

Časopis ČÚV komitétu pro techniku prostředí ČSVTS



ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA
nositel Čestného uznání České vědeckotechnické společnosti

Ročník 26

Číslo 5

Redakční rada:

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

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

O B S A H

Ing. V. Valenta, Ing. P. Kratochvíl, CSc.:	Rovnoměrné vytápění obytných objektů	257
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Sluneční vytápěcí systémy s absorpční střechou	263
Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Stanovení skleněných vláken v pracovním ovzduší	273
Doc. Dr. Z. Spurný, CSc.:	Produkce a transport lehkých atmosférických iontů	285
F. Frantík:	Matematické modelování hydraulických soustav v oblasti ústředního vytápění a soustav pro zásobování teplem	293

C O N T E N T

Ing. V. Valenta, Ing. P. Kratochvíl, CSc.:	Equable heating of residential buildings	257
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Solar heating systems with an absorptive roof	263
Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Determination of glass fibres in the working atmosphere	273
Doc. Dr. Z. Spurný, CSc.:	Production and transport of light atmospheric ions	285
F. Frantík:	Mathematical modelling of hydraulic systems in the central heating and heat supply systems zone	293

ACADEMIA

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Инж. В. Валента, Инж. П. Кратохвил, к.т.н.:	Равномерное отопление жилых объектов	257
Доц. Инж. Д-р Я. Цигелка:	Солнечные отопительные системы с абсорбционной крышей	263
Инж. Я. Шимечек, к.т.н., Инж. В. Штохл, к.т.н.:	Определение стекловолокон в рабочей атмосфере	273
Доц. Д-р З. Спурны, к.т.н.:	Продукция и транспорт легких атмосферических ионов	285
Ф. Франтик:	Математическое моделирование гидравлических систем в области центрального отопления и систем для теплоснабжения	293

S O M M A I R E

Ing. V. Valenta, Ing. P. Kratochvíl, CSc.:	Chauffage uniforme des objets d'habitation	257
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka:	Systèmes de chauffage solaires avec un toit absorbant	263
Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Détermination des fibres de verre dans l'atmosphère de travail	273
Doc. Dr. Z. Spurný, CSc.:	Production et le transport des ions légers atmosphériques	285
F. Frantík:	Simulation mathématique des systèmes hydrauliques dans la zone de chauffage central et des systèmes de l'alimentation en chaleur	293

I N H A L T

Ing. V. Valenta, Ing. P. Kratochvíl, CSc.:	Gleichmässige Heizung von Wohnobjekten	257
Doz. Ing. Dr. J. Cihelka:	Sonnenheizsysteme mit einem Absorptionsdach	263
Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Bestimmung der Glasfasern in der Arbeitsatmosphäre	273
Doz. Dr. Z. Spurný, CSc.:	Produktion und der Transport der leichten Atmosphärenionen	285
F. Frantík:	Mathematisches Modellverfahren der Hydrauliksysteme in Zentralheizungsgebiet und der Wärmeversorgungssysteme	293

ROVNOMĚRNÉ VYTÁPĚNÍ OBYTNÝCH OBJEKTŮ

ING. VLADIMÍR VALENTA, *VVÚ Stavebních závodů, Praha*
ING. P. KRATOCHVÍL, CSc., *ČKD Dukla, n. p., Praha*

Abý byl splněn požadavek rovnoměrného vytápění celého objektu, musí být při návrhu teplovodní dvoutrubkové vertikální otopné soustavy zajištěna přijatelná hydraulická stabilita ve vertikálním směru. V příspěvku jsou uvedeny zásady pro návrh stabilních otopných soustav, které vyplynuly z výsledků matematického modelování.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Jaromír Čihelka

1. ÚVOD

Při provozu dvoutrubkových vertikálních teplovodních otopných soustav, které jsou nejčastěji v obytných objektech, dochází často k současnému nerovnoměrnému vytápění jednotlivých místností. Nerovnoměrnost je způsobována samotížným vztlakem mezi zpětnou a přívodní částí otopné soustavy.

Samotížný vztlak, úměrný teplotnímu rozdílu obou částí a výšce otopné soustavy, působí na oběh vody jako přídavná oběhová čerpadla, zařazená do svislých úseků otopné soustavy. Tato čerpadla mají proměnný hnací tlak zásluhou proměnného ochlazení vody v otopných tělesech během otopného období. Změny průtoku, a tím i tepelných výkonů v jednotlivých tělesech, dale ovlivní teplotu vzdachu v místnosti. Odchylka této teploty od teploty předepsané je tím větší, čím více je teplota venkovního vzdachu vzdálena od teploty výpočtové, při které byl prováděn hydraulický výpočet. Odchylka je rovněž závislá na vertikální poloze místnosti, resp. tělesa v objektu a na průtokových poměrech v otopné soustavě.

Pokud projektant nevěnuje vlivu samotížného vztlaku na chod otopné soustavy patřičnou pozornost, vede to ke značné nerovnoměrnému vytápění jednotlivých místností budovy, popřípadě k poruchám v oběhu. Vliv samotíže se projevuje zvláště nepříznivě poklesem teplot v místnostech nejnižších podlaží.

Provozovatel takovéto soustavy nezbývá zpravidla nic jiného, než zvyšovat teplotu přívodní vody, aby zajistil tepelné příkony do kritických místností objektu. To samozřejmě vede k dalšímu přetápění některých místností, k vytváření „nepohody“ prostředí a ke zvýšené dodávce tepelné energie.

V silách projektanta je potlačit samotížný vztlak tak, aby se dostala nerovnoměrnost vytápění do přijatelných mezí. Cílem tohoto příspěvku je napomoci projektantům se s touto úlohou vyrovnat.

OZNAČENÍ VELIČIN

<i>C</i>	konstanta úměrnosti	[Pa kg ⁻² h ²]	<i>σ</i>	měrný samotížný vztlak	[Pa m ⁻¹]
<i>H</i>	výška	[m]	Δ	rozdíl	[1]
<i>h</i>	hnací tlak čerpadla	[Pa]	n	exponent	
<i>m</i>	průtok úseku (tělesem)	[kg h ⁻¹]		<i>Indexy a exponenty</i>	
<i>p</i>	měrný tlak	[Pa]			
<i>s</i>	samotížný tlak	[Pa]	c	centrální těleso	
<i>t</i>	teplota	[°C]	h	zdroj tepla	
<i>M</i>	průtok soustavou	[kg h ⁻¹]	s	svislé potrubí	
<i>δ</i>	tlakový rozdíl v patě stoupačky	[Pa]	v	vzduch vnitřní	
			x	fiktivní těleso	

i	úsek	2	zpětná voda
j	uzel	—	poměrná hodnota
k	okruh tělesa	*	výpočtový stav
z	vzduch venkovní	/	minimální stav
l	přívodní voda	"	maximální stav

2. OBRAZ TEPLIT VZDUCHU VYTÁPĚNÉHO OBJEKTU

Nejpřesnější sledování chování otopné soustavy v závislosti na změně samotního vztlaku, resp. na teplotě venkovního vzduchu, dovoluje matematický model, zpracovaný numericky počítačem.

Model můžeme sestavit z následujících závislostí:

1. Rovnice hmotové bilance v uzlech:

$$\sum_j m_i = 0 \quad (1)$$

Tato rovnice nám říká, že algebraický součet hmotnostních toků pro každý uzel otopné soustavy je roven nule. Písmeno *j* u sumačního znaku naznačuje, že sčítáme přes všechny větve příslušející danému uzlu. Rovnice (1) je obdobou 1. Kirchhoffova zákona užívaného v elektrotechnice.

2. Pro okruh každého otopného tělesa můžeme psát vztah pro rovnováhu hnacích tlaků a tlakových ztrát:

$$\Delta h + \sum_k \Delta s_i = \Delta p_h + \sum_k \Delta p_i \quad (2)$$

Do okruhu otopného tělesa zahrnujeme úsek zdroje, horizontální rozvody, příslušnou část vertikálních rozvodů a přípojku tělesa.

Písmeno *k* u sumačních znamének naznačuje, že sčítáme přes všechny úseky, příslušející danému okruhu.

Rovnice (2) je hydraulickou obdobou 2. Kirchhoffova zákona.

Samotní vztak je dán rozdílem výšek počátečního a koncového uzlu daného úseku a měrného samotního vztlaku.

$$\Delta s_i = \Delta H_i \sigma_i \quad (3)$$

Vyjádřením tlakových ztrát úseků pomocí hmotnostních toků dostaneme vztah:

$$\Delta p_i = C_i m_i^2 \quad (4)$$

a pro tlakovou ztrátu zdroje:

$$\Delta p_h = C_h M^2 \quad (4)$$

K řešení soustavy nelineárních algebraických rovnic (1) a (2) bylo použito metody okruhových průtoků. Tato metoda je zobecněním metody smyčkových proudů, která se užívá v elektrotechnice k řešení elektrických obvodů. Metoda okruhových průtoků umožňuje stanovit průtokové poměry v otopné soustavě při různých provozních režimech.

3. Matematický model otopné soustavy je doplněn o soustavu rovnic, které vyjadřují rovnost poměrných výkonů otopných těles prostupem a průtokem a poměrné tepelné ztráty místnosti:

$$\frac{m(t_1 - t_2)}{m^*(t_1^* - t_2^*)} = \left[\frac{(t_1 - t_2)}{t_1^* - t_2^*} \frac{\ln \frac{t_1^* - t_v^*}{t_2^* - t_v^*}}{\ln \frac{t_1 - t_v}{t_2 - t_v}} \right]^{1+n} = \frac{t_v - t_z}{t_v^* - t_z^*} \quad (5)$$

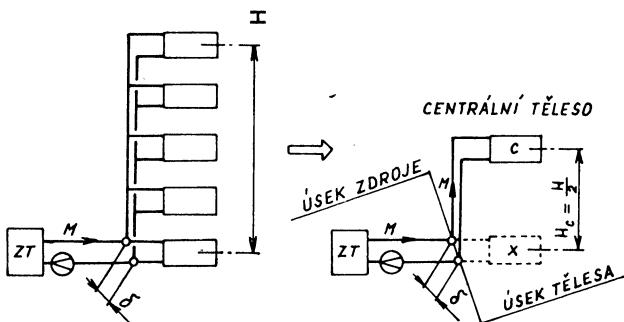
Řešením soustavy těchto rovnic dostaneme obraz o teplotních poměrech v otopné soustavě.

Výpočty na počítači ukazují, jak se mění průtoky jednotlivých těles oproti výpočtovému stavu a hlavně nás informují o rozložení teplot vzduchu ve vytápeném objektu během otopného období.

Z výsledků ještě nevyplývá pravidlo na potlačení vlivu samotížného vztlaku, ale z jejich rozboru lze určit, že největší nestabilita nebo lépe odchylka od výpočtových průtoků a teplot vzduchu v jednotlivých místnotech je závislá zejména na tlakových rozdílech mezi přívodním a vratným potrubím u jednotlivých těles. K největším odchylkám od výpočtových hodnot dochází v době nejnižších venkovních teplot (min. stav), a to u nejspodnějších těles.

3. NÁHRADNÍ OTOPNÁ SOUSTAVA

Zkusme pro dané podmínky, tj. pro minimální stav a pro spodní těleso, najít alespoň přibližnou matematickou formulaci pravidla pro potlačení samotížného vztlaku. Nahradme jednoduchou otopnou soustavu o výšce H na obr. 1 soustavou se zdrojem tepla a s jedním tzv. centrálním tělesem o výšce $0,5H$.



Obr. 1.

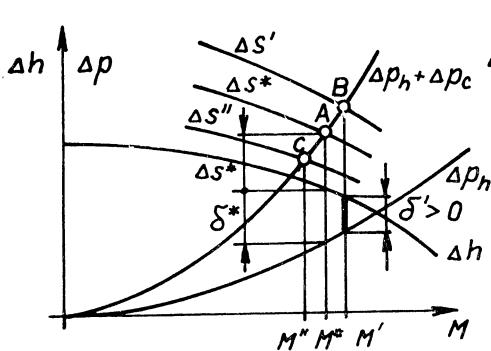
Pro topnou soustavu s jedním tělesem pak platí vztah pro rovnováhu hnacích tlaků a odporek

$$\Delta h + \Delta s = \Delta p_c + \Delta p_h \quad (6)$$

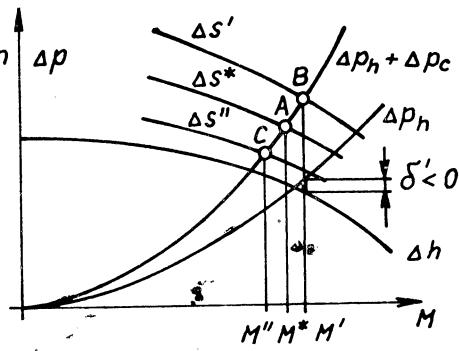
a pro hnací tlak v patě stoupačky

$$\sigma = \Delta h - \Delta p_h = \Delta p_c - \Delta s \quad (7)$$

Změna průtoku ze zdroje tepla do tělesa vlivem změny samotížného vztlaku je nejlépe patrná z grafického řešení obou rovnic na obr. 2 pomocí hnacích a odporových charakteristik.



Obr. 2.



Obr. 3.

Projektant navrhuje, resp. dimenzuje soustavu na průtok M^* při tlakové ztrátě zdroje a tělesa $\Delta p_h^* + \Delta p_c^*$ a při hnacím tlaku od čerpadla a samotíže $\Delta h^* + \Delta s^*$. Tento stav je dán provozním bodem A . Změní-li se vlivem změny teplotního rozdílu přívod — zpátečka samotížný vztlak na hodnotu $\Delta s'$ (při nejnižší venkovní teplotě), bude tento stav dán provozním bodem B a průtok se zvýší na hodnotu M' . Obdobně je tomu při vztlaku $\Delta s''$ (při nejvyšší venkovní teplotě). Velikost výpočtového samotížného vztlaku by měla být střední hodnotou vztlaků $\Delta s'$ a $\Delta s''$, čili $\Delta s^* = \frac{\Delta s' + \Delta s''}{2}$.

Na obr. 3 je znázorněn stav, kdy při maximálním průtoku M' je hnací tlak v patě stoupačky $\delta = \Delta h - \Delta p_h < 0$.

Připojime-li v tomto případě do paty stoupačky tzv. fiktivní těleso x o průtoku blízkém nule, aby neovlivňovalo hlavní průtok M , bude jeho průtok obrácený. Do fiktivního tělesa bude přitékat voda ze zpátečky.

Mezi přijatelným stavem z obr. 2 a poruchovým stavem z obr. 3 je jediný rozdíl, a to ve velikosti výpočtového hnacího tlaku v patě stoupačky δ^* , jehož velikost ovlivňuje kolisání průtoku a teploty vzduchu.

Nutnou velikost hnacího tlaku do paty stoupačky určíme v dalším postupu.

Vyjádřením tlakové ztráty tělesa v rovnici (7) pomocí průtoku dostaneme výpočtový vztah $\delta^* = C_c(M^*)^2 - \Delta s^*$

$$\text{a minimální vztah } \delta' = C_c(M')^2 - \Delta s'$$

Z jejich poměru vyplývá, že $\delta' = (\bar{m}')^2 (\delta^* + \Delta s^*) - \Delta s'$, (8)

kde $\bar{m}' = \frac{M'}{M^*}$ je poměrný průtok při minimálním stavu.

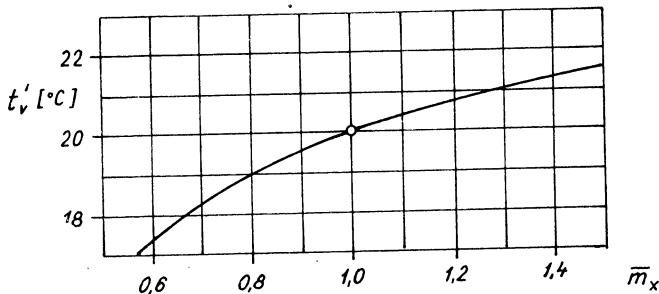
Pro tlakovou ztrátu fiktivního tělesa platí $\delta^* = C_x(M_x^*)^2$ a $\delta' = C_x(M_x')^2$. Sloučením dostaneme $\delta' = \delta^*(\bar{m}_x')^2$. Dosazením do vztahu (3) a při předpokladu, že $\bar{m}' \doteq 1$, získáme

$$\delta^* = \frac{\Delta s' - \Delta s^*}{1 - (\bar{m}_x')^2} \quad (9)$$

Tento vztah uvádí potřebný hnací tlak v patě stoupačky v závislosti na změně poměrného průtoku do spodního tělesa. Při známé hodnotě čitatele lze δ^* spočítat.

