienici z KHES v Ústí nad Labem uvedli, jaké škody a jaká nebezpečí pro lidský organismus a rostlinstvo z toho vyplývají. Druhého dne navázali na toto jednání odborníci, kteří přednesli zprávy a návrhy, jak zamezit zhoubným vlivům exhalací a vypouštění chemických odpadních hmot do vodních toků nebo jak je aspoň omezit na minimum. Zároveň byly předneseny návrhy na nápravu dosud způsobených škod, hlavně na rekultivaci bezkulturních ploch. Po referátech následovala živá diskuse, do níž zasahovali vedle zaměstnanců místních závodů také zástupci správních orgánů, výzkumní pracovníci, projektanti a výrobci odlučovacích a čistících zařízení.

Konference se zúčastnilo celkem 148 osob, z toho 102 z kraje ústeckého. Účastníci zakončili jednání usnesením, které konstatuje, že mezi přítomnými došlo k zdravé výměně názorů, zkušeností a informací a v němž je obsažena řada návrhů na nejnaléhavější opatření (správní, technologická, výzkumná a investiční), která je nutno provést, má-li dojít k nápravě vzniklých škod a k jejich zamezení v budoucnu. Všechny referáty a diskusní příspěvky byly spolu s uvedeným usnesením vydány ve sborníku.

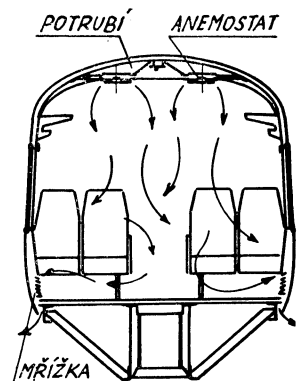
Očendásek

VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH VOZŮ

Podle *The Heating and Ventilating Engineer and Journal of A. C.*, č. 367 (leden 1958)

Zařízení pro vytápění a větrání je umístěno ve stropě železničního vozu a sestává z elektricky poháněného odstředivého ventilátoru, olejového filtru a parní trubkové topné baterie. Do prostoru vozu se přivádí vzduch stropními anemostaty, kterých je 9 v 1. třídě a 15 ve 2. třídě. Odvod vzduchu je vyřešen pod sedadly. V 1. třídě je 33 míst k sezení a teplovzdušná jednotka dodává 37 m³/h na 1 osobu, takže intenzita výměny činí 15 1/h. Ve voze 2. třídy jsou 2 jednotky pro 52 sedících osob. Na 1 osobu připadá 46,5 m³/h, přičemž intenzita výměny je 30 1/h. Větší výměna vzduchu ve 2. třídě je odůvodňována možností většího naplnění vozu v době dopravních špiček. Uspořádání větrání prostoru ukazuje obrázek.

Oppl



Uspořádání větrání železničního vozu.

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA NA JARNÍM LIPSKÉM VELETRHU 1958

Jarní lipský veletrh 1958 byl rozčleněn do dvou částí: výstaviště se spotřebním zbožím v 15 budovách ve středu města (Mustermesse) a výstaviště technického ve 22 pavilonech (Technische Messe). Pavilóny technického výstaviště jsou soustředěny do jednoho prostoru města. Československá republika byla po Sovětském svazu největším zahraničním vystavovatelem na lipském veletrhu. Výrobky našeho průmyslu se vesměs těšily velkému zájmu návštěvníků.

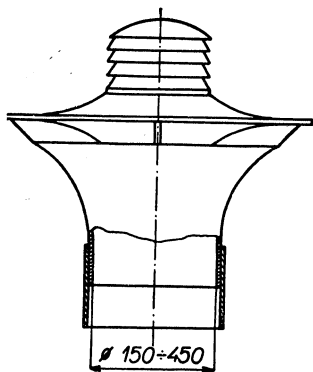
Vzduchotechnika byla na veletrhu zastoupena z největší části výrobky Německé demokratické republiky, ostatní státy v tomto oboru téměř nevystavovaly. Velká část vzduchotechnických zařízení byla ve znamení použití umělých hmot (PVC, Ekadur, Decelith aj.) při výrobě jak jednotlivých elementů, tak i vzduchotechnických celků (potrubí, odsávacích zařízení, ventilátorů). Vzhledem k fyzikálním vlastnostem umělých hmot (odolnost proti korozi, dlouhá životnost při dopravě vzduchu obsahujícího výpary kyselin a žiravin), užívá se stále častěji ventilátorů i celých konstrukčních celků z PVC v chemickém průmyslu, při povrchové úpravě kovů, u digestoří apod. Ventilátory z PVC vytlačují v těchto případech kovové ventilátory pogumované, poolověné, pocínované a bakelitové, až dosud používané při dopravě korozivních látek. Podle údajů výrobních firem jsou pořizovací náklady na zařízení z umělých hmot asi o 60–80 % vyšší, než u kovových. Je tedy jejich použití do jisté míry omezeno na prostředí s korozivními účinky. Vzhledem k prakticky neomezené životnosti zařízení vyrobených z umělých hmot bývají však v těchto případech celkové náklady nižší. Další výhodou je tichost chodu ventilátorů, příjemný vzhled a snadná opracovatelnost umělých hmot.

Ve výrobním programu vystavující firmy F. Mietzsch — Dráždany jsou odstředivé ventilátory z PVC o průměru sacího hrdla od 100 do 800 mm a dopravovaná množství 140–35 000 m³/h, dále odsávací zařízení z umělých hmot pro odsávání agresivních a korozivních par a plynů v chemickém průmyslu, potrubí a přístroje z odolných materiálů pro přádelny, průmysl papírenský a potravinářský.

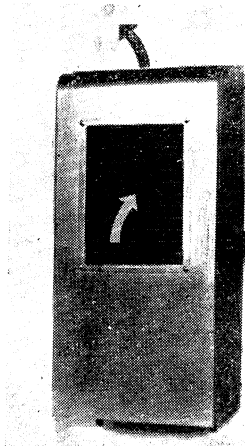
Firma J. Peppler — Erfurt vystavovala osový střešní ventilátor z PVC (obr. 1) pro průměr odsávacího potrubí 150–450 mm a odsávaná množství vzduchu 75–5 000 m³/h. Firma vyrábí rovněž celá kyselinovzdorná odsávací zařízení z umělých hmot, vyložení a příslušenství průmyslových van, vzduchovody až do průměru 2000 mm apod. Vzduchovody se provádějí bez přírubových spojů svařováním jednotlivých desek z PVC.

Nanášení umělých hmot na kovové součástky je velmi nákladné. Mnohem výhodnější je provést tyto součástky přímo z PVC nebo jiné vhodné umělé hmoty. Při pneumatické dopravě sypkých materiálů je použití umělých hmot při výrobě zařízení (ventilátorů, vzduchovodů, odlučovacích zařízení) nevhodné, neboť vlivem tření částic dopravovaného materiálu o stěny z PVC dochází na nich ke vzniku statické elektřiny s poměrně značným elektrickým potenciálem. Pokud se přes tyto vlastnosti umělých hmot k výrobě pneumatického zařízení použije (např. v potravinářském průmyslu při dopravě mouky), je třeba vhodným způsobem provést uzemnění.