Přípustný poměrný průtok do spodního tělesa při minimální venkovní teplotě se určí z diagramu $t_v' = f(\bar{m}_x')$, který je řešením rovnice (5) z úvodní části (obr. 4).

Poslední vzorec a diagram je možno považovat za hledané pravidlo, jak vymezit vliv samotížného vztaku vzhledem k přípustné odchylce teploty vzduchu ve spodní místnosti vytápěného objektu. Odchylky teplot vzduchu v ostatních místnostech budou vždy menší než zadaná přípustná odchylka. I když je pravidlo pouze přibližné,



Obr. 4.

jsou výsledky ve srovnání s výpočty počítače ještě na straně rezervy (předpokládané kolísání $\pm 1\text{K}$, skutečné $< 0,6 \text{ K}$).

Pravidlo pro potlačování samotížného vztaku předpokládá, že projektant při hydraulickém návrhu potrubí spotřebuje samotížný vztak pouze ve stoupacím potrubí. Hnací tlak do úseků všech těles je potom přibližně roven hnacímu tlaku v patě stoupačky.

4. PŘÍKLAD NA URČENÍ HNACÍHO TLAKU

Pro otopnou soustavu $92,5/67,5 (-12) \text{ }^{\circ}\text{C}$ v dvanáctipodlažním objektu o k. v. $2,8 \text{ m}$ se má určit hnací tlak do stoupačky tak, aby odchylka teploty vzduchu v místnostech nebyla větší než 1 K .

Pomocné hodnoty:

$$\begin{array}{llll} t_1^* = 72,9 \text{ }^{\circ}\text{C} & t_2^* = 56,1 \text{ }^{\circ}\text{C} & t_z^* = -1,5 \text{ }^{\circ}\text{C} & \Delta\delta^* = 90 \text{ Pa m}^{-1} \\ t_1' = 92,5 \text{ }^{\circ}\text{C} & t_2' = 67,5 \text{ }^{\circ}\text{C} & t_z' = -12 \text{ }^{\circ}\text{C} & \Delta\delta' = 155 \text{ Pa m}^{-1} \end{array}$$

Z diagramu se odečte pro $20 - 1 = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}$ poměrný průtok do tělesa $m_x' = 0,8$.
Výška centrálního tělesa $v_c = \frac{12}{2} \cdot 2,8 = 16,8 \text{ m}$.

Samotížné vztaky budou

$$\Delta s^* = 16,8 \cdot 90 = 1512 \text{ Pa} \quad \text{a} \quad \Delta s' = 16,8 \cdot 155 = 2604 \text{ Pa}$$

Potřebný hnací tlak v patě stoupačky

$$\delta^* = \frac{2604 - 1512}{1 - 0,82} = 3413 \text{ Pa} = 3,4 \text{ kPa}.$$

Tento tlak se dostává přes stoupací vedení téměř nezměněn ke každému tělesu a je nutno ho škrtit ventily se zvýšeným odporem (V75 — RD, V 4233 SA).

Praktická pomůcka: pro danou otopnou soustavu na 1 podlaží připadá hnací tlak ≈ 300 Pa.

РАВНОМЕРНОЕ ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ

Инж. Владимир Валента,

Инж. П. Кратохвиль, к. т. н.

Для выполнения требования равномерного отопления целого объекта надо в проекте водяной двухтрубной вертикальной отопительной системы обеспечить приемлемую гидравлическую устойчивость в вертикальном направлении. В статье приводятся принципы проектирования стабильных систем отопления, вытекающие из результатов математического моделирования.

EQUABLE HEATING OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Ing. Vladimír Valenta,

Ing. P. Kratochvíl, CSc.

In order that all requirements of equal heating of all the building are fulfilled, an acceptable hydraulic stability in vertical direction has to be ensured in design of the hot-water two-piping vertical heating system. Principles of design of stable heating systems, following from results of mathematical modelling, are presented in the article.

GLEICHMÄSSIGE HEIZUNG VON WOHNOBJEKTE

Ing. Vladimír Valenta,

Ing. P. Kratochvíl, CSc.

Beim Entwurf eines vertikalen Warmwasser-Zweirohrheizungssystems muss die annehmbare hydraulische Stabilität in vertikaler Richtung mit Rücksicht auf die Anforderungserfüllung der gleichmässigen Heizung eines ganzen Objekts gewährleistet werden. Im Artikel werden die Grundsätze für einen Entwurf der ständigen Heizungssysteme, die aus den Ergebnissen des mathematischen Modellverfahrens hervorgegangen sind, eingeführt.

CHAUFFAGE UNIFORME DES OBJETS D'HABITATION

Ing. Vladimír Valenta,

Ing. P. Kratochvíl, CSc.

Pour l'accomplissement d'une exigence du chauffage uniforme d'un objet total, la stabilité hydraulique acceptable dans le sens vertical doit être assurée au projet d'un système de chauffage vertical à l'eau chaude à deux tuyaux. Dans l'article présenté, on présente les principes pour un projet des systèmes de chauffage stables qui ont résulté des résultats de la simulation mathématique.

SLUNEČNÍ VYTÁPĚCÍ SYSTÉMY S ABSORPCNÍ STŘECHOU

DOC. ING. DR. JAROMÍR CIHELKA

Normálním slunečním kolektorem mohou za určitých okolností s úspěchem konkurovat tzv. absorpcní střechy, které jsou investičně mnohem lacinější a v provozu spolehlivější. Kromě toho mohou tyto střechy plnit také funkci velkoplošných výměníků tepla v bivalentních systémech s tepelným čerpadlem.

V článku je stručně naznačen způsob výpočtu absorpcních střech a uveden příklad výpočtu, ze kterého vyplývají možnosti bivalentního systému při použití v našich klimatických podmírkách.

Recenzoval: Ing. Karel Brož, CSc.

1. ÚVOD

Nejdůležitější součástí slunečních vytápěcích systémů jsou kolektory, které slouží k zachycování energie slunečního záření a k převodu této energie na teplo, jímž se pak zahřívá teplonosná tekutina. Protože musí být umístěny venku v dosahu slunečního záření, jsou kolektory vystaveny všem nepříznivým vlivům proměnlivého počasí. Konstrukci, výrobě, montáži a údržbě kolektorů musí tedy být věnována velká pozornost a péče. Problémem je nejen dosáhnout jistého ohřátí teplonosné tekutiny, ale také zajistit, aby kolektory pracovaly s přiměřenou účinností, aby byly v provozu spolehlivé a aby jejich životnost byla dostatečně dlouhá. Konstrukce kolektorů je tedy vždy kompromisem mezi teoretickými poznatkami, výrobními možnostmi a celkovou ekonomickou efektivností slunečních systémů. Nemusí být za všech okolností nejvhodnější drahé kolektory s největší účinností (např. koncentrující nebo vakuované kolektory). Zejména u nízkoteplotních slunečních systémů pracujících s teplotami nejvýše do 50 až 60 °C se mnohdy dosáhne většího efektu s jednoduchými kolektory, které sice mají menší účinnost, ale jsou lacinější, v provozu spolehlivé a mají dostatečně dlouhou životnost.

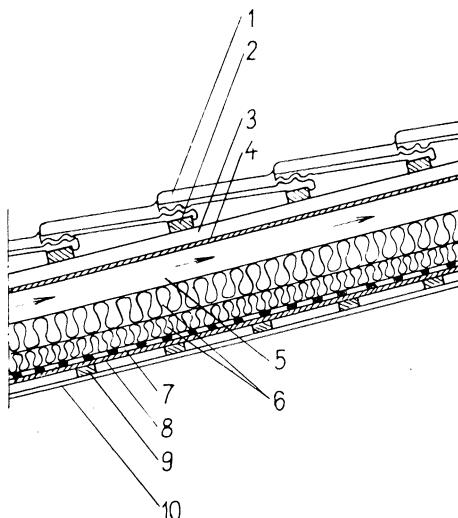
Posledně jmenované tendenze se výrazně uplatňují u tzv. *absorpčních střech*, které podobně jako absorpcní fasády plní funkci slunečních kolektorů a kromě toho si zachovávají svoji původní funkci, tj. chrání budovu před deštěm, sněhem a jinými nepříznivými vlivy počasí. Vzhledem k dvojí funkci střechy jsou sluneční systémy tohoto typu mnohem lacinější než systémy s normálními kolektory. Také životnost absorpcních střech je mnohem delší než životnost kolektorů.

2. POPIS ABSORPCNÍCH STŘECH

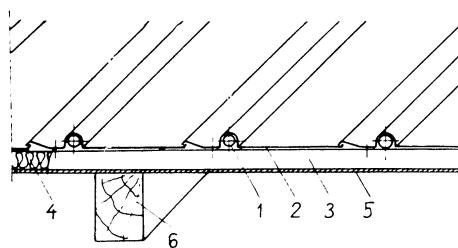
Systémy s absorpcní střechou mohou pracovat jak se vzduchem jako teplonosnou látkou, tak také s libovolnou teplonosnou kapalinou. Průřez absorpcní střechou pro ohřívání vzduchu je znázorněn na obr. 1. V podstatě jde o normální střechu s dobrou tepelnou izolací. Rozdíl je pouze v tom, že absorpcní střecha je místo normálními pálenými taškami kryta taškami skleněnými. Dutinou pod absorpcní plochou proudí vzduch. Systémy s tímto typem absorpcní střechy pra-

cuší zpravidla s akumulací tepla (např. v čedičovém štěrku) a jsou vhodné pro teplovzdušné vytápění a větrání.

U systémů s teplonosnou kapalinou je střecha kryta plechem, který je současně absorpční plochou (*obr. 2*). Teplonosná kapalina proudí trubkami, které zapadají do drážek v plechu a jsou řazeny paralelně do registru. Protože odpadá krycí



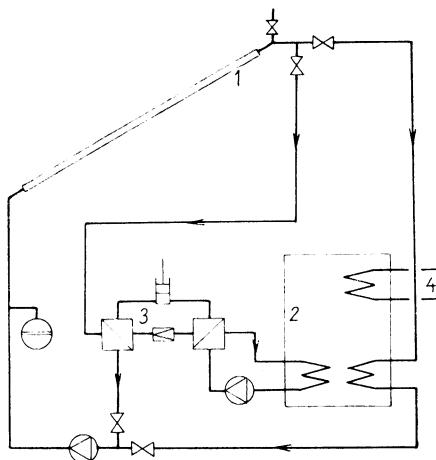
Obr. 1. Řez absorpční střechou pro ohřívání vzduchu (1 — skleněné střešní tašky, 2 — podpěrné latě, 3 — nosné latě, 4 — plech se začerněným povrchem (absorpční plocha), 5 — vzduchový kanál, 6 — tepelná izolace, 7 — izolace proti vlhkosti, 8 — nosná deska, 9 — nosné latě, 10 — bednění)



Obr. 2. Absorpční střecha pro ohřívání teplonosné kapaliny (1 — trubky, 2 — hliníkový plech, 3 — podpěrné latě, 4 — tepelná izolace, 5 — nosná deska, 6 — trámy střešní konstrukce)

sklo, je tepelná ztráta do okolí značně velká a absorpční střecha ve funkci kolektoru má poměrně malou účinnost. To však není v tomto případě rozhodující, neboť se stejnými investičními náklady jako u normálních kolektorů je možno vybudovat absorpční střechu s několikanásobně větší plochou. Kromě toho může absorpční střecha plnit také funkci velkoplošného výměníku pro odběr tepla z okolního

vzduchu s pomocí tepelného čerpadla uváděného do chodu v době, kdy nesvítí slunce (v tomto případě je intenzívní přestup tepla na povrchu střechy výhodou). Tepelné čerpadlo je zařazeno do primárního okruhu systému (obr. 3). V celkové koncepci jde o bivalentní systém s absorpční střechou zachycující energii slunečního záření v době, kdy svítí slunce a s tepelným čerpadlem odebírajícím teplo z okolního vzduchu v době, kdy slunce nesvítí (zejména také v noci). V obou fázích se тепло akumuluje ve vodním zásobníku a z něho se pak odebírá pro vytápění.



Obr. 3. Sluneční systém s absorpční střechou sloužící současně jako velkoplošný výměník tepla pro tepelné čerpadlo „vzduch — voda“ (1 — absorpční střecha, 2 — zásobník tepla, 3 — tepelné čerpadlo v okruhu absorpční střechy, 4 — okruh spotřebičů)

3. VÝPOČET ABSORPČNÍCH STŘECH

Absorpční střechy pro ohřívání vzduchu (viz obr. 1) se počítají stejně jako vzduchové kolektory. Tomuto problému byl věnován samostatný článek ve ZTV 26 (1983), č. 3.

Při výpočtu *kapalinových* absorpčních střech je nutno rozlišovat případ, kde střecha plní funkci sběrače sluneční energie, od případu, kde plní funkci velkoplošného výměníku pro získávání tepla z okolního vzduchu.

a) Absorpční střecha jako kolektor

Kapalinové absorpční střechy ve funkci kolektoru se počítají stejně jako normální kolektory (postup byl popsán např. v práci [1]). Ve vztahu pro účinnost

$$\eta_K = (1 - r) - \frac{k}{I} (t_K - t_V), \quad (1)$$

se však v tomto případě doporučuje počítat s následujícími hodnotami veličin určujících tepelně technické vlastnosti konstrukce:

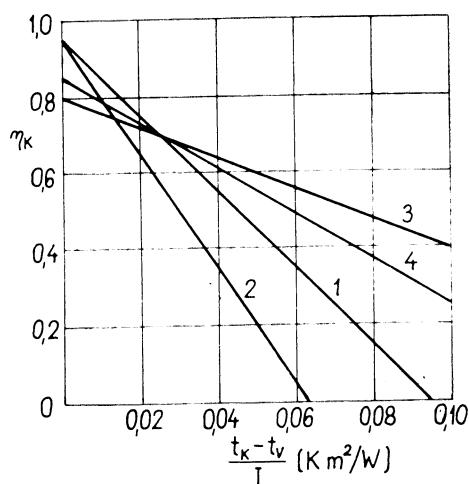
poměrná absorpční schopnost povrchu střechy $a = 1 - r = 0,90$ až $0,95^1)$, součinitel prostupu tepla střechy

$k = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ u střech v příznivé poloze chráněné proti větru,

$k = 15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ u střech v nepříznivé poloze,²⁾

I — intenzita dopadajícího slunečního záření [W/m^2],
 t_K — střední teplota absorpční plochy (teplonosné kapaliny) [$^\circ\text{C}$],
 t_V — teplota okolního vzduchu [$^\circ\text{C}$].

V diagramu na obr. 4 je znázorněna závislost účinnosti absorpčních střech η_K na poměru $(t_K - t_V)/I$ (tzv. charakteristika absorpčních střech); pro srovnání je



Obr. 4. Závislost účinnosti η_K na poměru $(t_K - t_V)/I$ [$\text{K m}^2/\text{W}$] pro absorpční střechy a pro normální kolektory: 1 — absorpční střecha v příznivé poloze ($k = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$), 2 — absorpční střecha v nepříznivé poloze ($k = 15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$), 3 — kolektor se dvěma krycími skly ($k = 4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$), 4 — kolektor s jedním krycím sklem ($k = 6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

zde také znázorněna obdobná závislost pro normální kolektory s jedním a dvěma krycími skly.

b) Absorpční střecha jako velkoplošný výměník tepla

V tomto případě je základem výpočtu určení měrného tepelného toku (výkonu) při přestupu tepla ze vzduchu na povrch střechy. Počítá se ze vztahu

¹⁾ Poměrná absorpční schopnost a závisí na úhlu dopadu paprsků. Největší hodnotu a_n má pro paprsky ve směru normály k oslněné ploše a s odchylkou od směru normály se zmenšuje až k nule při odchýlení o úhel 90° do směru tečny. U většiny technických materiálů s matným až drsným povrchem (to je také charakter náčerů absorpčních střech) se však až do odchylky o úhel $\pm 70^\circ$ od směru normály mění absorpční schopnost jen velmi málo. Z tohoto důvodu a také s ohledem na malou intenzitu záření při velkém odklonu dopadajících paprsků lze předpokládat, že průměrná hodnota poměrné absorpční schopnosti pro záření z celého poloprostoru je přibližně $a = a_n$.

²⁾ Čím větší je hodnota součinitele k , tím menší je účinnost η_K . Absorpční střechy bez izolující vzduchové mezery na přední straně mají větší součinitel k než normální kolektory, a proto také jejich účinnost je značně menší.

$$\dot{q} = \alpha \cdot \Delta t \quad [\text{W/m}^2], \quad (2)$$

kde α je celkový součinitel přestupu tepla na povrchu střechy [$\text{W/m}^2 \text{ K}$].

Hodnoty součinitele α se volí zpravidla stejné jako u součinitele k pro absorpční střechy ve funkci kolektoru, tj.