Nový způsob řešení klimatizací s vysokorychlostním rozvodem vzduchu se začíná uplatňovat i v NDR. Obr. 2 představuje nástěnný přístroj pro klimatizaci lodních kabin, vyráběný firmou VEB Apparatebau-Mylau. Slouží k vysokotlaké klimatizaci lodních kabin o objemu asi 25 m³ pro 2–3 osoby. Potrubím průměru 50 mm je do spodní části přístroje přiváděno 100 m³/h upraveného vzduchu (klimatizovaného v hlavní úpravě vzduchu), celkový tlak v potrubí činí 300–500 mm v. s. Po průtoku tlumičem hluku ve spodní části indukční skříňky vytéká klimatizovaný vzduch tryskou z umělé hmoty (PVC) obdélníkového tvaru výstupní rychlostí asi 28 m/s do směšovacího prostoru. Požadavky na útlum



Obr. 1. Osový střešní ventilátor z PVC (průměr odsávacího potrubí 150 ÷ 450 mm, odsávaná množství vzduchu 75 ÷ 5000 m³/h).



Obr. 2. Nástěnný přístroj pro klimatizaci lodních kabin.

hluku nejsou v tomto případě tak přísné, jako je tomu u jednotek v obytných místnostech. Z toho důvodu byla místo soustavy trysek malého průřezu zvolena jediná tryska šterbinového tvaru. V okolí proudu primárního upraveného vzduchu uvnitř indukční skříňky je ejekčním účinkem strhován do skříňky žaluziovými otvory okolní oběhový vzduch z místnosti. Oběhový vzduch vtéká do skříňky přes výměník tepla (umístěný za žaluziemi) a je podle potřeby ohříván nebo chlazen. Směšovací poměr mezi vzduchem primárním a vzduchem oběhovým, tzv. indukční poměr, lze měnit podle potřeby uzavíráním žaluzie z hodnoty 2,5 (při zcela otevřené žaluzii) na 0 (při uzavřené žaluzii) pomocí ručního kolečka na pravé straně přístroje. Druhým kolečkem na téže straně přístroje lze regulovat přívod topného nebo chladicího média do výměníku tepla. Odnětím ručních koleček a vyjmutím plechové stěny je umožněn přístup k vzduchové a vodní přípojce, kondenzační vaně a trysce k účelům montážním a k čištění přístroje. Zvukotěsná stěna je provedena z děrovaného plechu a skleněné vaty. Zkondenzovaná vodní pára stéká při chlazení oběhového vzduchu do kondenzační vany opatřené odtokem.

Firma VEB Sprio-Werke-Holzhausen vystavovala stříkací box typu FW 18 pro lakování menších výrobků. Manipulační otvor kabiny byl uzavřen vzduchovou clonou s přívodem vzduchu zhora. Za přívodními otvory vzduchu směrem do kabiny jsou umístěna zářivková osvětlovací tělesa, stěny kabiny jsou nepřetržitě omývány souvislým filmem cirkulující filtrované vody. Kabina je opatřena odlučovačem kapek laku, stříkaný předmět se umísťuje na otáčivém stolku. Výhodou této kabiny je: a) barva se neusazuje na vnitřních stěnách; b) páry rozpustidel jsou účinně odsávány; c) úspora tepla. Uvádíme ještě technická data stříkacího boxu: pracovní šířka boxu 1800 mm, pracovní hloubka 1425 mm, celková šířka 2900 mm, pracovní výška 1500 mm, odsávaná množství vzduchu 11 300 m³/h, ventilátor typu N 500/16 s motorem o výkonu 3 kW, 950 ot/min., výkon vodního čerpadla 80 m³/h, výkon motoru vodního čerpadla 4 kW.

Ve výrobním programu firmy VEB Maschinenfabrik NEMA-Netzschkau jsou kromě nástěnných vytápěcích souprav, větracích zařízení, odstředivých a šroubových ventilátorů, důlních ventilátorů, zařízení pro chladicí věže, výměníků tepla, sušáren, i průmyslové odsavače pro provozní účely. Průmyslové odsavače se staví pro odsávaná množství 400–3800 m³/h, výkon motoru je 1,0–6,2 kW. Pojízdný průmyslový odsavač typu U 2

má tyto technické údaje: odsávané množství 400 m³/h, podtlak 900 mm v. s., $\varnothing$ sací hadice 50 mm, délka hadice 10 m, objem sběrače prachu 40 l, motor s kotvou nakrátko 220/380 V, výkon 2,0 kW, 2850 ot/min., šířka 560 mm, délka 1000 mm, výška 1150 mm, celková váha 180 kg.

Pokud jde o prašnou techniku, vystavovala firma Zeiss-Jena konimetry u nás běžně známé a používané. Západoněmecká továrna Dräger-Lübeck předváděla detektory pro stanovení škodlivých plynů v ovzduší. Detekční trubičkou s reagenční látkou se několikrát stisknutím prosaje vzduch se škodlivou látkou. Detekční trubičky se vyrábějí pro stanovení asi 20 různých látek v ovzduší. Na stejném principu je založen prachoměr. Zaprášený vzduch se podle prašnosti prosaje jedním nebo několika stisknutím přes membránový filtr. Získaný prašný vzorek se vyhodnocuje konimetry v mikroskopu. Kromě toho byly vystavovány protiprašné osobní ochranné pomůcky: přístroje filtrační (respirátory), přístroje isolační (masky s přívodem přetlakového vzduchu) a kyslíkové přístroje záchranné.

Ze všech vystavovaných exponátů z oboru vzduchotechniky je zřejmý značný pokrok jak po stránce konstrukce a výroby, tak i v použití nových materiálů, kterého bylo v poslední době v NDR dosaženo.

Jokl, Šimeček

NOVÝ SOVĚTSKÝ ČASOPIS

Nakladatelství Akademie věd Běloruské SSSR vydává, počínaje lednem 1958, nový měsíčník *Inženýrsko-fyzikální časopis*. Hlavním úkolem tohoto časopisu je převádění výsledků vědeckých výzkumů do praxe. Časopis věnuje pozornost těm oblastem vědy, které mají význam pro současné otázky techniky. Proto budou publikovány především state o sdílení tepla a přenosu hmoty, o teorii nevratných dějů a jejich významu pro vypracování zákonitosti současného sdílení hmoty a energie za normálních podmínek i při hlubokém vakuu. Časopis bude obsahovat rovněž práce z oboru spektroskopie, atomové i molekulární spektrografické analýsy a teorie infrazáření. Nemenší pozornost bude věnována zavádění tepelně-technických procesů do strojírenské výroby, používání nových materiálů ve všech výrobních oblastech, matematickým strojům apod.

Publikované state mají obsahovat komplexní řešení problémů, jak po stránce matematicko-fyzikální, tak i po stránce inženýrského řešení. Vedle původních statí budou publikovány články souhrnné, věnované aktuálním problémům techniky, dále recenze, bibliografické záznamy apod. Hlavním redaktorem časopisu je akademik A. V. Lykov.

První číslo, str. 1—111, obsahuje 9 původních prací a 6 krátkých sdílení. Z obsahu vyjímáme: Vliv přebytku vzduchu na spalování práškového paliva (B. V. Kantorovič); Hydraulický odpor trubek s drsnými stěnami (G. K. Filonenko); K otázce spalování v turbulentním proudu (S. A. Goldenberg); Nosnost rašelinových ložisek (F. A. Opejko); Nové názory na promrzávání vlhkých základů (M. G. Muraško); Určení měrného tepla termistoru (A. G. Šaškov); K teorii konvekčního sušení (Ju. A. Michajlov).

Tůma

KONTINUÁLNÍ SUŠÁRNA OVOCE A ZELENINY

Podle „Food“ (březen 1957)

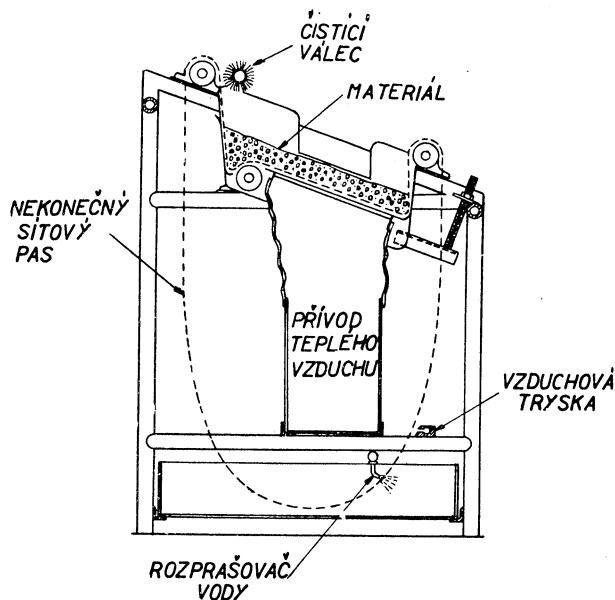
Po dobu několika let provádí výzkumná laboratoř pro zemědělství v USA práce zabývající se sušením nakrájeného ovoce a zeleniny před zmrazením, konzervováním nebo jiným technologickým zpracováním.

Kvalita dehydrovaných zmrazených produktů závisí hlavně na sušení, protože přesušení záporně působí při regeneraci sušeného produktu. Např. jablečné řezy, vysoušené na méně než 50 % své počáteční váhy mění značně svoje rozměry následkem smrštění a regenerace takového produktu je značně obtížná.

Dosud se sušení nařezaného ovoce a zeleniny provádělo v obvyklých typech sušáren skříňových a tunelových, avšak produkt se v nich vysoušel nerovnoměrně.

V posledních letech se v USA snaží zdokonalit tyto sušárny. Nejnovějším typem je žlabová-pásová sušárna. Hlavní část sušárny tvoří nekonečný sítový transportér pohybující se pomocí řetězu drženého řetězovými koly (obr. 1). Řetězová kola jsou upevněna na rovnoběžných hřídelích, otáčejících se stejnou rychlostí. Pás zavěšený mezi hřídeli tvoří žlab, mající podélný i příčný sklon. Ventilátor vhání pod žlab vzduch ohříváný spalínami. Množství vzduchu reguluje se pomocí klapky ležící na výtlačné straně ventilátoru. Surovina je přiváděna k zavážečnému konci sušárny žlabem. Pohybuje se spirálním pohy-

bem sušicím pásmem k výstupní straně sušárny (obr. 2). Tento pohyb je vytvořen tím, že produkt je nesen síťovým pásem ve směru jeho pohybu, přičemž se na pohyblivé boční stěně žlabu dostává vzhůru. Odtud padá kaskádně vlivem příčného a podélného sklonu žlabu na druhou boční stěnu. Tento pohyb se pak několikrát opakuje. Tak je zabezpečeno stálé promíchávání produktu a tím i jeho rovnoměrné sušení. Síťový transportér se pohybuje rychlostí 3 m/min. Doba jednoho spirálního pohybu je asi 1,5 min.



Obr. 1. Příčný řez sušárnou.

Vzduch odchází z povrchu vrstvy rovnoměrně nasycen vodou. Psychrometrický rozdíl teplot odcházejícího vzduchu se na pokusné sušárně udržoval obvykle v rozmezí 1–2,5 °C.

U popsaného sušicího zařízení se maximální efektivní tloušťka vrstvy produktu řídí hlavně rozměrem, tvarem a hustotou sušeného materiálu. Tlustší vrstva potřebuje k vysušení odpovídající větší množství vzduchu a tím i jeho vyšší rychlost v sušárně. Avšak, v soulase s předpokladem laboratoře, pohyb vzduchu materiálem způsoboval jeho vzdouvání a některé malé kousky vylétaly ze sušárny ven. Maximální tloušťka vrstvy pro nařezané křehličky mrkve, celeru a sladké papriky byla stanovena 64–89 mm. Doba, po kterou setrvává materiál v sušárně je závislá na tloušťce vrstvy a rychlosti podávání. Tento způsob sušení dovoluje použít vyšší provozní teploty, protože nepřetržitě promíchávání zabráňuje příliš dlouhému pobytu produktu v oblasti vysoké teploty.

Mrkev, celer a sladká paprika nařezané na křehličky o straně 9,5 mm byly vysušeny na 65 % své původní váhy za 20 min. Přitom suchý teploměr na vstupu do sušárny ukazoval 149 °C a vlhký 43 °C. Za těchto podmínek výkon pokusné sušárny se pohyboval okolo 125 kg čerstvého materiálu za hodinu. Při šířce žlabu 559 mm a délce 1320 mm množství odpařené vlhkosti z 1 m² jeho povrchu za hodinu činí asi 113 kg. Spotřeba vzduchu za těchto podmínek je 96 m³/min, při tlakové ztrátě 20 mm v. sl.

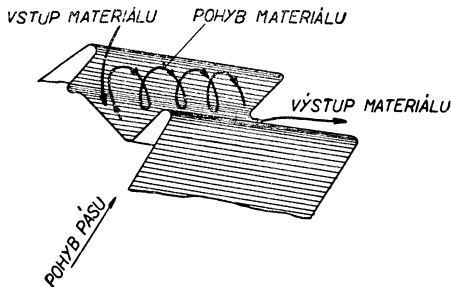
Výsledky získané při práci na pokusné sušárně ukazují, že najde uplatnění v technologických procesech po čištění, vaření atd. Je již vyrobeno poněkud přizpůsobené poloproduktové zařízení se žlabem o šířce 1,219 m a délce 3,048 m.

Křížek

Otočný čistící válec umístěný u sušicího žlabu odstraňuje z pásu produkt na něm zachycený. K dokonalému očištění je pás omýván paprsky horké vody. Voda usazená na jeho povrchu je před vstupem do sušicího pásma odstraňována proudem stlačeného vzduchu z trysky.

V některých případech je třeba ještě na pás upevnit latky, které zajišťují příslušný pohyb vrstvy materiálu. Tyto latky nejsou nutné při zpracovávání jiných produktů, ale mohou se také použít při sušení větších křehliček mrkve, celeru a sladké papriky.

Sklon žlabu je regulovatelný v obou směrech, což dovoluje dosáhnout stejné tloušťky vrstvy produktu po celém žlabu. Regulace se provádí v závislosti na druhu sušeného materiálu a v závislosti na rychlosti pohybu pásu.



Obr. 2. Pohyb materiálu.