$\alpha = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ u střech v příznivé poloze,

$\alpha = 15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ u střech v nepříznivé poloze.³⁾

Δt — rozdíl mezi teplotou okolního vzduchu a povrchovou teplotou absorpční střechy (teplotnosné kapaliny); obvykle je $\Delta t = 5 \text{ K}$.

4. TEPELNÉ ČERPADLO VE SLUNEČNÍM SYSTÉMU S ABSORPČNÍ STŘECHOU

Teplota, při které se absorpční střechou odebírá teplo venkovnímu vzduchu, je velmi nízká — v zimním období zpravidla v mezích -5 až $+10^\circ\text{C}$. Tuto teplotu lze však zvýšit s pomocí tepelného čerpadla zařazeného do systému (viz schéma na obr. 3). Pro tepelné čerpadlo je absorpční střecha výměníkem výparníku s teplotou T_1 a ohřívák v zásobníku tepla chladičem kondenzátoru s teplotou T_2 . Efektivnost přečerpávání tepla udává tzv. topný faktor ε , který lze počítat např. ze vztahu

$$\varepsilon = 0,74 \frac{T_1}{T_2 - T_1} - \left(0,0032T_1 + 0,765 \frac{T_1}{T_2} \right) + 0,9. \quad (3)$$

Topný faktor ε vyjadřuje poměr mezi výslednou tepelnou energií Q_2 získanou při vyšší teplotě T_2 a energií Q_M dodanou do pracovního cyklu při komprese (jde o energii pro pohon kompresoru), tj.

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{Q_M} = \frac{Q_1 + Q_M}{Q_M}; \quad (4)$$

Q_1 je energie získaná při nižší teplotě T_1 . Topný faktor tedy udává, kolikrát více se získá z jednotky energie (např. z 1 kW h) přivedené pro pohon kompresoru.

Z rovnice (4) lze počítat energii pro pohon kompresoru (nebo užitečný výkon kompresoru)

$$Q_M = \frac{Q_1}{\varepsilon - 1}. \quad (4a)$$

5. PŘÍKLAD VÝPOČTU SLUNEČNÍHO SYSTÉMU S ABSORPČNÍ STŘECHOU

Bivalentním slunečním systémem s absorpční střechou a tepelným čerpadlem má být vytápěn rodinný domek, jehož maximální tepelná ztráta je $\dot{Q}_{\max} = 3000 \text{ W}$ (jde o mimořádně důkladnou tepelnou izolaci obvodového pláště). Absorpční střecha o celkové ploše $S = 50 \text{ m}^2$ je orientována na jih a skloněna pod úhlem $\alpha = 45^\circ$. Domek je postaven v Praze.

³⁾ Označení „příznivá“ a „nepříznivá“ poloha je třeba chápat z hlediska funkce střechy jako kolektoru. Plní-li střecha funkci výměníku, je „příznivá“ poloha, tj. poloha chráněná proti větru, méně výhodná než poloha „nepříznivá“, neboť při menší hodnotě součinitele α je také výkon výměníku tepla menší.

Řešení

Nejprve se sestaví *přehled potřeby tepla* v jednotlivých měsících otopného období od října do dubna. Pro $t_{\text{emin}} = -12^\circ\text{C}$ a $Q_{\text{max}} = 3\,000 \text{ W}$ platí pro Prahu:

Tabulka 1. Potřeba tepla pro vytápění

Měsíc	Průměrná měsíční t_e [°C]	Rozdíl teplot $t_i - t_e$	Průměrný měsíční tepelný výkon $\dot{Q} = \dot{Q}_{\text{max}} \frac{t_i - t_e}{t_i - t_{\text{emin}}} [W]$	Měsíční potřeba tepla $Q_{\text{vyt.}} = 24 \cdot 10^{-3} n \cdot \dot{Q}^1$ [kW h]
X	9,4	10,6	990	770
XI	3,2	16,8	1 580	1 140
XII	-0,2	20,2	1 890	1 410
I	-1,5	21,5	2 020	1 500
II	0,0	20,0	1 880	1 260
III	3,2	16,8	1 580	1 180
IV	8,8	11,2	1 050	760

1) Ve vztahu pro $Q_{\text{vyt.}}$ značí n počet dnů v měsíci.

Dále se vypočítá průměrná účinnost absorpční střechy jako kolektoru v jednotlivých měsících. Předpokládá se přitom, že pro velkoplošné podlahové vytápění se otopná voda v zásobníku ohřívá na teplotu

$$\begin{array}{ll} \text{v říjnu a dubnu} & t_m = 25^\circ\text{C}, \\ \text{v listopadu a březnu} & t_m = 30^\circ\text{C}, \\ \text{v prosinci, lednu a únoru} & t_m = 35^\circ\text{C}. \end{array}$$

Absorpční střechou se bude teplonosná kapalina ohřívat na teplotu t_K o 5°C vyšší, takže je v říjnu a dubnu $t_K = 30^\circ\text{C}$, v listopadu a březnu $t_K = 35^\circ\text{C}$, v prosinci, lednu a únoru $t_K = 40^\circ\text{C}$.

Přehled hodnot t_V a I odečtených z příslušných tabulek např. v práci [1]⁴⁾ a dále vypočítaných hodnot účinnosti absorpční střechy je uveden v následující tabulce (počítá se s příznivou polohou střechy, tj. se součinitelem $k = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$):

Tabulka 2. Účinnost absorpční střechy

Měsíc	t_K	$t_V^1)$	$t_K - t_V$	$I^2)$ [W/m ²]	$\eta_K = 0,95 - 10 \frac{t_K - t_V}{I}$
X	30	13,8	16,2	528	0,64
XI	35	7,3	27,3	436	0,32
XII	40	3,5	36,5	370	(0,01)
I	40	2,2	37,8	436	(0,07)
II	40	3,4	36,6	528	0,26
III	35	6,5	28,5	558	0,41
IV	30	12,1	17,9	593	0,65

1) Platí pro Prahu.

2) Platí pro plochu orientovanou na jih a skloněnou pod úhlem $\alpha = 45^\circ$.

4) V práci [1] je pro střední intenzitu slunečního záření I [W/m²] použito značky qs .

Z tabulky je zřejmé, že v prosinci a lednu je účinnost η_K velmi malá (viz hodnoty v závorkách), takže se nevyplatí využívat absorpční střechu jako kolektor. Střecha však naopak může v denních hodinách (od východu do západu slunce), kdy je zpravidla nadnulová venkovní teplota, pracovat jako výměník tepla pro tepelné čerpadlo.

V další tabulce jsou uvedeny hodnoty teoreticky možné energie dopadající za den na osluněnou plochu $Q_{S\text{den teor.}}$ [kW h/m^2] a poměrné doby slunečního svitu $\tau_{\text{skut.}}/\tau_{\text{teor.}}$, odečtené opět z příslušných tabulek v práci [1], a konečné hodnoty energie zachycené střechou $Q_{K\text{m}\text{es.}}$ [kW h/m^2]:

Tabulka 3. Energie zachycená absorpční střechou jako kolektorem

Měsíc	$Q_{S\text{den teor.}}^1)$ [kW h/m^2]	$\tau_{\text{skut.}}/\tau_{\text{teor.}}^2)$	$Q_{S\text{m}\text{es.}} =$ $= n \frac{\tau_{\text{skut.}} Q_{S\text{den teor.}}^3)}{\tau_{\text{teor.}}} [\text{kW h/m}^2]$	$Q_{K\text{m}\text{es.}} = \eta_K \cdot Q_{S\text{m}\text{es.}}$ [kW h/m^2]
X	4,96	0,35	53,8	34,4
XI	3,40	0,20	20,4	6,5
XII	2,70	0,14	11,7	—
I	3,40	0,20	21,1	—
II	4,96	0,32	44,4	11,5
III	6,70	0,42	87,2	35,8
IV	8,06	0,45	108,8	70,7

1) Platí pro plochu orientovanou na jih a skloněnou pod úhlem $\alpha = 45^\circ$.

2) Platí pro Prahu.

3) Ve vztahu pro $Q_{S\text{m}\text{es.}}$ značí n počet dnů v měsíci.

Pro funkci absorpční střechy jako výměníku tepla se předpokládá, že teplo se získává z okolního vzduchu při teplotě $t_1 = 0^\circ\text{C}$ (ve skutečnosti by bylo nutno volit mírně nadnulovou teplotu, aby nedocházelo k tvoření námrázy na střeše). V okrajových měsících (říjen, listopad, březen a duben) pracuje střecha jako výměník pouze v nočních hodinách, tj. v době 24 — $\tau_{\text{teor.}}$; $\tau_{\text{teor.}}$ je teoretická doba slunečního svitu. Měrný tepelný výkon střechy se počítá pro rozdíl teplot $\Delta t = t_e - 0^\circ\text{C}$; t_e je průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu. V nejchladnějších měsících (prosinec, leden a únor) pracuje střecha jako výměník jen v denních hodinách, neboť v noci má okolní vzduch příliš nízkou (zpravidla podnulovou) teplotu. Měrný tepelný výkon střechy se počítá pro rozdíl teplot $\Delta t = t_v - 0^\circ\text{C}$; t_v je teplota okolního vzduchu v době slunečního svitu.

Výpočet tepla získaného z okolního vzduchu v jednotlivých měsících je uveden v tabulce:

Tabulka 4. Teplota získané absorpční střechou z okolního vzduchu

Měsíc	Δt [K]	$q = \alpha \cdot \Delta t^1)$ [W/m^2]	$\tau_{\text{teor.}}^2)$ [h]	$\tau^3)$ [h]	$Q_{\text{den}} = 10^{-3} \tau \cdot q$ [kW h/m^2]	$Q_{\text{m}\text{es.}} = n \cdot Q_{\text{den}}$ [kW h/m^2]
X	9,4	94	9,4	14,6	1,37	42,5
XI	3,2	32	7,8	16,2	0,52	15,6
XII	3,5	35	7,3	7,3	0,26	8,1
I	2,2	22	7,8	7,8	0,17	5,3
II	3,4	34	9,4	9,4	0,32	9,0
III	3,2	32	12,0	12,0	0,38	11,8
IV	8,8	88	13,6	10,4	0,92	27,6

1) Počítá se s $\alpha = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

2) Viz ZTV 21 (1978), č. 2, s. 78 (tab. 3).

3) Pro říjen, listopad, březen a duben je $\tau = 24 - \tau_{\text{teor.}}$,
pro prosinec, leden a únor $\tau = \tau_{\text{teor.}}$.

Teplo získané z okolního vzduchu $Q_{m\acute{e}s.}$ se *tepelným čerpadlem* přečerpává z teploty $t_1 = 0^\circ\text{C}$ na teplotu $t_2 = 30^\circ\text{C}$ a získá se teplo $Q'_{m\acute{e}s.}$, zvětšené o energii dodanou kompresorem $Q_{Mm\acute{e}s.}$. Výpočet je uveden v tabulce:

Tabulka 5. Přečerpávání tepla

Měsíc	$\varepsilon^1)$	$Q_{m\acute{e}s.}$ [kW h/m ²]	$Q_{Mm\acute{e}s.} = \frac{Q_{m\acute{e}s.}}{\varepsilon - 1}$ [kW h/m ²]	$Q'_{m\acute{e}s.} = Q_{m\acute{e}s.} + Q_{Mm\acute{e}s.}$ [kW h/m ²]
X	6,1	42,5	8,3	50,8
XI	6,1	15,6	3,1	18,7
XII	6,1	8,1	1,6	9,7
I	6,1	5,3	1,0	6,3
II	6,1	9,0	1,8	10,8
III	6,1	11,8	2,3	14,1
IV	6,1	27,6	5,4	33,0

1) Platí pro $t_1 = 0^\circ\text{C}$ a $t_2 = 30^\circ\text{C}$.

Nakonec se vypočítá teplo, které se získá absorpční střechou o celkové ploše $S = 50 \text{ m}^2$ jak ze slunečního záření, tak také z okolního vzduchu, a toto teplo se porovná s potřebou tepla pro vytápění. Výsledky jsou uvedeny v tabulce:

Tabulka 6. Tepelná bilance absorpční střechy o ploše $S = 50 \text{ m}^2$

Měsíc	Potřeba tepla pro vytápění $Q_{vyt.}$ [kW h]	Teplo zachycené absorpční střechou $S \cdot Q_{Km\acute{e}s.}$ [kW h]	Teplo získané absorpční střechou z okolního vzduchu $S \cdot Q'_{m\acute{e}s.}^1)$ [kW h]	Celkem získáno absorpční střechou [kW h]	Rozdíl (zisky) — (potřeba) [kW h]
X	770	1 720	2 125	3 845	3 075 přebytek
XI	1 140	325	780	1 105	—35 nedostatek
XII	1 410	—	405	405	—1 005 nedostatek
I	1 500	—	265	265	—1 235 nedostatek
II	1 260	575	450	1 025	—235 nedostatek
III	1 180	1 790	590	2 380	1 200 přebytek
IV	760	3 535	1 380	4 915	4 155 přebytek
celkem	8 020	7 945	5 995	13 940	5 920 přebytek

1) Z toho 16,5 % připadá na elektrickou energii pro pohon kompresoru tepelného čerpadla (jde o energii odebranou v noci).

Z tabulky vyplývá, že v našich podmínkách lze absorpční střechou získat dostatek energie i pro vytápění dobře tepelně izolovaných budov (především rodinných domků). V říjnu, březnu a dubnu jsou dokonce značné přebytky tepla, které by bylo možno využít k dalším účelům, např. k předehřívání užitkové vody, k ohřívání vody v bazénu, k vytápění skleníku apod. V listopadu a únoru je tepelná bilance přibližně vyrovnaná a pouze v prosinci a lednu je nezbytný další (klasický) zdroj tepla.

LITERATURA

- [1] Cihelka, J.: Vytápění budov a ohřívání užitkové vody energií slunečního záření. ZTV 24 (1981), č. 2, s. 65—78.
- [2] Cihelka, J.: Vzduchové sluneční kolektory. ZTV 26 (1983), č. 3, s. 137—145.
- [3] Cihelka, J.: Sluneční vytápěcí systémy. SNTL — Praha 1983.
- [4] Urbanek, A.: Sonnenkollektoren contra Absorberdach. Sanitär- u. Heizungstechnik 44 (1979), č. 7, s. 629—633.

СОЛНЕЧНЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С АБСОРБЦИОННОЙ КРЫШОЙ

Инж. Д-р Яромир Цигелка

Со стандартными солнечными коллекторами могут в некоторых обстоятельствах удачно конкурировать так называемые абсорбционные крыши, которые инвестиционно значительно дешевые и которые надежные в эксплуатации. Кроме того эти крыши могут также выполнять функцию великолепных теплобменников в бивалентных системах с тепловым насосом. В статье описывается кратко способ расчета абсорбционной крыши и приводится способ расчета, из которого вытекают возможности бивалентной системы при применении в климатических условиях Чехословакии.

SOLAR HEATING SYSTEMS WITH AN ABSORPTIVE ROOF

Ing. Dr. Jaromír Cihelka

So called absorptive roofs can in the certain circumstances successfully compete with standard solar collectors. The absorptive roofs are much cheaper and reliabler in operation and besides the absorptive roofs can work as great surface area heat exchangers in the bivalent systems with a heat pump. Method of absorptive roofs calculation is shortly described in the article and an example of the calculation from which the possibilities of the bivalent system applicated in climatic conditions of Czechoslovakia follow, is discussed there.

SONNENHEIZSYSTEME MIT EINEM ABSORPTIONSDACH

Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Unter gewissen Verhältnissen können die sogenannten Absorptionsdächer, die vom Gesichtspunkt der Investitionen viel billiger und im Betrieb zuverlässiger sind, den Normalsonnenkollektoren mit Erfolg konkurrieren. Außerdem können diese Dächer auch die Funktion der Grossflächenwärmeaustauscher in den Bivalenzsystemen mit einer Wärmepumpe erfüllen.

Im Artikel wird ein Berechnungsverfahren der Absorptionsdächer angegeben und ein Berechnungsbeispiel, aus dem die Möglichkeiten eines Bivalenzsystems bei der Anwendung in unseren Klimabedingungen folgen, eingeführt.

SYSTÈMES DE CHAUFFAGE SOLAIRES AVEC UN TOIT ABSORBANT

Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Dans certains cas, les toits absorbants peuvent entrer en concurrence avec succès avec les collecteurs solaires normaux qui sont de beaucoup meilleur marché au point de vue des frais d'installation et plus éprouvés dans l'exploitation. En outre, ces toits peuvent fonctionner aussi comme les échangeurs de chaleur en grandes surfaces dans les systèmes bivalents avec une pompe de chaleur.

Dans l'article présenté, on indique le mode d'un calcul des toits absorbants et on cite l'exemple d'un calcul duquel les possibilités d'un système bivalent résultent à l'application dans nos conditions climatiques.