NOVÁ TECHNIKA

Časopis Rady vědeckých technických společností

Časopis přináší novinky z nejrozličnějších technických oborů a obohacuje všeobecný rozhled čtenářů, často úzce specializovaných. Hlavní články se zabývají zejména perspektivami rozvoje našeho národního hospodářství a jeho nových oborů. V rubrice „Rozhledy“ informuje stručným způsobem o novinkách z výzkumu, vývoje a výroby u nás i v zahraničí. Nová technika, která je tiskovým orgánem Rady vědeckých technických společností, je časopisem, v němž i naši čtenáři najdou odpovědi na mnohé aktuální otázky svého oboru a blíže se seznámí s činností všech VTS.

Časopis Nová technika je vydáván měsíčně v SNTL, cena jednoho čísla je 3,50 Kčs.

PŘÍSTROJE PRO KONTROLU ČISTOTY PLYNU ZA ODPRAŠOVAČI

Zement-Kalk-Gips, 10, 4: 128—130, (1957)

Všechny provozy, které z důvodů potřeby vlastní výroby, čistoty pracovišť nebo požadavků komunální hygieny užívají odprašovacích zařízení, musí též provádět kontrolu požadovaného stupně čistoty plynů. K tomu slouží dva typy zařízení. První typ je založen na principu rozptylu světelného paprsku prachem; 1,5 m dlouhá trubice má na jednom konci zdroj světla, jehož rovnoběžné paprsky dopadají na fotocelu na druhém konci trubice, kterou proudí zkoušený plyn. Kolísání proudu z fotocely se elektricky zesílí a průběžně registruje. Přístroj se kalibruje pomocí proudu vzduchu se známým obsahem prachu. druhý typ přístroje je malý přesný cyklon, kterým se odloučí zbylé prachové částice v plynu. Je-li znám součinitel odporu a stupeň odlučivosti cyklonu, je možno z množství odloučeného prachu a odčítáním rozdílů tlaku v určitých intervalech kontrolovat účinnost odprašovacího zařízení. Při dobré izolaci cyklonu a ostatního vedení mohou být kontrolovány i horké plyny s vysokým obsahem vodních par.

Polydorová

MĚŘENÍ PRAŠNÉHO SPADU

Podle J. Air Pollution Control Assoc. 7, 47 (1957)

Autor navrhuje jednotné sedimentační nádoby pro mezinárodní metodiku měření prашných sedimentů. Byla prováděna srovnávací měření nejrozličnějšími druhy sedimentačních lahví, přičemž bylo shledáno, že výsledky u jednotlivých druhů se liší až o 100 %. Naproti tomu sedimentační nádoby vyzkoušené a doporučené autorem vykazují maximální odchylku toliko 8 %. Autor doporučuje, aby v blízké době byla zavedena jednotná metodika pro měření prашného spadu, aby bylo možno srovnávat výsledky naměřené v různých státech. Na obrázku je znázorněno schéma a rozměry sedimentačních nádob, kterých používá autor.

Spurný

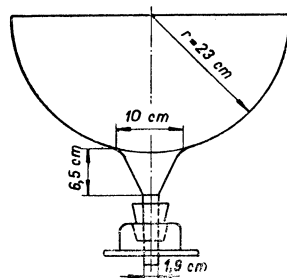


Schéma doporučených sedimentačních nádob.

NORMALISACE A PATENTY

SMĚRNICE O NAVRHOVÁNÍ VYTÁPĚNÍ ZAVĚŠENÝMI SÁLAVÝMI PANELE A VYTÁPĚNÍ PLYNOVÝMI ZÁŘIČI

Výzkumné a vývojové práce, které u nás až dosud byly vykonány v oboru zvláštních způsobů sálavého vytápění (tj. vytápění zavěšenými sálavými panely a vytápění plynovými zářiči), budou využity při vypracování směrnice o navrhování těchto způsobů vytápění. Vypracováním směrnice a ovšem také zavedením výroby typisovaných panelů a zářičů bude teprve projektantům umožněno bez obtíží navrhovat vytápění zavěšenými sálavými panely nebo plynovými zářiči ve všech případech, kde tyto způsoby vytápění jsou výhodné.

Teoretickým výzkumem v oboru zvláštních způsobů sálavého vytápění se u nás od roku 1953 zabývala skupina techniky pracovního prostředí při Ústavu pro výzkum strojů ČSAV. Až dosud byly vykonány tyto práce:

Na základě obecné teorie sálavého vytápění byl vypracován praktický výpočet vytápění zavěšenými sálavými panely a vytápění plynovými zářiči, bylo měřeno sdílení tepla konvekcí u panelů s postranními křídélky, byly stanoveny zásady pro volbu vhodné povrchové teploty panelů a pro volbu umístění panelů a zářičů, byl zkoumán vliv recirkulace vzduchu v prostoru na zvýšení teploty v pracovní oblasti a byly objasněny ekonomické otázky použití sálavých panelů a zářičů pro vytápění různých druhů místností.

Z vývojových prací byla v SPU-Projekta a v n. p. Průmstav vyřešena konstrukce zavěšených sálavých panelů. Přitom bylo nutno určit nejvýhodnější tloušťku plechu a nejvýhodnější průměr a rozteč trubek. Dále bylo nutno vyřešit způsob spojování jednotlivých desek v souvislý pás a způsob zavěšení panelů na střešní konstrukci.

Při prvních projektech vytápění zavěšenými sálavými panely byly pak vyřešeny otázky volby otopného média (horké vody a páry) a pro typisaci panelů byly určeny teploty a teplotní spády otopného média. Většina těchto projektů byla vypracována buď přímo v SPU-Projekta, nebo za součinnosti tohoto projekčního ústavu. Konečně při instalaci prvních vytápěcích zařízení byly vyřešeny některé otázky montáže zavěšených sálavých panelů.

Zatím co sálavé panely se vyrábějí a i v nejbližší budoucnosti se budou vyrábět pro každý případ zvlášť (kusová výroba), jsou plynové zářiče typickým předmětem hromadné výroby. Proto bylo nutno nejprve vyvinout vhodný typ zářiče a zavést tovární výrobu. Vývoj plynových zářičů byl nejprve prováděn v Plynárenském ústavu. V tomto ústavu byl již v roce 1954 vyvinut tzv. diafragmový zářič, který — jak se ukázalo — je vhodný zejména pro technologické účely (sušení, vypalování atd.), méně však pro vytápění místností, neboť vyžaduje poměrně vysoký tlak směsi plynu a vzduchu v komoře za diafragmou. Vývojem nízkotlakových zářičů, vhodných pro vytápění, se zabýval vývojový podnik Kovotechna, který vyvinul nejprve zářič s nárazovým hořákem a s keramickou mřížkou a později, v roce 1957, zářič s perforovanou keramickou deskou (tento zářič se podobá zářiči systému Schwank-Západní Německo). Zářiče s perforovanou keramickou deskou začal pak v roce 1958 vyrábět n. p. Moravia. Vyrábějí se tři různé velikosti zářičů s tepelným příkonem 5000, 10 000 a 15 000 kcal/h.

Teoretické poznatky o vytápění plynovými zářiči byly ověřeny a praktické zkušenosti byly získány na několika zkušebních zařízeních, která byla instalována v době od roku 1954 do roku 1957.