● Přirozené větrání v místnostech s utěsněnými okny

Na popud ministerstva stavebnictví NSR se zabýval „Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes“ v Berlíně měřením přirozeného větrání obytných místností. Indikačním plynem byl N_2O (husota vzhledem ke vzduchu 1,53).

Bыло zpracováno 130 měření asi z osmdesáti místností s různě utěsněnými okenními spárami. Pro vícenásobně těsněná okna byly nejčetněji naměřeny výměny kolem $0,3 \text{ h}^{-1}$, tedy výměny z hlediska hygienických požadavků obvykle příliš nízké. V práci se neuvádějí velikosti proměřovaných místností, ani jejich oken, pouze jejich kategorizace s ohledem na způsob těsnění spár. Doporučují se výměny $0,5$ a 1 h^{-1} , což odpovídá normálním dvojitým oknům, bez mimořádného těsnění, vyšší výměny se pokládají za neehospodárné.

Wegner, Sanitär und Heizungstechnik 12/1982
(Bš)

● „MEPLA“ trubky

Švýcarská firma Fluid u. Air u. Element, Fribourg vyrábí ocelové nebo hliníkové trubky a speciální spojovací elementy pro podlahové vytápění a rozvod teplé i studené vody s oboustranným umělohmotným povlakem.

Tyto trubky jsou korozivzdorné, snesou teplotu do 120°C a provozní tlak do 25 bar.

Sanitär und Heizungstechnik 1/1983

(Bš)

● Porovnání teplonosných kapalin

Teplonosná kapalina	Bod mraznutí [°C]	Bod varu [°C]	Měrné teplo [J/kg K]
<i>Voda</i>	0	100	4 186
<i>Antifriogeny</i> (voda + + nemrznoucí směs)			
20 %	—10	103	3 980
34 %	—20	106	3 770
44 %	—30	108	3 612
52 %	—40	110	3 469
<i>Glykolové směsi</i>			
PKL 90	—46	140	2 960
PKL 100	—67	195	2 650
PKL 300	—38	106	3 767
<i>Syntetické kapaliny</i>			
Giloterm ABX 10	—80	260	2 120
Silikonový olej			
DC — Q 1132	—85	400	1 600
<i>Teplonosné oleje</i>			
Terma 11	—54	265	2 080
Terma 27	—15	360	2 080
Terma 45	—30	360	2 080
Renotherm 250	—45	305	3 002

Hloušek, Inf. SEI 10/82

(Bš)



Fridrich

STANOVENÍ SKLENĚNÝCH VLÁKEN V PRACOVNÍM OVZDUŠÍ

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

Institut hygieny a epidemiologie, Praha

Diskutuje se zdravotní problematika a možnosti měření minerálních vláken v pracovním ovzduší. Metodou membránových filtrů (SYNPOR 2) byla ve třech provozech jednoho závodu na výrobu skleněných vláken sledována celková koncentrace polétavého prachu. Po zprůhlednění filtrů byly jednotlivé vzorky prachu analyzovány mikroskopickou metodou. Cílem analýz bylo stanovit početní koncentraci, velikostní složení a obsahy skleněných vláken v celkovém vzorku. Byla stanovena korelace mezi celkovou hmotnostní koncentrací prachu [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$] a numerickou koncentrací skleněných vláken [$1 \cdot \text{m}^{-3}$]. Hygienické požadavky na čistotu ovzduší byly ve všech případech měření spolehlivě splněny.

Recenzovala: RNDr. Běla Stárková, CSc.

1. ÚVOD

Vláknité druhy prachu tvoří zvláštní skupinu průmyslových aerosolů, a to s ohledem na jejich specifické biologické účinky, způsoby měření a hygienické hodnocení. Minerální vláknité prachy se dělí na přirozené (azbest) a umělé (vlákna skleněná, čedičová a strusková), v zahraniční literatuře běžně označované jako MMMF (mineral man-made fibres). Výskyt umělých minerálních vláken v ovzduší souvisí s výrobou, zpracováním a využitím vysoceúčinných tepelných a zvukových izolačních materiálů, s výrobou dekoračních tkanin ze skleněných vláken, s výrobou skleněné vaty jako ochrany sluchu proti hluku (např. čs. AKUVER) apod.

Škodlivost umělých minerálních vláken v pracovním ovzduší se projevuje především mechanickým drážděním sliznice a pokožky. Pokud jde o účinky těchto druhů prachu na dýchací cesty, je možno již dnes říci, že jejich rizikovost je nepoměrně menší než u prachu azbestového. Proto se tyto materiály ve stále větší míře uplatňují jako náhrada za kancerogenní azbest. Problematikou biologických účinků umělých minerálních vláken se podrobně zabývala mezinárodní konference, kterou uspořádala pobočka Světové zdravotnické organizace (WHO) v r. 1982 v Kodani [1].

Při posuzování pracovního ovzduší s ohledem na minerální vlákna přirozená (azbest) i umělá (skleněná) byla u nás a ve většině socialistických zemí dána přednost gravimetrickým metodám měření celkové koncentrace prachu v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Důvodem je dobrá srovnatelnost a reprodukovatelnost výsledků měření, jednoduchost měřicích metod a přístrojů a menší pracnost vyhodnocení odebraných vzorků prachu. Podle hygienického předpisu [2] u nás platí pro vláknité prachy tyto nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P):

azbestový prach a) s podílem azbestu pod 10 %	4 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,
b) s podílem azbestu nad 10 %	2 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,
skleněná nebo čedičová vlákna	8 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Uvedené hodnoty se týkají celkové koncentrace polétavého prachu jako průměrné, celosměnové hodnoty.

Odběry vzorků ovzduší pro gravimetrické stanovení koncentrace vláknitých prachů v pracovním ovzduší se provádějí stejně jako u ostatních průmyslových prachů, ať už jde o odběr personální nebo stacionární. Naměřená hodnota představuje průměrnou celkovou koncentraci prachu během doby odběru, bez ohledu na velikostní složení a na obsah vláken ve vzorku. Metoda není tudíž schopna rozlišit a určit obsah vláknitých částic v celkovém vzorku prachu. Hlavní podmínkou srovnatelnosti gravimetrických metod je volba přibližně stejné vstupní (nasávací) rychlosti vzduchu do odběrové aparatury, která by měla odpovídat střední rychlosti vdechování vzduchu (v NSR je předepsána vstupní rychlosť $1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \pm 10\%$, v zemích RVHP 1 až 2 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Ve většině západoevropských zemí, v USA a v Kanadě jsou NPK pro azbestový prach stanoveny pouze v údajích početních, tj. v počtu vláken v objemové jednotce vzduchu. Pro azbest se většinou předepisuje NPK 1 vlákno $\cdot \text{cm}^{-3}$, tj. $10^6 \text{ vl} \cdot \text{m}^{-3}$. Pro umělá minerální vlákna nebyly hodnoty NPK dosud stanoveny. Měření koncentrace v počtu vláken v objemové jednotce je ve srovnání s gravimetrickou metodou nepoměrně složitější, přístrojově i časově náročnější. Jedinou vhodnou metodou, jak rozlišit vláknitou částici ve vzorku od ostatních přibližně izometrických částic, je metoda mikroskopická; světelnou nebo elektronovou mikroskopii můžeme sledovat tvar, počet i dimenze jednotlivých vláken. Analýza pomocí elektronového mikroskopu se přitom používá jen ve výjimečných případech, a to s ohledem na pracnost (1 analýza trvá až týden) a na nadměrně velké zvětšení.

Výsledky mikroskopické analýzy závisí na mnoha faktorech (na způsobu odběru vzorku prachu z ovzduší, druhu filtru, způsobu zprůhlednění filtru, celkovém zvětšení mikroskopu, na optické soustavě, na homogennosti rozložení vláken na filtrační ploše atd.) a mohou proto být zatíženy velkými chybami. Úsilí o objektivní posouzení rizikovosti umělých minerálních vláken ve výrobních a zpracovatelských závodech a snaha stanovit zdůvodněné hodnoty NPK na základě epidemiologických průzkumů se v poslední době spojily v mezinárodním měřítku. Pod patronací Evropského oblastního úřadu Světové zdravotnické organizace (WHO-EURO) v Kodani byla ustavena pracovní skupina odborníků z několika zemí, která vypracovala a v r. 1982 vydala tzv. „referenční metodiku odběru a hodnocení MMMF v pracovním ovzduší“ [3]. Při jejím návrhu se vycházelo z obdobné metodiky měření početní koncentrace azbestového prachu, už dříve vydané v AIA (Asbestos International Association) [4]. Cílem obou referenčních metod je co nejvíce sjednotit podmínky odběru a vyhodnocení vzorků prachu a tím zajistit co největší srovnatelnost výsledků měření vláken v pracovním ovzduší.

Hlavní zásady a požadavky uvedené referenční metodiky stanovení umělých minerálních vláken jsme popsali v dříve publikované práci [5], na níž v podrobnostech odkazujeme. V našem případě jsme vycházeli ze svých přístrojových a materiálových možností, takže při hodnocení skleněných vláken v ovzduší má naše metodika některé rozdíly, o nichž v dalším textu pojednáme.

2. METODIKA MĚŘENÍ A HODNOCENÍ PRAŠNOSTI

Vzorky prachu pro následující laboratorní vyhodnocení jsme odebrávali stacionárně ve třech provozech závodu na výrobu skleněných vláken (VERTEX, Litomyšl), a sice ve skárně skleněného hedvábí (I), ve výrobně izolačního materiálu ITAVER (II) a v tzv. objemovně (III). Vzorky se odebraly z dýchací oblasti,

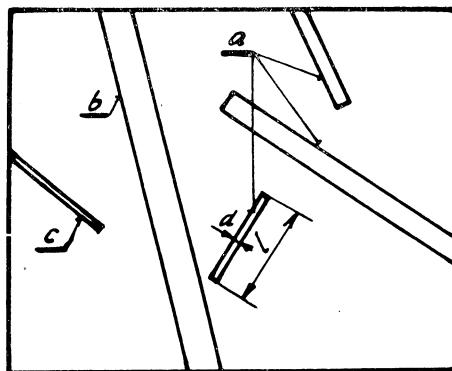
tj. ve výšce 1,5 m nad podlahou, použity byly membránové filtry typu SYNPOR 2 (výrobce Barvy a laky, závod Uhříněves) o průměru 35 mm, střední velikosti pórů byly $2,5 \mu\text{m}$. Bylo použito lamelové čerpadlo typu TVR-17 (TESLA — Elstroj), střední objemový průtok byl asi $30 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Doby odběru vzorků byly voleny tak, aby se na membránových filtroch zachytily dostatečné navážky pro gravimetrické stanovení celkových koncentrací. V době pracovních přestávek byly odběrové aparatury vypínány. Objemy prosátého vzduchu se určovaly suchými plynometry. Odebrané vzorky svou hustotou vyhovovaly prakticky ve všech případech pro mikroskopickou analýzu skleněných vláken, ve dvou případech (měř. č. 9 a 10) možno vzorky označit za příliš husté a pro analýzu nevhodné. Prašnost se zjišťovala vždy ve dvou měřících místech každého provozu (viz tab. I).

V jednom případě (ve skárně) byl odebrán také dlouhodobý vzorek pomocí dvoustupňového prachoměru DP-20, kterým se stanovil obsah respirabilní frakce v celkovém vzorku. U obou použitých gravimetrických metod jsme postupovali podle naší jednotné metodiky [6].

Po zvážení filtrů a stanovení celkových koncentrací polétavého prachu byly vzorky použity k mikroskopické analýze. Každý filtr se přepůlil, jedna polovina se použila k analýze, druhá polovina filtro sloužila jako rezerva, kdyby při zprůhlednění filtru došlo k jeho poškození nebo znehodnocení deformací. Filtry na mikroskopickém sklíčku se zprůhlednily standardní metodikou [6] pomocí metylglykolu (etylenglykol — monometyl — éter). Trvale zprůhledněný filtr se analyzoval v procházejícím světle metalografického projekčního mikroskopu MeF firmy Reichert (Vídeň). Cílem analýz bylo stanovit početní koncentraci, obsah a velikostní složení skleněných vláken v pracovním ovzduší.

2.1 Stanovení početní koncentrace skleněných vláken

Jednotlivé vláknité skleněné částice byly počítány a pomocí mm měřítka byly proměřovány jejich dimenze (síla d a délka l); použito bylo celkové 1 000násobné zvětšení. Na matnici mikroskopu se vláknitá částice snadno rozliší podle svého přesně válcového tvaru. U každého vzorku prachu bylo vždy hodnoceno buď nejméně 100 vláken, nebo nejméně 100 matnic z různých, náhodně zvolených míst, pokud možno pravidelně rozložených po celé hodnocené ploše filtru.



Obr. 1. Schéma způsobu počítání skleněných vláken na matnici mikroskopu

Tabulka 1

Čís. měř.	Datum a doba měření	Místo měření	Prostý objem vzduchu [m ³]	Celková koncentrace prachu [mg. m ⁻³]	Počet vláken [n]	Počet matnic [i]	Početní koncen- trace skleněn. vláken [vL. m ⁻³]
1	23. 11. 1982 10.45—12.45	I. Skárra skleněného hedvábí a) u 1. sloupu na levé straně	3,4 5,3 1,73	0,30 0,26 0,32	62	150	1,420 . 10 ⁴
2	12.45—15.53	b) uprostřed halý	2,5 2,5	0,27 0,28	27 34	166 123 140 143	0,822 . 10 ⁴ 1,479 . 10 ⁴ 0,966 . 10 ⁴ 1,109 . 10 ⁴
3	11.05—12.05						
4	12.25—13.55						
5	13.55—15.28	aritm. střední (1—5)		0,29			1,159 . 10 ⁴
6	24. 11. 1982 8.42—9.18	II. Výroba izolačního materiálu ITAVER, a) u tavící peci	1,073	0,83	56	139	4,380 . 10 ⁴
7	9.18—10.05		1,4	0,76	63	121	4,336 . 10 ⁴
8	8.25—10.00 (25. 11. 1982)		2,5	0,75	60	108	2,591 . 10 ⁴
		aritm. střední (6—8)		0,78			3,769 . 10 ⁴
9	24. 11. 1982 10.05—11.50	b) na konci linky v místě obsluhy	2,9	4,62	200	44	18,273 . 10 ⁴
10	10.08—11.52		2,4	3,81	100	23	21,120 . 10 ⁴
		aritm. střední (9—10)		4,20			19,688 . 10 ⁴
11	12.03—13.00	III. Objemovna a) mezi stroji	1,6 2,6	0,71 0,76	66 78	116 146	4,146 . 10 ⁴ 2,396 . 10 ⁴
12	13.20—15.05	aritm. střední (11—12)		0,74			3,270 . 10 ⁴
13	12.00—12.58	b) v pravém rohu halý	1,6 2,5	4,12 2,48	100 100	94 105	7,752 . 10 ⁴ 4,441 . 10 ⁴
14	13.18—15.00	aritm. střední (13—14)		3,30			6,096 . 10 ⁴
		aritm. střední (11—14)		2,02			4,684 . 10 ⁴

Způsob počítání vláken na matnici mikroskopu je patrný z obr. 1: do počtu vláken byly vzaty částice, které protínají horní a pravý okraj matnice (v obr. 1 označeny a). Z vláken, která protínala celou matnici (b), se uvažoval pouze jejich poloviční počet. Tím nedochází k podcenění ani přecenění skutečného počtu vláken a tento způsob hodnocení je také v souladu s metodou referenční. Ze schematického znázornění na obr. 1 tedy vyplývá počet 3,5 vlákna na ploše matnice.

Podle mezinárodní úmluvy se za vláknitou považuje ta částice, jejíž délka l je větší než $5 \mu\text{m}$ a jejíž pomér délky l k síle d $l/d \geq 3$. Částice, jejichž síla $d < 3 \mu\text{m}$, se považují za „respirabilní“, částice o síle $d \geq 3 \mu\text{m}$ za „nerespirabilní“.

Početní koncentrace skleněných vláken v ovzduší se vypočte z rovnice:

$$k_n = \frac{F \cdot n}{f \cdot i \cdot V}, \quad (1)$$

v níž: k_n = početní koncentrace (vláken $\cdot \text{m}^{-3}$),

F = skutečná filtrační plocha (pro průměr 30 mm odpovídá 710 mm^2),

n = počet vláken, stanovený ze všech vyhodnocených matnic,

f = plocha filtru, odpovídající při daném zvětšení ploše matnice v mm^2 ; na našem případě byla plocha matnice $70 \times 87 \text{ mm} = 6090 \text{ mm}^2$, takže při tisícinásobném zvětšení

byla plocha zorného pole $f = \frac{6090}{10^6} = 6,090 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$,

i = celkový počet hodnocených matnic,

V = objem prosátého vzduchu v m^3 .

Tak např. u měření č. 1 pro $V = 3,4 \text{ m}^3$ bylo na $i = 150$ matnicích nalezeno $n = 62$ vláken, takže:

$$k_n = \frac{710 \cdot 62}{6,090 \cdot 10^{-3} \cdot 150 \cdot 3,4} = 1,42 \cdot 10^4 \quad (\text{vl} \cdot \text{m}^{-3}).$$

Výsledky stanovení k_n jsou uvedeny v přehledné tab. 1.

Podle odborné literatury se za optimální považuje hustota vzorku asi 0,5 až 1 vlákna na ploše matnice. Zkušenosti potvrzují, že při vyšších nebo nižších hustotách se chyby vyhodnocení zvyšují. V závěru práce jsme sledovali reproduktelnost mikroskopické metody stanovení početní koncentrace skleněných vláken, a to u měř. č. 7 s takovou optimální hustotou vzorku (viz tab. 3).

Při našem způsobu byl zvolen stacionární odběr vzorků při průtoku vzduchu kolem $30 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a vstupní rychlosti $1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, která odpovídá průměru vstupního otvoru do odběrové hlavice 20 mm. U referenční metody [3] se počítá s personálním odběrem vzorku při objemovém průtoku pouze $0,5$ až $2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, takže u filtru průměru 25 mm se vstupní rychlosti pohybují mezi 2 až 7 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, což jsou rychlosti nepoměrně nižší. Použili jsme dále jiný typ membránových filtrů, jiný typ odběrové hlavice a jiný způsob zprůhlednění filtrů. Liší se i optická soustava: u referenční metody se používá 500 až 600násobné zvětšení, vlákna se počítají v kruhovém zorném poli a proměřují se pomocí tzv. Walton-Beckettova okulárového měřítka. Vyhodnocená plocha odpovídá asi 0,2 % z celkové plochy filtru. V našem případě jsme použili 1 000násobné zvětšení, jednotlivá vlákna se hodnotí z jejich průmětů na matnici projekčního mikroskopu obdélníkového tvaru; protože plocha matnice odpovídá při daném zvětšení zornému poli $6,090 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$ filtru (viz dříve), hodnotí se při 100 až 150 matnicích celkem $\frac{6,090 \cdot 10^{-3} \cdot (100 \text{ až } 150)}{710} = 0,00086 \text{ až } 0,0013$, tj. v tomto případě kolem 0,1 % z celkové filtrační

plochy. Větší zvětšení mikroskopu jsme však museli zvolit k proměřování přesných dimenzií jednotlivých vláken, zatímco u referenční metody se velikost vláken přímo neměří a jednotlivá vlákna se pomocí okulárového měřítka jenom třídí na „respirabilní“ a nerespirabilní. Další rozdíly obou porovnávaných metod je možno považovat za nevýznamné. Přes uvedené rozdíly ve způsobech hodnocení vláknitých částic ve vzorku se domníváme, že výsledky obou metod se podstatně liší nemohou: svědčí pro to také skutečnost, že naše metoda vykázala prakticky stejné rozptyly výsledků měření jako metoda referenční.

2.2 Stanovení velikosti skleněných vláken

Kromě registrace celkového počtu byly pomocí mm měřítka u každé jednotlivé vláknité částice na matnici proměřovány její síla d a délka l ; při 1 000násobném zvětšení odpovídala 1 mm měřítka 1 μm . Pokud délka částice přesahovala rozmezí matnice, byla proměřena po celé své délce.

Podle své síly byly jednotlivé vláknité částice ve vzorku rozděleny na „respirabilní“ j ($d < 3 \mu\text{m}$) a „nerespirabilní“ h a z poměru $r = \frac{j}{j+h} \cdot 100 = \frac{j}{n} \cdot 100$ byl určen tzv. obsah respirabilních vláken v % (podle počtu). Příslušné hodnoty d , l a r jsou v tab. 2.

Tabulka 2

Číslo vzorku	Početní koncentrace skleněn. vláken $k_n [\text{m}^{-3}]$	Obsah respir. vláken $r [\%]$	Síla vláken $d [\mu\text{m}]$			Délka vláken $l [\mu\text{m}]$			Obsah skleněn. vláken ve vzorku o [%m. %]
			od	do	aritm. stř.	od	do	aritm. stř.	
1	$1,420 \cdot 10^4$	80,3	1	7	2,29	5	378	32,9	1,7
2	$0,822 \cdot 10^4$	77,5	1	7	2,22	5	444	34,9	1,1
3	$1,479 \cdot 10^4$	74,2	1	9	2,29	5	275	33,1	1,6
4	$0,966 \cdot 10^4$	58,7	1	10	3,32	5	901	88,1	7,1
5	$1,109 \cdot 10^4$	50,0	1	9	3,34	5	411	66,0	6,0
6	$4,380 \cdot 10^4$	55,4	1	7	2,62	5	1 088	109,9	8,1
7	$4,336 \cdot 10^4$	54,0	1	7	2,84	5	1 488	123,1	11,6
8	$2,591 \cdot 10^4$	58,3	1	7	2,63	7	719	96,1	4,7
9	$18,273 \cdot 10^4$	57,5	1	7	2,59	5	492	41,9	2,3
10	$21,120 \cdot 10^4$	48,0	1	9	3,33	5	290	46,2	5,8
11	$4,146 \cdot 10^4$	68,2	1	13	2,83	5	1 297	75,2	7,2
12	$2,396 \cdot 10^4$	44,9	1	13	4,63	7	951	146,9	20,3
13	$7,752 \cdot 10^4$	42,0	1	12	4,76	6	695	128,1	11,2
14	$4,441 \cdot 10^4$	49,0	1	12	4,20	6	833	85,7	5,5

2.3 Obsah skleněných vláken ve vzorku

Další veličinou, kterou jsme zjišťovali, byl tzv. obsah skleněných vláken o v celkovém vzorku prachu v %, a to podle rovnice:

$$o = \frac{k_{vl}}{k_c} \cdot 100 \quad (\%), \quad (2)$$

kde k_{vl} = hmotnostní koncentrace skleněných vláken [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$].

Hmotnostní koncentrace se určí přibližným výpočtem (za předpokladu rovnoměrného rozdělení vláken po ploše filtru) z rovnice:

$$k_{vl} = k_n \cdot v \cdot \varrho \cdot 10^{-9}, \quad (3)$$

kde: v = objem vláknité částice střední velikosti [μm^3],
 ϱ = hustota skleněných vláken, vzatá z tabulek $2,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,
 k_n = početní koncentrace [$\text{vl} \cdot \text{m}^{-3}$],
 k_{vl} = hmotnostní koncentrace vláken [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$].

Za předpokladu válcového tvaru vypočteme objem vláknité částice střední velikosti z rovnice:

$$v = \frac{\pi d_s^2}{4} \cdot l_s, \quad (4)$$

d_s a l_s jsou aritmetické střední hodnoty síly a délky skleněného vlákna v jednotlivém vzorku.

Obsahy skleněných vláken v celkovém vzorku v %, vypočtené tímto způsobem, jsou uvedeny v posledním sloupci tab. 2.

Objem částice střední velikosti můžeme však také počítat z objemů jednotlivých proměřených vláken, tj. z rovnice:

$$v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot l_i = \frac{\pi}{4n} \sum_{i=1}^n d_i^2 \cdot l_i \quad [\mu\text{m}^3], \quad (5)$$

kde n je celkový počet proměřených částic.

Pokud byl objem skleněných vláken počítán tímto druhým způsobem ze skutečných objemů jednotlivých vláken, dostávali jsme hodnoty obsahů o značně vyšší než u dříve uvedeného způsobu. První způsob výpočtu odpovídá lépe skutečnosti, neboť při druhém způsobu je výpočet nadměrně ovlivněn několika málo vláknitými částicemi s extrémními rozměry, zejména délkou, kdy jednotlivé vlákno svým rozměrem může zaujímat i několik matnic.

3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ A JEJICH ROZBOR

V tab. 1 jsou údaje o době a místu odběru vzorků, výsledky stanovení celkových koncentrací prachu k_c , údaje o počtu proměřených vláken n a matnic i a početní koncentrace skleněných vláken k_n .

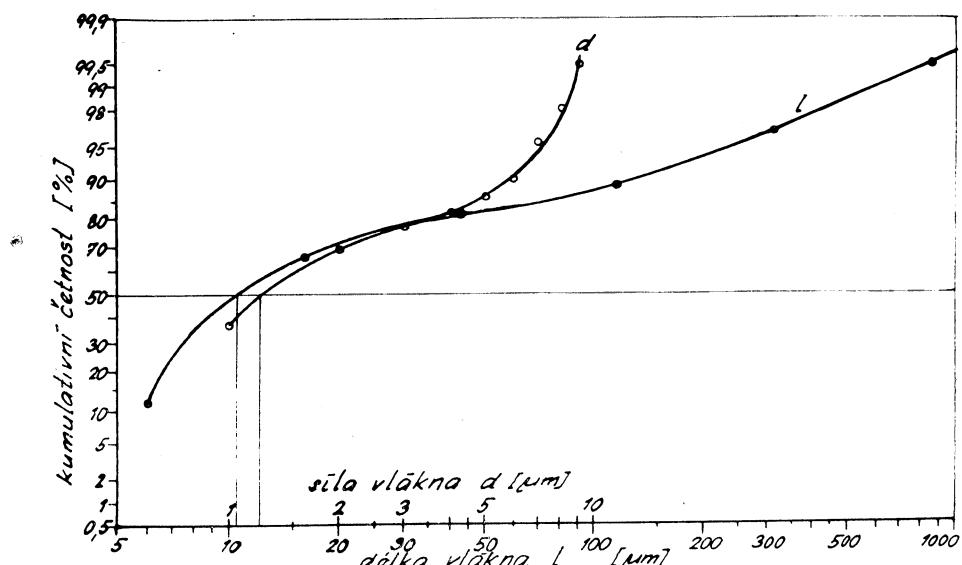
Z výsledků vyplývá, že naměřené celkové koncentrace k_c leží ve všech případech hluboko pod předepsanou nejvyšší přípustnou koncentrací NPK-P pro skleněná vlákna $8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Početní koncentrace vláken k_n se v uvedených třech provozech pohybovaly v rozmezí $0,8 - 21 \cdot 10^4 \text{ vl} \cdot \text{m}^{-3}$, tj. $0,008$ až $0,21 \text{ vl} \cdot \text{cm}^{-3}$. Jsou to hodnoty velmi nízké a ve srovnání s NPK, stanovenou v západních zemích pro azbest ($1 \text{ vl} \cdot \text{cm}^{-3}$), jsou o jeden až dva řády nižší. Při tom je nutno poznamenat, že skleněná vlákna mají nesrovnatelně nižší škodlivé účinky než azbest a musela

by tedy mít méně přísnou NPK; početní hodnoty NPK pro skleněná vlákna nebyly dosud stanoveny.

Z výsledků stanovení jak celkových k_e , tak početních koncentrací k_n dále vyplývá, že se skárně skleněného hedvábí (I) je vzhledem k nepřetržitému provozu stav ovzduší s ohledem na prašnost ustálený v celém prostoru haly. Za nejméně příznivé lze označit pracoviště na konci linky ve výrobně izolačního materiálu (vzorky č. 9 a 10).

Z pokusných důvodů jsme v jednom případě uskutečnili dlouhodobý (5 h) dvoustupňový odběr vzorku polétavého prachu pomocí přístroje DP-20. Vzorek časově i prostorově odpovídal měření č. 1 a 2 ve skárně. Stanoveny byly: celková koncentrace prachu $k_e = 0,3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (shodná hodnota jako u měření č. 1 a 2), koncentrace respirabilní frakce $0,05 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a obsah jemné frakce 16,7 %.

Z provedených čtrnácti měření jsme se pokusili zjistit, zda mezi koncentracemi k_e a k_n existuje korelace. Příslušné hodnoty byly vyneseny v papíru s oběma



Obr. 3. Kumulativní četnosti pro sílu d , resp. délku l skleněných vláken (křivky byly stanoveny ze vzorků č. 1 až 5 ze skárny)

stupnicemi logaritmickými (obr. 2). Statistickým vyhodnocením byl stanoven poměrně vysoký koeficient korelace 0,936 uvedené závislosti a rovnice regresní přímky lze vyjádřit vztahy:

$$k_e = 3,2 \cdot 10^{-5} k_n^{0,978} \quad \text{nebo} \quad k_n = 3,90 \cdot 10^4 k_e^{1,22}. \quad (6)$$

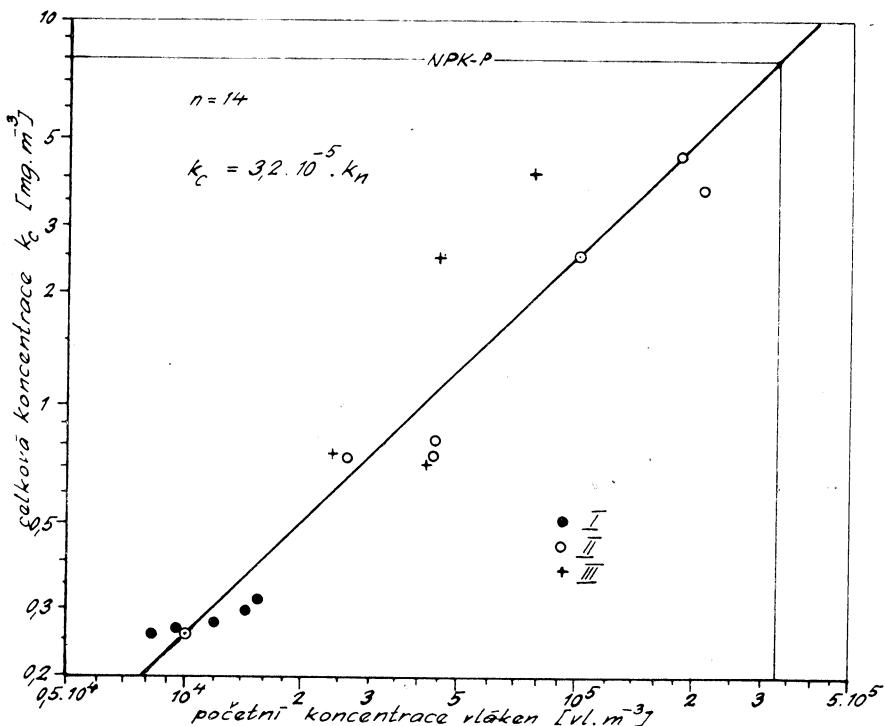
Podle těchto rovnic hodnotě NPK-P $8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} = k_e$ odpovídala střední $k_n = 3,27 \cdot 10^5 \text{ vl} \cdot \text{m}^{-3}$, hodnotě $k_n = 1 \text{ vl} \cdot \text{cm}^{-3} = 10^6 \text{ vl} \cdot \text{m}^{-3}$ odpovídá $k_e = 23,9 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

V tab. 2 jsou pro příslušné vzorky tyto údaje: obsah respirabilních vláken r

v %, dále minimální, maximální a aritmetické střední hodnoty pro sílu d a délku l skleněných vláken ve vzorku. V posledním sloupci tab. 2 jsou obsahy skleněných vláken v celkovém vzorku o v hmotnostních procentech, vypočtené ze středních hodnot d_s a l_s , tj. z rovnic (2) až (4).

Síly vláken d se tedy pohybovaly v rozmezí od 1 do 13 μm ; zdá se, že poněkud slabší vlákna se vyskytovala ve skárně, vlákna silnější v objemovně. Pokud jde o délky skleněných vláken, byla ve vzorcích prokázána i přítomnost vláken delších než 1 mm, která pravděpodobně mají největší dráždivé účinky.

Sledovali jsme dále, zda rozdělení četnosti pro změřené síly d a délky l skleněných vláken odpovídá logaritmicko-normálnímu rozdělení, jako tomu zpravidla bývá



Obr. 2. Závislost mezi celkovou koncentrací prachu k_c [mg . m⁻³] a početní koncentrací skleněných vláken k_n [vl . m⁻³]

Vzorky byly odebrány: I... ve skárně, II... ve výrobně izolačního materiálu, III... v objemovně.

u prachových částic přibližně izometrických. V obr. 3 jsou v papíře s logaritmicko-pravděpodobnostní stupnicí znázorněny tzv. kumulativní četnosti pro d a l , které byly stanoveny ze všech pěti vzorků (1–5) ze skárny. Způsob stanovení kumulativní četnosti vyplýne z příkladu: na všech pěti vzorcích prachu bylo proměřeno celkem $n = 212$ vláken. Z toho 78 vláken (tj. 36,8 %) bylo síly $d = 1 \mu\text{m}$, 150 vláken (70,7 %) mělo d pod $2 \mu\text{m}$, 162 vláken (76,4 %) pod $3 \mu\text{m}$ atd. Stejným způsobem byla stanovena kumulativní četnost pro délky l . Z obr. 3 můžeme tedy pro sílu $d < 3 \mu\text{m}$ přímo odecít, že v oblasti „respirabilních“

bylo středně 76,4 % vláken. Pokud by rozdelení četnosti bylo logaritmicko-normální, byl by průběh křivky kumulativní četnosti při tomto grafickém znázorňení lineární a kumulativní četnosti 50 % by odpovídala tzv. geometrický střední průměr. Pro nelineární průběh se uvedená hodnota nazývá „medián“.