Po provedených výzkumných a vývojových pracích a zejména po ověření teoretických poznatků v praxi, bylo možno přistoupit k vypracování směrnice o navrhování jmenovaných způsobů vytápění. Organisoání této práce se ujala odborná skupina pro vytápění při VTS pro zdravotní techniku a vzduchotechniku. Z jejího popudu byly shrnuty dosažité poznatky a zkušenosti a byl vypracován návrh směrnice. Práce se ujali pracovníci, kteří se až dosud u nás nejvíce zabývali vytápěním sálavými panely a plynovými zářiči. Aby byly získány zkušenosti i dalších pracovníků a dále, aby byly vypracované návrhy směrnice podrobeny připomínkám většího okruhu zájemců, uspořádala skupina pro vytápění několik aktiv, na které pozvala pracovníky z oboru sálavého vytápění.

Po projednání návrhu směrnice na aktivech bylo pak přikročeno ke konečnému vypracování směrnice. Směrnice obsahuje kapitolu o výpočtu vytápění, o řešení rozvodu otopného média (u panelů) a rozvodu plynu (u zářičů), o regulaci vytápění a kapitolu o montáži a provozu. Ve směrnici o vytápění zavěšenými sálavými panely jsou dále uvedeny konstrukční výkresy typisovaných panelů. Směrnice vydá VTS pro zdravotní techniku a vzduchotechniku jako dva samostatné svazky v knižnici sborníků „Vytápění“.

Cíhelka

ORGANISAČNÍ HLÍDKA

VTS pro zdravotní techniku a vzduchotechniku měla k 31. 3. 1958 celkem 1363 členy. Počet členů podle jednotlivých poboček a počet zájemců v odborných skupinách je uveden v *tabulkách I a II*.

Dne 20. II. 1958 byla v Plzni ustavena další pobočka společnosti; předsedou pobočky byl zvolen Ladislav Hájek.

Došlo také k založení prvních dvou závodních skupin při pražské pobočce. Bylo to jednak u Výzkumného ústavu vzduchotechniky v Praze, jehož závodní skupina má 61 členů (předsedou byl zvolen Inž. Miloslav Václavík), jednak při Technické kanceláři sušáren n. p. ZIP, Praha 3 (předsedou je Ota- kar Křepelka), která má 21 členů.

Dosavadní počet 11 odborných skupin pražské pobočky se rozšíří, neboť bude usta- vena odborná skupina 12 — „technika bydlení“.

Drahozal

Tabulka I. Statistika členů VTS-ZTV k 31. 3. 1958

Pobočka Praha	704
Pobočka Hradec Králové	112
Pobočka Plzeň	37
Pobočka Brno	213
Pobočka Ostrava	104
Pobočka Bratislava	193
celkem	1.363

Tabulka II. Statistika zájemců v odborných skupinách VTS-ZTV k 31. 3. 1958

Čís. o.s.	Název odbor. skupiny	Praha	Hradec Králové	Plzeň	Brno	Ostra- va	Brati- slava	Celkem
1	Vytápění	266	75	31	134	54	129	689
2	Větrání a klimatisace	287	72	20	114	45	134	672
3	Sušení	145	38	6	53	12	63	317
4	Prašná technika a aerosoly	118	13	1	26	14	36	208
5	Pneumatická doprava	127	16	4	44	8	55	254
6	Ventilátory	126	22	1	50	11	70	280
7	Zdrav. a prům. inst. tech.	172	41	13	89	45	106	466
8	Osvětlení	65	3	—	7	17	20	112
9	Ochrana proti hluku	102	7	2	19	9	29	168
10	Bezpečnost práce	127	11	2	21	7	33	201
11	Škodlivé záření	98	10	2	16	10	35	171

SUBKOMISE PRO VYTÁPĚNÍ

Z rozhodnutí předsednictva technické sekce ČSAV byla v březnu t.r. ustavena *subko- mise pro vytápění* při energetické komisi ČSAV. Zřízení subkomise navrhli účastníci aktivu o úkolech výzkumu a vývoje ve vytápění, který uspořádala 25. ledna 1957 odborná skupina pro vytápění při VTS pro zdravotní techniku a vzduchotechniku. Stálými členy subkomise byli technickou sekcí jmenováni prof. inž. dr. J. Pulkrábek a inž. dr. J. Ci- helka; celkem bude mít subkomise 5 až 6 členů z řad předních našich pracovníků z oboru vytápění.

Úkoly subkomise jsou:

- Usměrňovat vývoj vytápěcí techniky v ČSR tak, aby dosahovala nejvyšší světové úrovně při současném respektování všech našich speciálních poměrů energetických, klimatických, společenských atd.,
- usměrňovat výzkumnou a vývojovou činnost v oboru vytápění a přispívat k tomu, aby tato činnost byla zaměřena k řešení nejdůležitějších úkolů a aby byla konána účelně a hospodárně.

Při své činnosti bude subkomise postupovat takto:

- vypracuje podrobný výhledový plán rozvoje vytápěcí techniky a výhledový plán výzkumu a vývoje ve vytápění; podkladem pro tento plán bude návrh přednesený na aktivu dne 25. ledna 1957 (viz publikace „Vytápění-2“, vydaná VTS pro zdravotní techniku a vzduchotechniku),
- sestaví časový plán výzkumných a vývojových úkolů podle jejich důležitosti a nále- havosti a navrhne pracoviště, která by tyto úkoly měla řešit,
- zajistí u vědeckých rad výzkumných ústavů a technických rad projekčních ústavů a vývojových a výrobních podniků plnění navrženého plánu rozvoje vytápění.

Cihelka

Máca F.: Klimatisace; Práce 1957; 553 stran, cena 81,— Kčs.

Tato velmi obsírná kniha se zabývá teorií i praxí klimatisace vzduchu. Je to u nás první souborné dílo věnované tomuto odvětví vzduchotechniky. Autor pojednává o základních požadavcích kladených na klimatisační zařízení, o vlastnostech vzduchu a jeho vlivu na pocit pohody osob a o vlastnostech hmot. Dále je zde obsažen výklad o základních a výchozích podmínkách návrhu klimatisačního zařízení, popsána úprava vzduchu v povrchových výměnících i pračkách spolu s jejich návrhem; autor se též dotýká otázek zvláštních úprav vzduchu (odstraňování zápachu, sterilisace apod.). Obšírně je zde pojednááno o regulaci a automatické regulaci klimatisačních zařízení, o jejich výpočtu a projektování. Dosti rozsáhlá kapitola je věnována hlučnosti vzduchotechnických zařízení.