Stejným způsobem jako v obr. 3 byly stanoveny křivky kumulativních četností pro ostatní dva sledované provozy. Ani v jednom případě nebyl průběh lineární: rozdelení jak délky, tak síly vláken neodpovídá tudíž log-normálnímu rozdělení. V jednotlivých provozech byly stanoveny tyto hodnoty mediánů v μm (pro kumul. četnost 50 %):

		$d_{50\%}$	$l_{50\%}$
I	Skárna skleněného hedvábí	1,2	10,5
II	Výroba izolačního materiálu ITAVER a) na konci výrobní linky	2,0	20,0
	b) u tavicí peece	2,0	35,0
III	Objemovna	2,3	30,0

Z rovnic (2 až 4) vypočtené obsahy skleněných vláken o v celkovém vzorku se pohybovaly v rozmezí od 1,1 do 20,3 % (tab. 2). Je však třeba podotknout, že výpočet o může být zatížen velkými chybami vlivem přítomnosti ojedinělých vláken s extrémními rozměry. Přesto je možno říci, že skleněná vlákna se na celkovém znečištění podílejí jen malým dílem a že tedy podstatnou část tvoří prachové částice jiného původu (event. olejový aerosol z mazacích olejů).

V závěru předložené práce jsme ověřovali reprodukovatelnost a přesnost použité

Tabulka 3

Vzorek hodnocen jednou osobou A				Vzorek hodnocen třemi osobami A, B, C			
Měř. číslo	Počet vyhodnocených		Početní koncentrace [$\text{vl} \cdot \text{m}^{-3}$]	Měř. číslo	Počet vyhodnocených		Početní koncentrace [$\text{vl} \cdot \text{m}^{-3}$]
	matnic i	vláken n			matnic i	vláken n	
1	121	63	$4,336 \cdot 10^4$	A	162	79	$4,061 \cdot 10^4$
2	159	78	$4,085 \cdot 10^4$	B	198	117	$4,921 \cdot 10^4$
3	162	73	$3,753 \cdot 10^4$	C	180	96	$4,441 \cdot 10^4$
4	178	103,5	$4,842 \cdot 10^4$				
5	162	79	$4,061 \cdot 10^4$				
počet měření			5				3
minimální			$3,753 \cdot 10^4$				$4,061 \cdot 10^4$
maximální			$4,842 \cdot 10^4$				$4,921 \cdot 10^4$
aritm. střední			$4,215 \cdot 10^4$				$4,474 \cdot 10^4$
maximální odchylka			$0,748 \cdot 10^4 = 14,9\%$				$0,447 \cdot 10^4 = 10,0\%$
střední odchylka			$0,299 \cdot 10^4 = 7,1\%$				$0,298 \cdot 10^4 = 6,7\%$

mikroskopické metody stanovení početních koncentrací skleněných vláken v ovzduší. Byl sledován rozptyl při stanovení k_n u téhož vzorku, a to jednak při opakování analýzách provedených jednou osobou (A), jednak při vyhodnocení třemi osobami (A-C). K hodnocení byl zvolen vzorek č. 7 s optimální hustotou asi 0,5 vlákna na jednu matnici; objem prosátého vzduchu byl $V = 1,4 \text{ m}^3$. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3.

Z výsledků vyplývá, že v obou případech maximální odchylky od středních hodnot k_n byly pod 15 %, při střední odchylce kolem 7 %; překvapující je, že při hodnocení vzorku třemi různými osobami se rozptyl nezvýšil a ležel v pásmu možných chyb jedné vyhodnocující osoby. Hodnoty rozptylu jsou poměrně příznivé, je však třeba zdůraznit, že zejména u vzorků s větší hustotou nebo při hodnocení téhož vzorku v různých laboratořích je možno počítat z rozptylem vyšším, dosahujícím, jak se uvádí v literatuře [1], až $\pm 30\%$.

4. ZÁVĚRY

1. Ve všech třech sledovaných provozech (skárna, výrobní izolačního materiálu, objemovna) se vyskytovaly nízké hodnoty jak celkových koncentrací [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$], tak početních koncentrací skleněných vláken [$\text{vl} \cdot \text{m}^{-3}$] v pracovním ovzduší, které vesměs leží hluboko pod předepsanými nejvyššími přípustnými hodnotami. Přes tyto příznivé podmínky si zaměstnanci závodu i pracující v jiných závodech s obdobným znečištěním na kvalitu prostředí stěžují. Přičinou nespokojenosti nemohou však být vysoké koncentrace, ale dráždivé účinky skleněných vláken.

2. Byla stanovena korelace mezi celkovou koncentrací prachu k_c a početní koncentrací skleněných vláken k_n v uvedených provozech.

3. Ve skárně byl prokázán konstantní stav znečištění v celém prostoru výrobní haly.

4. Rozměry skleněných vláken v pracovním ovzduší kolísaly v širokém rozsahu: síly vláken mezi $1-13 \mu\text{m}$, délky $5 \mu\text{m}-1,5 \text{ mm}$. Rozdělení četnosti hodnot d a l (kumulativní četnost) neodpovídaly logaritmicko-normálnímu rozdělení.

5. Obsahy skleněných vláken v celkových vzorcích prachu jsou velmi nízké (1,1–20 %). Na celkovém znečištění se tedy podílejí převážnou částí prachové částice jiného původu.

6. Byla stanovena přesnost a reprodukovatelnost použité mikroskopické metody stanovení skleněných vláken v ovzduší. Extrémní odchylky metody od střední hodnoty byly 15 %, střední chyba kolem 7 %. Rozptyl byl stanoven pro vzorek s optimální hustotou (0,5 vlákna na ploše matnice).

7. Popsaná mikroskopická metoda je poměrně pracná a časově náročná: pokud se vyhodnocuje počet vláken ve vzorku bez ohledu na jejich velikost, trvá analýza jednoho vzorku 20–30 minut, proměřují-li se však i dimenze jednotlivých vláken, trvá analýza asi 30–60 minut, podle hustoty vzorku. Mikroskopická metoda je však jedinou metodou, jak rozlišit vláknitou částici od ostatních.

LITERATURA

- [1] Materiály Světové zdravotnické organizace (WHO) z mezinárodní konference „Biological effects of mineral man-made fibres“, WHO-EURO, Kodaň (1982).
- [2] Hygienické předpisy, svazek 39/1978, č. 46: Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí. Avicenum, zdrav. nakl., Praha (1979).

- [3] Kolektiv autorů: Methods of monitoring and evaluating airborne man-made mineral fibres. Report on a WHO-Consultation. WHO-EURO Reports and Studies č. 48, Kodaň (1982).
- [4] Reference method for the determination of airborne asbestos fibre concentrations at workplaces by light-microscopy. Membrane filter method. Asbestos International Association, 68 Gloucester Place, London (1979).
- [5] Šimeček, J., Štochl, V.: K měření a hodnocení umělých minerálních vláken v ovzduší. Pracovní lékařství 34 (1982), 9: 312—316.
- [6] Standardní metody měření prašnosti v pracovním ovzduší. Příloha č. 8 k Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica. IHE, Praha (1976).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕКЛОВОЛОКОН В РАБОЧЕЙ АТМОСФЕРЕ

Инж. Я. Шимечек, к. т. н.

Инж. В. Штохл, к. г. н.

Статья познакомит с гигиенической проблематикой и с возможностями измерения минеральных волокон в рабочей атмосфере. В трех цехах одного завода стекловолокна была исследована общая концентрация летучей пыли при помощи мембранных фильтров (SYNPOR 2). После того, как фильтры были просвеченены, микроскопический анализ отдельных проб пыли был произведен. Анализы имели целью определить численную концентрацию, гранулометрический состав и содержания стекловолокон в всей пробе. Корреляция была определена между общей весовой концентрацией ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) и численной концентрацией стекловолокон ($1 \cdot \text{м}^{-3}$). Гигиенические требования на защиту атмосферы были исполнены в всех условиях измерения.

DETERMINATION OF GLASS FIBRES IN A WORKING ATMOSPHERE

Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

Ing. Václav Štochl, CSc.

Questions of sanitary matters and the possibilities of mineral fibres measuring in a working atmosphere are discussed in the article. Total airborne dust concentration in 3 departments of a plant producing glass fibre has been investigated through a membrane filter method (SYNPOR 2). After transparenting of the filters particular dust samples have been analysed by a microscopic method. Determination of count concentration, particle size distribution and glass fibres content in the total sample was the aim of the analyses. Correlation between the total mass concentration of dust ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) and the glass fibre count concentration ($1 \cdot \text{m}^{-3}$) has been determined. Hygienic demands on air cleanliness were in all the cases reliably fulfilled.

BESTIMMUNG DER GLASFASERN IN DER ARBEITSATMOSPHÄRE

Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.

Ing. Václav Štochl, CSc.

Der Artikel macht bekannt mit der Gesundheitsproblematik und mit den Messungsmöglichkeiten der Mineralfasern in der Arbeitsatmosphäre. In drei Betrieben einer Glasfaserfabrik wurde die Gesamtkonzentration des Flugstaubes mit Hilfe der Membranfiltermethode (SYNPOR 2) untersucht. Nachdem die Filter durchsichtig gemacht worden waren, die mikroskopische Analyse der Einzelstaubproben wurde durchgeführt. Die Analysen waren auf die Bestimmung der numerischen Konzentrationen, der Korngrößenverteilung und der Glasfasergehalte in der Gesamtprobe gerichtet. Die Korrelation zwischen der Gesamtstaubkonzentration ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) und der numerischen Glasfaserkonzentration ($1 \cdot \text{m}^{-3}$) wurde bestimmt. In allen Messungsfällen wurden die hygienischen Anforderungen an die Reinhaltung der Luft zuverlässig eingehalten.

PRODUKCE A TRANSPORT LEHKÝCH ATMOSFÉRICKÝCH IONTŮ

DOC. DR. ZDENĚK SPURNÝ, CSc.

Ústav dozimetrie záření ČSAV, Praha

Příspěvek seznámuje s problematikou civilizačního snížení koncentrace lehkých iontů v životním prostředí a s možnostmi jejich opětné regenerace. Diskutuje některé otázky vzniku, rekombinace a transportu lehkých vzdušných iontů s ohledem k rostoucímu zájmu o jejich praktické využití ve zdravotnictví a v národním hospodářství.

Recenzoval: MUDr. Ivan Žáček, CSc.

1. ÚVOD

S pojmem kvalitního ovzduší nerozlučně souvisí mimo jiné i přítomnost lehkých iontů, které se v přírodě i v budovách nepřetržitě tvoří zejména vlivem všudy-přítomného ionizujícího záření. Objemová koncentrace lehkých iontů v životním prostředí je vždy výsledkem dynamiky jejich vzniku i zániku. Při konstantním příkonu energie ionizujícího záření a za předpokladu stálé teploty a tlaku obecně platí, že čím je čistší ovzduší, tím je vyšší i objemová koncentrace těchto iontů a naopak. Jakékoli znečištění atmosféry chemickými zplodinami, aerosoly či prachem, vede k prudkému snížení jejich koncentrace. V našem životním prostředí se ve vzduchu tvoří kolem deseti iontů obou znamení v každém cm^3 za sekundu (což odpovídá průměrnému expozičnímu příkonu v ČSSR kolem $2,5 \text{ nC} \cdot \text{kg}^{-1}$ [1]), avšak celou řadou pochodů se ustály koncentrace kolem $3 \cdot 10^2 [\text{i} \cdot \text{cm}^{-3}]$. Jen ve zcela čistém vzduchu, na některých horách, v klimatických lázních či v jeskyních naměříme $10^3 [\text{i} \cdot \text{cm}^{-3}]$ i více¹⁾.

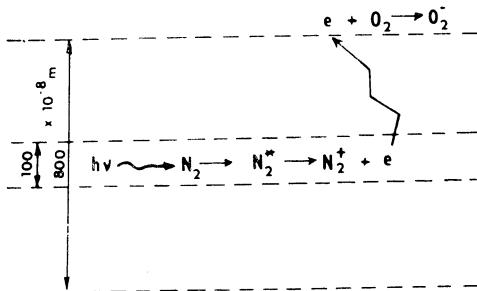
Přítomnost lehkých iontů, stejně tak jako původní zemské elektrické pole [4], byly faktory původního přírodního prostředí, na které byl člověk po generace adaptován a které mu v dnešní moderní době fyziologicky chybí. Vzhledem k tomu, že se jim připisuje celá řada velmi významných zdravotních účinků [5], je třeba je v životním prostředí uměle obnovovat. Obnovení elektrického pole, či umělé zvýšení koncentrace iontů v uzavřených prostorách není velkým problémem; v přírodě je to však sotva možné.

Tato tematika není vysloveně nová, okrajově se jí zabýval již ve 30. letech např. F. Běhounek [6], avšak teprve dnes po nashromáždění přesvědčivých důkazů o pozitivním vlivu lehkých vzdušných iontů a v souvislosti s obecnými otázkami čistoty životního prostředí [7] se i u nás v širším měřítku přistupuje k základnímu výzkumu v této oblasti.

¹⁾ Protože počet lehkých vzdušných iontů vyjadřuje vlastně čistotu ovzduší komplexněji, než údaje o kvalitě a kvantitě jednotlivých polutantů, je nyní také navrhováno, vyjadřovat univerzální čistotu vzduchu tímto parametrem, který by současně postihoval i „svěžest vzduchu“ jinak dosud těžko definovatelnou [2].

2. TVORBA IONTŮ V PŘÍRODĚ

Podle obecné teorie ionizace se obě základní složky, z nichž sestává podstatná část atmosféry (78,09 % N₂ a 20,95 % O₂) excitují příjmem energie kolem 2–3 eV na molekulu a ionizují při 13–15 eV (první ionizační potenciál kyslíku je 13,615 eV a dusíku 14,545 eV [8]), přičemž celková ionizační práce potřebná k vytvoření jednoho páru iontů ve vzduchu je v průměru $W = 34$ eV. To znamená, že značná část vynaložené energie se neprojeví ve tvorbě iontů a že většina primárně uvolněných elektronů zpětně rekombinuje (je zachycena „kleci“ mateřského kladného iontu). Dostane-li se primární elektron z klece mateřského iontu, není obvykle ještě schopen zachycení nejbližší neutrální molekulou, neboť má příliš vysokou energii (je „horký“) – musí se srážkovým mechanismem nejprve zpomalit (termalizovat) a teprve potom je schopen záchrany a tím vytvoření záporného iontu. Teprve takto vzniklé záporné ionty jsou relativně daleko od iontů mateřských (viz obr. 1. [9]) a nesnadno zpětně rekombinují (mohou však podléhat rekombinaci).



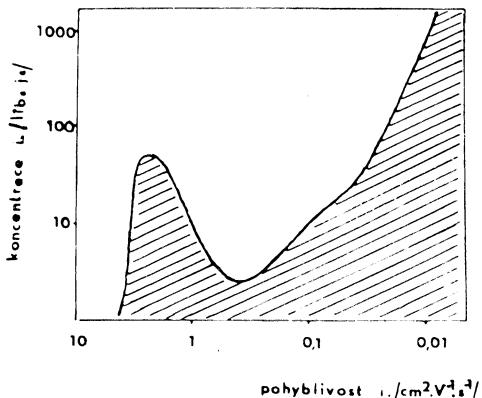
Obr. 1. Schéma iontové trubice po průchodu elektromagnetického záření vzduchem

cím druhotným, nebo aglomerují apod.; tento proces je pochopitelně značně závislý na řadě specifických podmínek).

Časově obvykle rozdělujeme celý proces od vzniku iontů až k jejich účinkům na tři stadia: *fyzikální stadium*, které probíhá v čase kolem 10^{-15} s a při němž dochází k přejímce energie, jejímu soustředění a vzbuzení molekuly. *Fyzikálně chemické stadium*, které následuje, pak probíhá v čase kolem 10^{-13} s a při něm již dochází k definitivní disociaci a tedy ke vzniku radikálů a iontů, které již mohou chemicky působit. Konečně třetí je *stadium biologické*, probíhající až desítky sekund; teprve v tomto úseku působí ionty na biologické objekty ve svém okolí.

Z obvyklé skladby vlnkového vzduchu vyplývá, že nejčastěji se vyskytující ionty jsou O₂⁻, OH⁻, H⁺ a N₂⁺; v menší míře však zde bude zastoupena celá řada dalších (*Přezeckij* [8] popisuje asi 20 druhů reakcí tvorby iontů ve vzduchu).

Primárně vzniklé ionty jsou relativně malé (o průměru asi 10^{-9} m) a tudíž i velmi pohyblivé (pohyblivost mezi $1-3 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, přičemž záporné ionty jsou asi o 30 % pohyblivější než kladné) a nazýváme je „lehkými“. S ohledem na kvalitu prostředí lehké ionty dříve či později agregují do velikosti iontů středních a těžkých; ty již se pohybují velmi pomalu. Proto se při úplném popisu koncentrace iontů v prostředí obvykle uvádí i jejich spektrum; typické rozdělení iontů podle velikosti (pohyblivosti) ukazuje obr. 2 [10].



Obr. 2. Typické spektrum iontů ve vzduchu

Jelikož biologický účinek je obvykle připisován iontům lehkým a z nich pak hlavně záporným, věnujeme v dalším textu pozornost jen této kategorii.

Přírodu i uzavřené prostory lze považovat za prostředí, v němž se ustavuje dynamická rovnováha objemové koncentrace lehkých iontů; její velikost se ovšem časově i prostorově značně liší. To závisí jednak na ionizující energii — příkonu excitující energie přírodního záření — jednak na tlaku a teplotě vzduchu, nadmořské výšce, mikroklimatu a na dalších podmínkách. Např. v radioaktivních lázních dosahuje přírodní objemová koncentrace lehkých iontů až 10^4 [i . cm^{-3}], v klimatických lázních, zejména kolem potoků a jezer, to bývá až 10^3 [i . cm^{-3}] a v průmyslových městech jen $50-500$ [i . cm^{-3}].

Ze zjednodušené úvahy lze odvodit [10], že pro dynamickou rovnováhu platí diferenciální vztah

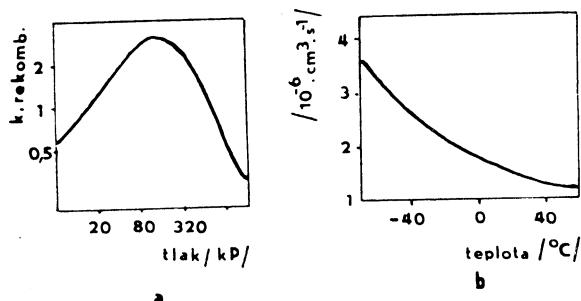
$$\frac{dn}{dt} = q - \alpha n^2 = 0;$$

zde n je počet iontů obojího znamení, q je množství iontů vytvořených za jednotku času v jednotkovém objemu vzduchu a α je tzv. „rekombinační faktor“. Tento faktor je složitou funkcí tlaku a teploty vzduchu; výsledkem toho je, že v normálních podmínkách s klesajícím tlakem stoupá koncentrace lehkých iontů a se stoupající teplotou klesá, neboť čím je α větší, tím více iontů rekombinuje a naopak (viz obr. 3).

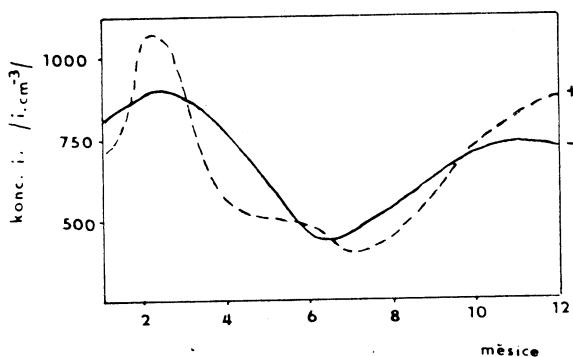
V uzavřených prostorách jsou podmínky poněkud složitější — v kamenných budovách je větší koncentrace radonu, a to přispívá k vyššímu obsahu iontů, zatímco v moderních železobetonových budovách je jednak malá koncentrace radonu a navíc je zde snížený zemský potenciál vlivem ocelové „klece“, a to vše vede k prudkému snížení koncentrace iontů i ke zhorení poměru jejich polarity, a to i při jinak velmi čistém ovzduší a stálé teplotě i tlaku².

²⁾ Poměr polarity iontů vystihuje tzv. „koeficient unipolárnosti — P “, který je definován jako poměr objemové koncentrace kladných iontů ke koncentraci iontů záporných; v přírodě bývá $P \sim 1,2$, ve znečištěném prostředí je obvykle $P > 2$ a za zdravotně velmi příznivý se považuje $P < 1$.

Kromě zmíněného vlivu tlaku a teploty, jakož i závislosti na znečištění atmosféry, se na objemové koncentraci lehkých iontů v daném prostředí projevují i jisté cyklické závislosti [např. cyklus den—noc; ranní a večerní maxima s poledním minimem; dále roční variace: nejčastěji letní minima s jarním a podzimním



Obr. 3. Závislost koeficientu rekombinace na tlaku (a) a teplotě (b) vzduchu



Obr. 4. Roční variace objemové koncentrace lehkých iontů v klimatických lázních

maximem (viz obr. 4 [8]), dále jsou zde vlivy mikroklimatu (inverze, vlhkost, přítomnost zeleně, vody, bouřkové a sněhové fronty a jiné). Celkově lze říci, že přirodě je objemová koncentrace lehkých iontů velmi rozdílná a značně nereprodukovaná — reprodukovatelně lze obvykle pozorovat jen sklony dané lokality k té či oné, příznivé či nepříznivé situaci, té či oné periodicitě, apod.

3. U MĚLÁ TVORBA IONŮ

Obnovit či zvýšit objemovou koncentraci iontů ve volné přírodě není snadné — lze toho docílit jen přes čistotu ovzduší, a to není vesměs reálné. Dosáhnout téhož v uzavřených prostorách je dosti jednoduché, i když i zde musíme dbát na řadu okolností.

Ačkoliv lze hlavní komponenty atmosféry ionizovat mnoha způsoby, v praxi jsou

využívány v podstatě jen dva: radioaktivní a elektrický. Oba mají své přednosti i nedostatky.

Radioaktivní iontové zdroje jsou velmi spolehlivé co do stálosti emise a výkonné (lohee dosahují výkonu 10^{12} i . cm³ a více) a ionizují vzduch v relativně velkých vzdálenostech. Proto se jich používá hlavně jako iontových standardů. V běžné praxi se s nimi nesetkáváme často, neboť existuje obava (poněkud zbytečná) z možné radioaktivní kontaminace prostředí. Rovněž to, že produkují ionty obojího znamení není často žádoucí.

Elektrické iontové zdroje jsou založené na tichém výboji vysokonapěťové elektrody a setkáme se s nimi nejčastěji. Podle tvaru a velikosti elektrody, druhu materiálu, jakož i vloženého napětí, dosahují výkonů řádově 10^6 i . cm³ a v závislosti na polaritě elektrody produkují jen jeden druh iontů. Energeticky jsou velmi nenáročné (zlomky W), ovšem vzhledem k možné pasivitě kovu elektrody bývají dosti poruchové. Na trhu je jich celá řada [5], a to od malých bytových či automobilových, až po velké průmyslové či terapeutické. Oproti zdrojům radioaktivním se však elektricky vyrobené lehké ionty musí vždy uvést vhodným způsobem do pohybu a dopravit do místa jejich působení. Velmi důležitým doplňkem při všech iontových aplikacích je možnost detekce produkovaných iontů. Ukazuje se totiž, že pouhé zjištění existence vysokého napětí či průtoku proudu není vůbec spolehlivým důkazem emise iontů a že jen přímé iontové měření je rozhodující.

Přístroje pro měření objemové koncentrace iontů ve vzduchu, „iontometry“ (neplést s ionizačními komorami!), využívají principu vodivosti vzduchu, která je tím větší, čím vyšší je objemová koncentrace. Iontometry však vždy musí prosát určité množství vzduchu a tím vyvolávají jisté proudění vzduchu, které má za následek strhování iontů do vzdáleností, ve kterých se při vlastní aplikaci pak nemusí vyskytovat. Proto se pro zjištění skutečného dosahu více osvědčují „iontové detektory“, které tuto možnost eliminují [11]. Pro měření objemové koncentrace máme u nás iontometry podle Běhounska (vyrobené firmou Špirk [6]) některé nové druhy iontometrů nebo dokonce i iontospekrometrů byly dovezeny.

4. TRANSPORT LEHKÝCH IONTŮ

Je třeba si uvědomit, že vzdušné ionty mají jen nepatrnou kinetickou energii i elektrickou pohyblivost, takže zejména v místnostech s potlačeným zemským elektrickým polem zůstávají ve formě mraku kolem emitoru a prakticky se vůbec nepohybují. Nebereme-li v úvahu difúzi, bývá jejich „dosah“ jen několik desítek cm od emitoru (klesá s třetí mocninou vzdálenosti od hrotu). Jediným jistým transportním prostředkem je buď umístění „elektrického zrcadla“ za emitor (opačně nabité parabolická elektroda) nebo, a to nejčastěji, strháváním iontů proudem vzduchu od dmychadla či ventilátoru. Při správně nasměrovaném emitoru vůči ventilátoru lze dosáhnout i vzdálenosti několika metrů a s poměrně malým zdrojem lze rovnoměrně zaplnit i celou místnost (jediný „bytový ionizátor“ zaplní okamžitě prostor asi 10 m^3 , tj. např. kabinu automobilu apod.). Jde-li o místnosti rozměrné, raději vyrobené ionty dopravujeme do místa spotřeby (inhalace do úst, pokusné klece se zvířaty či skleníky s rostlinami) pomocí tzv. „iontovodu“. To je v podstatě trubice s antistatickými stěnami, do které se lehké ionty strhují proudem vzduchu. Takto se dají lehké ionty dopravovat až do velkých vzdáleností, aniž se rozptýlí anebo odchýlí do nepotřebného směru (např. vlivem průvanu

při otevírání oken a dveří apod.). (Klasické klimatizační zařízení velkých budov pracuje po celé délce jako účinný vychytávač - scavenger - iontů, a proto se nemožou používat centrální iontové zdroje; zde umísťujeme potřebný počet menších zdrojů až na větrací výstup každé místnosti.)

Jak jsme již uvedli, je u radioaktivních iontových zdrojů problém s jejich transportem menší, neboť ionty se tvoří po celé délce stopy ionizujícího záření, a ta může být od 10^{-2} do 10^2 m (závisí to na druhu a energii záření), přičemž je ovšem nutno počítat s tím, že expoziční příkon bodového ionizačního zdroje klesá se čtvercem vzdálenosti.

V místě zamýšlené aplikace iontů je třeba se vyhnout použití všech druhů polárně nabitych povrchů, tedy zejména fólií a látek z umělé hmoty. Expoziční prostor nejradijněji uzavíráme (obkládáme) hliníkovou fólií, která bývá na nulovém potenciálu, nebo v případě záporných iontů může být uzemněna. V každém případě se však musíme v průběhu aplikace periodicky přesvědčovat, že ionty o požadované koncentraci se na příslušném místě skutečně vyskytují. (Zde se totiž při popularizaci biologických účinků lehkých atmosférických iontů udělalo nejvíce škody — experimentátoři prohlásili prostě ionty za neúčinné, aniž se kdy přesvědčili, zda vůbec byly aplikovány.)

5. ZÁVĚR

Přírodní záření tvoří ve vzduchu desítky iontů v každém cm^3 za sekundu, jejich výsledná koncentrace je díky primární i sekundární rekombinaci a jiným procesům, velmi nízká. Teprve zcela čisté ovzduší, jaké dnes najdeme jen zřídka, obsahuje vyšší koncentrace iontů — asi takové, na něž bylo lidstvo generacně adaptováno. Proto je třeba jejich koncentraci alespoň v bytech, pracovnách a pracovních prostorách uměle obnovovat.

Umělá výroba ionizovaného vzduchu je technicky nenáročná, jejich transport do místa aplikace však je problematický; nesnadná je jejich detekce i měření jejich objemové koncentrace. Zde bude nutno vykonat ještě mnoho výzkumné práce, podobně jako v oblasti jejich faktických biologických účinků. Ve zdravotníctví a v národním hospodářství (léčba astma, urychlené hojení, snižování krevního tlaku hypertoniků, odstraňování migrén a únavy, růstové inhibice či zvyšování produkce a výkonnosti) totiž dosud převládá empirie — nacházejí se výsledky protichůdné, negativní i nadneseně pozitivní. Příčina je vesměs v nereproduktností jejich produkce, chybém transportu nebo detekci. Lze očekávat, že po důkladném vědeckém probádání, které dnes intensivně probíhá po celém světě (viz např. [12–14]), se lehké vzdušné ionty stanou významným ekonomickým i terapeutickým nástrojem.

LITERATURA

- [1] Spurný, Z.—Kočí, J.—Šulcová, J.: Natural Radiation Field in Czechoslovakia, Jaderná energie (v tisku).
- [2] Čubinskij, S. M.: Bioklimatologija, Izd. Medicine, Moskva 1965.
- [3] Žáček, I.: Ionizace ovzduší a její praktické využití, Klimatizace 31, 3 (1980).
- [4] Forejt, J.: Život v elektrickém poli, Věda a Život 27, 239 (1982).
- [5] Tichá, H.—Tichý, M.: Atmosférická elektřina a živé organismy, Am. Radio 29, 183 (1980).
- [6] Běhounek, F.: Atmosférická elektřina, Nakl. ESČ, Praha 1936.

- [7] Cejnar, F.—Kovář, Z.—Spurný, Z.: Využití vědeckovýzkumných výsledků z oblasti dozimetrie a ochrany před ionizujícím zářením pro řešení problematiky ochrany a tvorby životního prostředí, Výzk. zpráva ÚDZ ČSAV č. 34, 1978.
- [8] Přezeckij, C. J.—Dmitrijev, M. T.: Radiacionnyje fyziko-chimičeskie procesy v vozdušnoj srede, Atomizdat, Moskva 1978.
- [9] Spurný, Z.: Úvod do radiační chemie, Nakl. ČSAV, Praha 1963.
- [10] Israel, H.: Atmosfärische elektrizität, AVLG, Leipzig 1957.
- [11] Kočí, J.: Zlepšovací námět ÚDZ ČSAV, Praha 1982.
- [12] Garfield, E.: Do air ions affect our lives and health?, Curr. Contents 22, 5 (1979).
- [13] Hawkins, L. A.—Barker, T.: Air ions and human performance, Ergonomics 21, 273 (1978).
- [14] Krueger, A. P. a sp.: Small air ions: their effect in terms of modern physical theory, Int. J. Biometr. 12, 225 (1968).

ПРОДУКЦИЯ И ТРАНСПОРТ ЛЕГКИХ АТМОСФЕРИЧЕСКИХ ИОНОВ

Доц. Д-р Зденек Спурны, к. т. н.

Статья познакомит с проблематикой цивилизационного понижения концентрации легких ионов в окружающей среде и с возможностями их регенерации. Описывается проблематика возникновения, рекомбинации и транспорта легких воздушных ионов, принимая во внимание возрастающий интерес о их использование в области здравоохранения и народного хозяйства.

PRODUCTION AND TRANSPORT OF LIGHT ATMOSPHERIC IONS

Doc. Dr. Zdeněk Spurný, CSc.

Problems of reduction of light ions concentration in the environment caused by the civilization and the possibilities of regeneration of the ions are discussed in the article. Some questions of the light air ions formation, recombination and transport, concerning the growing interest in practical utilization in medicine and national economy are discussed there.

PRODUKTION UND DER TRANSPORT DER LEICHTEN ATMOSPHÄRENIONEN

Doc. Dr. Zdeněk Spurný, CSc.

Der Artikel macht bekannt mit der Problematik der Zivilisationsverringerung einer Konzentration der leichten Ionen in der Umwelt und mit den Möglichkeiten ihrer Regeneration. Man beschreibt einige Entstehungs-, Rekombinations- und Transportfragen der leichten Atmosphärenionen mit Rücksicht auf das wachsende Interesse an ihre praktische Ausnutzung im Gesundheitswesen und in der Volkswirtschaft.

PRODUCTION ET LE TRANSPORT DES IONS LÉGERS ATMOSPHÉRIQUES

Doc. Dr. Zdeněk Spurný, CSc.

L'article présenté fait savoir la problématique de la diminution civilisatrice d'une concentration des ions légers dans l'environnement et les possibilités de leur régénération. Il décrit quelques questions de l'origine, de la recombinaison et du transport des ions légers aériens à l'égard de l'intérêt croissant de leur application pratique dans la santé publique et l'économie politique.