Kniha má však některé nedostatky, o kterých se v krátkosti zmíníme. V předmluvě autora postrádáme např. poukaz na to, že kniha nepojednává v přiměřené šíři o filtraci a distribuci klimatisovaného vzduchu. Lze též vyslovit výhrady k třídění jednotlivých částí, např. v části I, kap. nazvané *Prach ve venkovním ovzduší* se pojednává převážně o tepelných jevech. Třídění je místy neuspořádané, některá pojednání sestávají z částí tematicky značně odlišných. Autor se ve většině kapitol dotýká podrobností i z oborů, které praktického vzduchotechnika přímo nezajímají, čímž se vystavuje nebezpečí nedokonalosti výkladu a zhoršení přehlednosti knihy, např. v částech: Mechanika slunečního záření, „Elektrické“ radioaktivní záření, Atomové elektrárny, v části Úprava vzduchu (o absorpci plynů) apod. V části *IV Vlhký vzduch* lze vytknout autorovi některé nepřesné formule, hlavně v definicích mokré teploty, měrného tepla; v části *VI Úprava vzduchu* se autor dopouští některých chyb, které mohou vést k desorientaci čtenáře. Je to např. stať o kondičních křivkách, u které by mělo být zdůrazněno, že mají vést k vybudování přibližné představy (autor totiž opomíjí zjev dovlhčování; který právě myšlenku kondičních křivek odporuje). Dále jsou zde chyby v některých vzorcích, např. ve vztahu pro tepelný obsah při ohřívání vzduchu v povrchovém výměníku, ve vztahu pro charakteristiku praček, v rovnici pro teplotu vzduchu za „adiabatickou“ pračkou. Kromě toho jsou zde i některé nesprávné výklady (chování přesyceného vzduchu v obr. 91, odporující si závěry o vlivu rychlosti vzduchu na výměnu tepla v pračce apod.). Partie o pračkách, která je velmi obsáhlá, má podle našeho názoru určité nedostatky v přehlednosti, jež pramení hlavně z opakování stejných úvah při použití jiných označení, několika názvů pro jeden a tentýž pojem atd.

Autor ve snaze o úplnost zařadil do knihy v kap. *VII* pojednání o *speciálních úpravách vzduchu*, zahrnující sušení vzduchu adsorpčními látkami, roztoky, odstraňování zápachu a škodlivých plynů. V této stati jsou zahrnuty i úseky nespádající přímo do oboru klimatisace. V celku jde o látku, která je ve vzduchotechnice méně běžná, což udává také určitý charakter tomuto pojednání. Tak např. autor vychází z obsírného základu teorie absorpce, která je záležitostí fyzikální chemie. Je proto možno mít určité výhrady proti správnosti uvedených výkladů těchto pochodů. Ve stati o odstraňování zápachů by bylo vhodné uvést alespoň zmínkou desodorisační zařízení na principu adsorpce aktivním uhlím, po případě i na principu katalysy, v zahraničí běžně užívané jako součást klimatisačního zařízení. V kapitole o odlučování škodlivých plynů je uveden případ čištění odvodního vzduchu při výrobě viskosového hedvábí. Popsaný způsob neodpovídá přesně skutečnosti a vzhledem k tomu, že jde o případ s klimatisací přímo nesouvisící, není jeho uvedení v knize nezbytné. Jako klad je naproti tomu třeba ocenit snahu autora upozornit v knize i na ty prostředky úpravy vzduchu, které nejsou dosud obecně rozšířeny, jako je vysoušení a filtrace vzduchu adsorpčními látkami.

V kapitole *IX* o *automatické regulaci* uvádí autor některé z důležitých pojmů regulační teorie. Tato správná snaha po jejím přiblížení vzduchotechnické praxi se však autorovi daří jen částečně. Snad proto, že nerespektoval běžné zvyklosti a zžitá označení a názvy pojmů. Některé základní pojmy jsou mu do jisté míry nejasné a proto význam příslušných kapitol pro vzduchotechniky, kteří se chtějí blíže seznámit se základními principy a pojmy automatické regulace, je tím snižen. Jako příklad uvádíme třídění regulace na pevnou, programovou a závislou (str. 304), ačkoliv pro první druh je vžitý název regulace na stálou hodnotu a závislá regulace je nazývána regulací vlečnou. Další názvoslovné nedostatky vznikají zřejmě doslovným překladem z německé literatury (soustava s vyrovnáváním

— správně soustava stabilní, mrtvá doba — správně dopravní zpoždění). Text je někde rozvláčný, což vyvolává nesrozumitelnost. Příkladem může být tato věta: „Za tohoto stavu $t_z < t_v$ je u hřídacích termostatu T_s úchylka — Δt , termostat škrtí regulační vzduch P_2 , a tím je přímý regulační ventil napojený na hřídací termostat stále otevřený, neboť síla pružiny vřetena je větší než síla, kterou působí laděný tlak ΔP_2 na membránu“. Tím chtěl autor (str. 346 dole) zřejmě říci, že při stoupající teplotě ventil přivírá. Tato věta je vyňata z popisu regulace teplovzdušného větrání a nikoliv z popisu funkce pneumatické regulace, kam by snad patřila.

V části X *Hluk a chvění* pojednává autor o hluku vzduchotechnických zařízení, kterýžto obor není v naší literatuře pro vzduchotechniku prozatím souhrnně zpracován. Je proto třeba vyzdvihnout, že autor různé v časopisech roztroušené podklady shromáždil. Chtěli bychom však upozornit na některé nedostatky a nepřesnosti, které se v této části vyskytly. Jsou to např. nesprávné jednotky některých hodnot, nejednotnost těchto jednotek pro stejné pojmy a to, že autor neuvádí u některých vzorců jednotky dosazovaných veličin. Kromě toho lze vytknout některé nesprávné formulace definic. Autor volí některé neobvyklé a nevděité výrazy, jako zvuk vzduchový, hluk tělesový, materiálový apod.

V části XI *Výpočet klimatizačních zařízení*, která je zaměřena více prakticky, bychom mohli autorovi vytknout zavedení pojmu „vzduchotechnické účinnosti“, který podle autorovy definice není jasný a jeho zavedení je, soudíme-li podle této definice, problematické. V ostatních částech praktického výkladu lze poukázat na některé nedostatky, jež cenu těchto částí snižují (chybný výklad vlivu rychlosti na indukční poměr u indukčního klimatizačního přístroje, nejasný nomogram na str. 451 obr. 4, některá tvrzení, která nejsou teoreticky ani experimentálně podložena, např. možnost snížení množství vzduchu vytvořením mikroklimatu v doprácacím stroji na str. 488).

Souhrnně lze říci, že kniha v mnoha místech postrádá jednoty označení a pojmů. Autor často zavádí pro jeden pojem několik názvů, někdy jeden pojem označuje v téže kapitole různými značkami a naopak, někdy autor zavádí nesprávné nebo nevýstižné názvy vlastní. Text a obrázky v některých případech navzájem nesouhlasí, činitelé v některých vzorcích a grafech nejsou vysvětleny, což zhoršuje praktickou upotřebitelnost knihy. Lze snad vytknout i to, že v této prakticky zaměřené knize uvádí autor (hlavně v částech II a VI) několik vzorců nebo grafů pro řešení jedné a téže otázky, přičemž postrádáme jasné jejich hodnocení. To by mohlo vést k rozpakům projektantů. Závažné nedostatky má kniha z hlediska jazykové čistoty a srozumitelnosti. V místech, kde je kniha zaměřena na řešení praktických příkladů, lze po odstranění nedostatků spatřovat její přínos v tom, že shromažďuje poznatky, které by musel projektant hledat v mnoha publikacích. Totéž platí o všech kapitolách zaměřených k praxi. Svým rozsahem dělá kniha dojem, že vyčerpává všechny otázky klimatizace vzduchu. Teoretické partie a i některé z nich vyplývající praktické závěry však zůstávají dokonale hodné důležitosti. Vzhledem k zmíněným nedostatkům se vnučuje otázka, proč nebyla knize věnována větší péče po stránce jazykové a proč právě teoretické úvahy nebyly lektory pečlivěji sledovány. Některé neobvyklé pojmy nebo nesprávné představy by mohly naše projektanty a techniky a hlavně náš technický dorost desorientovat, proto doporučujeme provést alespoň ty nejnutnější úpravy, které by tomuto nebezpečí čelily. U autora je nutno ocenit snahu po shrnutí všech jeho dosavadních poznatků z oboru klimatizace do jedné knihy, ukazuje se však, že vzhledem k šíři problémů, kterými se klimatizace vzduchu zabývá, bude schůdnější cestou zpracování podobné publikace kolektivem příslušných odborníků, jak je obvyklé v zahraničí.

Bureš, Ferst, Jelen, Kropáček, Němeček, Smíšek, Synek

Poznámka redakce: V recenzi je uveden větší počet vážných námitek a přece všichni ti, kteří soudruha Františka Mácu znají, vědí, že je jedním z našich nejvýznamnějších projektantů klimatizačních zařízení a že ve spise je obsaženo velmi mnoho jeho zkušeností i literární dokumentace. Naše Vědecká technická společnost se bude snažit uspořádat diskusní večer s autorem, na kterém by se objasnily některé konkrétní námítky tak, aby mohly být souborně podány našim čtenářům, po případě vydány jako doplňující text knihy (pokud by se toho ukázala potřeba). Redakce je toho názoru, že recenze v první řadě musí autorovi pomáhat.

Pulkrábek

Morávek V.: Správné a úsporné topení v domácnosti, SNTL 1958, 77 stran, 38 obrázků, cena 3,30 Kčs.

Statistická ročenka ČSR 1957 uvádí na str. 175, že v ČSR bylo k 1. III. 1950 celkem 3,678.836 domácností, ve kterých bylo instalováno na 6 milionů sporáků, kamen a malých kotlů na ústřední vytápění. Z celkového stavu je asi 65 % zařízení starších 15 let a jejich

provoz je značně ne hospodárný. Celková obnova těchto zařízení je závislá na kapacitě výroby, která dodává trhu cca 250.000 kusů za rok. Z toho asi $\frac{1}{3}$ je na rozšiřování investičního fondu a $\frac{2}{3}$ na obnovu.

Velké procento paliva se ztrácí neobdobnou obsluhou. Podniky hlavní správy obchodu palivem MVO dodaly domácnostem na zaměstnaneckých dávkách, pro ústřední a etážové topení celkem 9,780.000 t uhlí (Statistický obzor č. 1/58 — str. 15). Jediné procento ušetřené z tohoto množství představuje cca 10.000 vagonů po 10 t.

Aby se uvedené ztráty co nejvíce snížily, vytkl si autor knihy „Správné a úsporné topení v domácnosti“ Václav Morávek — informovat nejširší veřejnost, jak správně obsluhovat nejrůznější typy kamen, které se v ČSR vyrábějí a instalují. Jsou to vlastně rozšířené a doplněné některé statě z obsáhlejší publikace téhož autora „Kamnářství“, z roku 1955.

Ogoun

LITERATURA

1 VYTÁPĚNÍ

697.9 1 : 2.0
Haeder W.: Der Umgang des Praktikers mit Fachbegriffen und Formeln aus der Heizungs- und Lüftungstechnik (Jak si praktik počíná s odbornými termíny a vzorci z oboru vytápění a větrání). Podrobné vysvětlení diagramů Mollierova *i-x* a Kirschbaumova. 140 str., 1957, Verlag Haechen u. Jäh, Berlin-Charlottenburg.

697.13/14 1.03 : 1.42
Adamson B.-Reijner E.: Wärmeverteilungszählung in Wohnhäusern (Měření spotřeby tepla v obytných domech). Srovnání spotřeby tepla v domech s měřiči spotřeby tepla a bez měřičů. 4 obr., 4 diagr., 1 tab., 7 lit. 1958, Ges. Ing. 79, č. 1, str. 8—13.

697.71 1.15
Samwer W.: Nachtstrom-Wärmespeicheranlagen für die Raumheizung (Akumulační kamna na noční proud pro vytápění místností). Otázky elektrické akumulace tepla pro vytápění místností, jejich vliv na dodávku proudu a současný stav konstrukcí kamen. 2 tab., 9 obr., 4 lit. 1958, Heiz. Lüft. Haustechn. 9, č. 1, str. 4—6.

725.511 : 697.9 1.3 : 2.2 : 2.5
Weber A. P.: Die heiz- und lufttechnischen Anlagen im Sanatorium St. Anna, Luzern (Vytápění a vzduchotechnická zařízení v sanatoriu Sv. Anna v Luzernu). Podrobný popis kotelny a strojovny ústředního vytápění včetně schémat. Příprava teplé vody. Provozní zkušenosti. Klimatisační zařízení operačních sálů a rentgenů, větrání domácí kaple, větrání a odmlžování prádelny a větrání tepelné ústředny. Některé číselné údaje. 14 obr., 3 sch., 7 výkr. 1957, Schw. Bl. für Heiz. u. Lüft. 24, č. 4, str. 93—113.

697.35 1.57
Fourné F.: Bemessung von elektrischen Infrarot-Raumheizungsanlagen (Dimenso-vání elektrických infračervených zářičů pro vytápění místností). Návrh na doplnění normy DIN 4701 (výpočet tepelných ztrát). Diagram spotřeby energie v závislosti na venkovní teplotě a určení zátopové doby. 2 diagr., 1 obr., 4 lit. 1958, Heiz. Lüft. Haustechn. 9, č. 1, str. 1—4.

621.643.2 1.61
Hao Hsiao K.: Calculating pipe stress efficiently (Pohotový výpočet tlaků v potrubí). Metoda správného výpočtu tlaků v potrubí dálkových rozvodů, při nichž dochází k délkovým změnám vlivem změny teploty. 1958, HPAC 30, č. 1, str. 172—175.

2 VĚTRÁNÍ A KLIMATISACE

629.135.06 2.02
Still.: Air Conditioning in Aircraft (Klimatisace v letectví). Přehled klimatisačních požadavků. Příklad výpočtů pro letadlo pro 100 cestujících. 22 obr. 1958, Inst. Heat. and Vent. Engnsr., č. 2, str. 253—266.

697.95 : 669 2.31
Hansen: Die Hallenentlüftung in Hüttenbetrieben (Větrání hal hutních provozů). Prou-
 dění vzduchu. Příčiny špatného větrání. Pokyny pro zlepšení.
 1957, Stahl und Eisen, č. 4, str. 204—215.

697.9 2.30
 — : Where Air Conditioning is a necessity, New London Capacitor Factory (Klima-
 tisace nové továrny na kondensátory v Londýně). Recirkulační systém. Dvoustupňová filtrace.
 Chlazení a odvlhčování pomocí automatického chladicího zařízení. Speciální vysoce výkonný
 osový ventilátor. Vzduchové výusti. 3 obr.
 1958, Heat. and Air Treat. Engr., č. 2, str. 41—42.

699.844 : 662.998 2.50 : 8.24
Meyer J. T.: Wärme und Schallisolierung bei Klimaanlageanlagen (Teplná a zvuková izolace
 v klimatizačních zařízeních). 1 foto, 3 diagr.
 1957, Kälte 10, č. 9, str. 330—332.

697.9 : 621.63 : 536.58 2.70
Joung W. G.: Control of high velocity Single-duct systems (Řízení klimatizátorů vysoko-
 rychlostních systémů s jednoduchým vedením). Termostatické řízení teploty směsi. Řízení toku
 vzduchu a jeho množství. 3 náč., 5 sch., 2 tab.
 1957, HPAC 29, č. 8, str. 126—129.

4 PRAŠNÁ TECHNIKA A AEROSOLY

539.16 4.0
Neuwirth E.: Diskontinuierliche Bestimmung des radioaktiven Aerosolgehaltes in
 Luft (Diskontinuální zjišťování obsahu radioaktivních aerosolů ve vzduchu).
 1957, Atompraxis 3, č. 10, str. 372—377.

614.71 4.08
Auy: Le problème de la pollution extérieure par les gaz ou les poussières autour
 d'une usine (Problém vnějšího znečištění vzduchu plynem nebo prachem v okolí továrny).
 Princip a aplikace Morizetova zákona o potlačení průmyslového prachu. Teoretická stupnice
 komínů a všeobecné pokyny pro snížení nečistoty vzduchu.
 1957, Bull. Inf., č. 2, str. 5—12.

614.71 4.10
Mrose: Ein chemisches Verfahren zur Russbestimmung in atmosphärischer Luft
 (Chemická metoda stanovení sazí v atmosférickém vzduchu).
 1957, Zeitsch. f. Meteorologie, č. 5/6, str. 139—142.

545.73 4.13
Walter: Zur Problematik der Entnahmesonden und Teilstromentnahme für die
 Staubgehaltsbestimmung in strömenden Gasen (O problematice odběrových sond
 a parciálním odběru vzorku pro měření obsahu prachu v proudících plynech). Proudové poměry
 kolem obtékané odběrové sondy. Chyby měření způsobené rychlostí odběru. Diagr.
 1957, Staub, č. 53, str. 880—898.

621.359.4 4.40
Penrose M. aj.: An electrostatic filter for atomic energy plants (Elektrostatický odluč-
 vač pro továrny na atomovou energii). Odlučovač systému Penney s oddělenými ionizačními
 a odlučovacími oblastmi, použitý jako předběžný stupeň.
 1958, Heiz. Lüft. Haustechnik 9, č. 1.

697.9 4.6
Fisher C. aj.: Air Treatment in radioactive laboratories (Úprava vzduchu v radioaktiv-
 ních laboratořích). Dokonalá filtrace vzduchu. Směr proudění z míst méně nebezpečných k místům
 více ohroženým. Tricetinásobná výměna vzduchu za hod. Filtry.
 1957, Nuclear Power 2, č. 16, str. 311—314.

5 PNEUMATICKÁ DOPRAVA

66.096.5 5.01
Hanrathy V. J. - Bandukwala A.: Fluidisation and sedimentation of spherical particles
 (Fluidisace a sedimentace kulových částic). 6 diagr., 6 lit.
 1957, Amer. Inst. Chem. Engr. J. 3, č. 2, str. 293—296.

622.767 : 532.529.5

5.18

Götte-Engel: Untersuchungen zur Tragfähigkeit der Luft bei der Windsichtung (Zkoumání nosnosti vzduchu při vzduchovém třídění). Odvozen vztah pro výpočet třídiče pro látky libovolné měrné váhy nebo konečné pádové rychlosti mezního zrna. 4 obr., 6 tab. 1958, VDI-Zeitschr. 100, č. 4.

6 VENTILÁTORY

531.787.3

6.34

Wuest: Feindruckwagen zur Messung kleiner Stromungsdrücke (Pístový manometr k měření malých dynamických tlaků). Funkční principy zařízení s volným pístem. Manometr s osovým pístem. Manometr s otočným pístem s rozsahem měření 0,01—3 kg/m² s přesností 10⁻⁵ kg/m², utěsněný kapalinou. 1958, ATM, č. 1.

621.63

6.41

Regenscheid B.: Eine Möglichkeit der leistungsparenden Volumenregelung bei Radialventilatoren (Možnost úsporné regulace množství u odstředivého ventilátoru). Aerodynamická regulace pomocí turbulentní kuželové nebo diskové klapky. Výsledky pokusného provozu. Účinnost škrťací klapky při různých výškách turbulentních ploch a v závislosti na vzdálenosti tělesa způsobujícího turbulenci. Diagr., foto. 1957, Heiz. Lüft. Haustechn., č. 12, str. 317—318.

621.63.001

6.80 : 8.2

Zeller W.-Stange H.: Vorausbestimmung der Lautstärke von Axialventilatoren (Předvídání hlučnosti u osových ventilátorů). Volba měřicích míst na ventilátoru pro odběr hlukových hodnot. Zkušební trať pro větší počet ventilátorů. Bezrozměrné charakteristiky a závislosti hlukových hodnot na dopravovaném objemu. Závislost hlučnosti ventilátoru na obvodové rychlosti. Diagr. 1957, Heiz. Lüft. Haustechn., č. 12, str. 322—323.

8 OCHRANA PROTI HLUKU — BEZPEČNOST PRÁCE — ŠKODLIVÉ ZÁŘENÍ

621.395.625 : 534.86

8.31

Clark H. A.-Leakey D. M.: The "Stereosonic" recording and reproducing system (Reprodukční a záznamové zařízení „Stereosonic“). Srovnání principů základních systémů stereofonní reprodukce. Teorie systému reproduktorů, buzených ve stejné fázi a umístěných v prostoru. Mechanismus binaurálního slyšení. Omezení a zkreslení zvuku. 13 obr., 18 lit. 1957, Proc. IEE 104, č. 17, str. 417—432.

534.232

8.11

Cohen H.-Handelman G.: On the vibration of a circular membrane with added mass (O vibraci kruhové membrány s přídavnou hmotou). Charakteristické kmitočty kruhové membrány s pevně připevněnou koncentrickou hmotou konečné plochy a kmitající symetricky. 2 obr., 9 lit. 1957, J. Acoust. Soc. Amer. 29, č. 2, str. 229—233.

534.84

8.21

Börner H.: Schalldichte Türkonstruktionen (Konstrukce dveří nepropouštějících zvuk). Výpočet mezních kmitočtů, určujících zvýšenou tlumivost a vzduchovou mezeru konstrukce. Vliv jednotlivých dílů konstrukce. 23 obr., 1 tab., 17 lit. 1957, Hochfrequenztechn. u. Elektroak. 65, č. 5, str. 173—180.

Vydává Čs. vědecká technická společnost pro zdravotní techniku a vzduchotechniku v Nakladatelství ČSAV, Vodičkova 40, Praha II. Adresa redakce: Praha 15, Dvorecká 3. — Administrace: Poštovní novinový úřad, Praha — Jindřišská 14 — Praha 3. Rozšiřuje PNS, objednávky přijímá každý poštovní úřad nebo doručovatel. Vychází čtvrtletně. — Předplatné Kčs 24,—; cena jednotlivého čísla Kčs 6,—. Tiskne Knihtisk, n. p., závod 05, Praha-Libeň, tř. Rudé armády 171. — Toto číslo vyšlo v srpnu. A-23015