● Nízkoteplotní otopné soustavy v panelových domech

Tepelné technické vlastnosti budov ovlivňují rozhodujícím způsobem požadovaný výkon otopných soustav, a tím i celých soustav centralizovaného zásobování teplem. Tepelné ztráty nyní stavěných panelových domů neumožňují použití nízkoteplotní otopné soustavy. Bylo by nutné snížit tepelné ztráty staveb na 55 % proti dnešní hodnotě, aby se mohlo použít např. velkoplošné podlahové vytápění (s trubkami z umělých hmot a výpočtovými teplotami vody 42/32 °C) nebo soustavy s klasickými článkovými nebo panelovými tělesy s teplotami nejvýše 50/40 °C. Náklady na otopnou soustavu by přitom proti současném stavu ve stejně velkých domech nevzrostly.

Realizace předpokládá snížit součinitel prostupu tepla obvodových panelů na 0,5 W/m² K (přídavkem asi 60 mm polystyrénu), redukovat plochu oken na 15 % podlahové plochy místnosti a snížit součinitel prostupu tepla okny na 2 W/m² K (např. trojsklo).

Brož, gen. zpráva konf. „Řízení velkých teplárenských soustav“, Teplo 3/82
(Bš)

● Kabinet pro životní prostředí

V březnu 1983 zahájil přednáškovou a konzultační činnost Kabinet pro životní prostředí. Pod záštitou České rady ČSVTS odborně zajišťuje jeho činnost český ústřední výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS a organizačně se o jeho činnost stará Dům techniky ČSVTS, Praha.

Přednášky se konají jedenkrát měsíčně v místnosti Klubu techniků v Praze 1, Novotného lávka č. 5, účast je bezplatná. Informace o přednáškách podávají: O. Hozman, dipl. tech., KŽP ČSVTS, tel. 231 0124 1. 387 a Ing. Pičmannová (DT Praha), tel. 29 11 33.

(Bš)

● Nový odsavač olejové mlhy v NDR

VEB Lufttechnik Wurzen zavedla v r. 1982 do výroby nový vyvinutý odsavač olejové mlhy, kde k čistění vzduchu je zabudován elektrický odlučovač. Použití odsavače je pro obráběcí stroje, kde je opracovávaný výrobek chlazen kapalinou na bázi olejové emulze. Při obrábění kapaliny unikají do okolního ovzduší jednak kapalné částice, jednak plynné, vzniklé spálením tuků. Velikost částic se pohybuje mezi 0,008 až 10 µm.

Důvod, proč bylo u odsavače použito elektrického odlučovače spočívá v tom, že olejová mlha se dobrě ionizuje a tím se dosáhne vysoké odlučivosti, takže je možno vyčistěný vzduch vracet zpět do dílny, čímž se šetří tepelnou energií.

Odsavač sestává ze 3 sekcí (zdola nahoru): sběrné sekce s předodlučovačem, sekce elektroodlučovače s předfiltrem a ventilátorové sekce. Odsavač se umisťuje v blízkosti zdroje olejové mlhy. Odsávaný vzduch vstupuje nejprve do spodní části odsavače, kde se odloží velké kapky, pak pokračuje vzhůru do předfiltru, který má za úkol odlehčit následujícímu elektroodlučovači. Drátové ionizační elektrody napájené stejnosměrným proudem napětí 13 kV ionizují částice vzduchu a mlhy. Ionizovaný proud nabity kladně pak prochází sběračem, který pracuje při napětí 6,5 kV. Na jeho deskách nabitych záporně se částice zachycují a stékají pak do sběrné nádrže.

Technická data odsavače:

objemový průtok 2 500 m³/h
účinnost > 96 %
půdorysné rozměry 535 × 1 235 mm
výška 1 600 mm
hmotnost 150 kg
obsah sběrné nádrže 0,04 m³
příkon 1,1 kW

LuK 1/83

(Ku)

Upozornění

ČÚV Komitétu pro životní prostředí — ÚOS 5 — Vytápení připravuje tradiční 11. národní konferenci „Racionalizace ve vytápení“

Konference bude ve dnech 28. 2. — 1. 3. 1984 v Karlových Varech
Odborným garantem je doc. Ing. Karel Laboutka, CSc., ČVUT Praha
Informace: Dům techniky Praha — Ing. Laub, tel. 2114, linka 429
Gorkého 23
112 82 Praha 1

MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ HYDRAULICKÝCH SOUSTAV V OBLASTI ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ A SOUSTAV PRO ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM

FRANTIŠEK FRANTÍK

Výzkumný ústav pozemních staveb, Praha

V článku se popisuje základní problematika matematického modelování hydraulických soustav v oblasti ústředního vytápění a soustav pro zásobování teplem. Autor vychází z topologické struktury řešení hydraulické soustavy, jež je vyjádřena grafem zapojení a jeho algebraickým zobrazením. Jako základní výpočtové metody je použito „metody okruhových průtoků“ vypracované Chasilevem. Výpočtový postup, který lze zejména algoritmizovat, je principiálně založen na numerickém iterativním řešení soustavy nelineárních algebraických rovnic s použitím počítače.

Recenzovali: Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka, Ing. Dr. Alois Polanský

1. Úvod

Problematice matematického modelování hydraulických soustav (MMHS) se zaměřením na rozmanité mnohostranné speciální aplikace v oblasti ústředního vytápění a soustav pro zásobování teplem je věnována komplexně zpracovaná souborná monografická práce [2].

Za využití moderní výpočtové techniky lze pomocí MMHS řešit četné hydraulické a tepelné problémy nejrůznějšího charakteru, konvenčně prakticky neřešitelné. Výhody MMHS jsou: a) levnost pořízení a snadné ověření modelu, b) obecnost, stručnost, přesnost, určitost a objektivnost řešení, c) účelné využití počítače a d) možnost uplatnění stavebnicového principu modelování. Správnost výsledků MMHS závisí především na reprezentativnosti vstupního podkladového materiálu.

Cílem článku je orientačně seznámit čtenáře se základními informacemi a principy MMHS s vymezením na řešení hydraulických problémů.

2. Hydraulická soustava, její matematický model a matematické modelování

Hydraulická soustava (HS) je složená z jednotlivých hydraulických obvodů a obecně sestává z libovolného počtu úseků navzájem spojených v konecových bodech zvaných uzly. Jsou v ní obsaženy kromě potrubí i vřazené hydraulické odpory a čerpadla. V dané aplikační oblasti se vyskytují výhradně nelineární HS charakterizované tím, že tlakové

ztráty v jednotlivých úsecích jsou nelineárně závislé na hmotnostních průtocích.

Za matematický deterministický statický model HS lze považovat přímo soustavu matematických rovnic (nebo nerovností), popisujících vztahy mezi veličinami charakterizujícími tuto soustavu. Činnost zaměřená na matematické modelování a simulování reálného chování hydraulických provozních stavů s použitím moderní elektronické výpočtové techniky se nazývá „matematické modelování hydraulické soustavy“ (MMHS). Výpočtová metoda určená pro numerickou hydraulickou analýzu průtoku a další speciální výpočty v nelineárních soustavách se souvislým grafem zapojení HS je označena jako „zobecněná metoda okruhových průtoků“ (ZMOP).

3. Topologie hydraulických soustav

MMHS vychází z algebraického vyjádření orientovaného grafu zapojení řešené HS zobrazujícího její topologickou strukturu.

Topologie HS je část kombinatorické topologie (součást geometrie) nazývaná teorií grafů aplikovaná na HS. Graf zapojení HS (orientovaný, ohodnocený, roviný, prostorový) získaný ve smyslu teorie grafů zobrazuje geometrickou strukturu HS a jednoznačně ji charakterizuje z hlediska topologického. Algebraické vyjádření topologické struktury orientovaného grafu zapojení HS se provádí pomocí incidenčních matic **A** a **B**, které do algebraické topologie zavedl H. Poincaré.

Topologické vlastnosti HS jsou dány počtem uzelů a způsobem jejich vzájemného propojení úseků. Uzávřené spojení uspořádané množiny

orientovaných úseků, přičemž koncový uzel každého úseku je počátečním uzlem dalšího návazného úseku, je orientovaný okruh grafu zapojení HS. Každý okruh, který zahrnuje alespoň jeden úsek, který není obsažen ve zbyvajících okruzích dané množiny okruhů, je lineárně nezávislý okruh zapojení HS.

Základní orientace základního úseku okruhu při aplikaci ZMOP je ve shodě se základní okruhovou orientací.

Úseky ohodnoceného orientovaného grafu zapojení HS představují ve skutečnosti potrubní úseky, ke kterým se přiřazují kromě topologických údajů geometrické a hydraulické parametry.

Obecná kombinatorická topologie zahrnující pro MMHS použitou teorii grafů představuje solidně vybudovaný vědní obor. Čtenář se s ním může podrobně seznámit pomocí četné publikované literatury.

4. Soubor vektorů (sloupcových matic) pro MMHS

Pro MMHS je určen tento soubor vektorů (sloupcových matic):

a) Základní vektory:

- vektor úseků grafu zapojení HS: \mathbf{v} (Λ rozměrný),
- vektor uzlů grafu zapojení HS: \mathbf{u} (Φ rozměrný),
- vektor tlaků v uspořádaných uzlech grafu zapojení HS: \mathbf{P} (Φ rozměrný),
- vektor hmotnostních průtoků v uspořádaných úsecích grafu zapojení HS: \mathbf{M} (Λ rozměrný),
- vektor hmotnostních „okruhových“ průtoků v uspořádaných úsecích grafu zapojení HS: \mathbf{M}_z (Ω rozměrný),
- vektor hmotnostních průtoků v uspořádaných vedlejších úsecích grafu zapojení HS: \mathbf{M}_v ($\Lambda - \Omega$ rozměrný),
- vektor nezávislých neproměnných hmotnostních vtoků a odběrů v uspořádaných uzlech grafu zapojení HS: \mathbf{G} (Φ rozměrný).

- b) Vektor aktivních zdrojů tlaku (tj. tlaků čerpadel $H_{\epsilon,i}$ a vztlaků $h_{t,i}$): \mathbf{H} (Ω rozměrný)

Matematické vyjádření:

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_{\epsilon} + \mathbf{H}_t = (\sum_i H_{\epsilon,i}) + (\sum_i h_{t,i});$$

$$i \in \langle 1, 2, \dots, \Lambda \rangle,$$

$$o \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle,$$

kde \mathbf{H}_{ϵ} — vektor tlaků (manometrických dopravních výšek) čerpadel HS (prvky $H_{\epsilon,i}$),

\mathbf{H}_t — vektor vztlaků HS zahrnující vztlaky účinné h a přídavné h_p .

Hodnota prvků úseků nezávislého okruhu bez instalovaných čerpadel a bez vztlaků simulovaných fiktivními čerpadly je 0. Znaménka aktivních zdrojů tlaku $H_{\epsilon,i}$ a $h_{t,i}$ se určí podle směru působení čerpadel a vztlaků.

c) Vektor změn tlakových ztrát se zahrnutím aktivních zdrojů tlaku v nezávislých okruzích HS při jednotlivých iteračních krocích postupných aproximací: Π (Ω rozměrný). Je určen pro sestavení okruhových rovnio v maticovém tvaru. Stručný zápis pro n-tý iterační krok:

$$\Pi^{(n)} = \{\Pi_k^{(n)}\}; \quad k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle.$$

d) Vektor změn okruhových hmotnostních průtoků v základních úsecích nezávislých okruhů ΔM HS při jednotlivých iteračních krocích postupných aproximací: ΔM (Ω rozměrný). Je určen pro sestavení okruhových rovnio v maticovém tvaru. Stručný zápis pro n-tý iterační krok:

$$\Delta M^{(n)} = \{\Delta M_k^{(n)}\};$$

$$k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle.$$

e) Nulový vektor pro „zobecněnou uzlovou podmítku HS“: \mathbf{O}_v (Φ rozměrný).

Jeho všechny prvky jsou nulové, tj. O_j ($j \in \langle 1, 2, \dots, \Phi \rangle$).

f) Nulový vektor pro „zobecněnou okruhovou podmítku HS“: \mathbf{O}_o (Ω rozměrný).

Jeho všechny prvky jsou nulové, tj. O_k ($k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle$).

5. Soubor matic pro MMHS

Pro MMHS je určen tento soubor matic:

- a) První incidenční matice \mathbf{A} (Poincaréova) orientovaného grafu zapojení geometrického modelu HS typu (Λ, Φ) vyjadřuje vzájemnou incidenci úseků v_i a uzlů u_j modelu.

Stručný zápis:

$$\mathbf{A} = \{a_{ij}\};$$

$$i \in \langle 1, 2, \dots, \Lambda \rangle,$$

$$j \in \langle 1, 2, \dots, \Phi \rangle.$$

Hodnoty prvků matice a_{ij} :

0: v_i a u_j nejsou incidentní,

1: orientovaný v_i a u_j jsou incidentní,

v_i vstupuje do u_j ,

-1: díto, avšak v_i vystupuje z u_j .

Stručný zápis transponované matice \mathbf{A}' k matici \mathbf{A} :

$$\mathbf{A}' = \{a'_{ji}\};$$

$$j \in \langle 1, 2, \dots, \Phi \rangle,$$

$$i \in \langle 1, 2, \dots, \Lambda \rangle.$$

- b) Druhá incidenční matice \mathbf{B} orientovaného grafu zapojení geometrického modelu HS typu (Λ, Ω) vyjadřuje vzájemnou incidenci úseků v_i a nezávislých okruhů o_k modelu včetně jejich vzájemné orientace.

Stručný zápis:

$$\mathbf{B} = \{b_{ik}\};$$

$$i \in \langle 1, 2, \dots, \Lambda \rangle,$$

$$k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle.$$

Hodnoty prvků matice b_{ik} :

0: v_i a o_k nejsou incidentní,

1: v_i a o_k jsou incidentní; základní orientace v_i je souhlasná s orientací o_k ,

—1: dtto, avšak základní orientace v_i není souhlasná s orientací o_k .

Stručný zápis transponované matice \mathbf{B}' k matici \mathbf{B} :

$$\begin{aligned}\mathbf{B}' &= \{b_{ki}\}; \\ k &\in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle. \\ i &\in \langle 1, 2, \dots, A \rangle,\end{aligned}$$

c) Čtvercová diagonální matice \mathbf{T} hmotnostních průtoků \dot{M}_i v úsecích HS (A -tého řádu):

Stručný zápis:

$$\mathbf{T} = \text{diag} \{ |\dot{M}_1^{r-1}|, |\dot{M}_2^{r-1}|, \dots, |\dot{M}_A^{r-1}| \}.$$

Nediagonální prvky (tj. vedlejších diagonál) jsou nulové. \dot{M}_i ve všech úsecích HS se uvádějí jako kladné.

d) Čtvercová diagonální matice \mathbf{X} hydraulických součinitelů X_i úseků v_i HS (A -tého řádu):

Stručný zápis:

$$\mathbf{X} = \text{diag} \{ X_1, X_2, \dots, X_A \}.$$

Nediagonální prvky (tj. vedlejších diagonál) jsou nulové.

e) Čtvercová symetrická matice \mathbf{N} koeficientů soustavy okruhových rovnic HS (Ω -tého řádu):

Matrice se používá pro sestavení okruhových rovnic HS podle vztahu (12).

Zápis této matice má tvar:

$$\mathbf{N} = o_2 \begin{vmatrix} k & o_1 & o_2 & \dots & o_\Omega \\ o_1 & \sum |\tau_1|, & \tau_1, & \dots, & \tau_1 \\ \vdots & \tau_1, \sum \frac{|\tau_1|}{2}, & \dots, & \tau_1 \\ \vdots & \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ o_\Omega & \tau_1, \tau_1, \dots, \sum \frac{|\tau_1|}{\Omega} & & & \end{vmatrix}$$

$\Sigma l\tau_1 l, \Sigma \frac{l\tau_1 l}{2}, \dots, \Sigma \frac{l\tau_1 l}{\Omega}$ — diagonální prvky
(tj. hlavní diagonály),
 τ_1, \dots —nediagonální prvky (tj. vedlejších diagonál).

Diagonální prvky matice \mathbf{N} vyjadřují pro jednotlivé nezávislé okruhy součty absolutních hodnot koeficientů $l\tau_1 l$ soustavy okruhových rovnic sestavených se zanedbánímnediagonálních prvku. Pro daný nezávislý okruh o_k ($k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle$) grafu zapojení HS se hodnota diagonálního prvku vypočte podle vztahu:

$$\sum_k |\tau_1| = \sum r \cdot X_1 \cdot |\dot{M}_1^{r-1}|; \quad 1 < r < 2, \quad (1)$$

v kterém jsou zahrnutý prvky τ_1 všech příslušných úseků v_i (tj. základního a vedlejších) daného okruhu.

Hodnotynediagonálních prvku τ_1 matice \mathbf{N} se určí tak, že samostatně pro každý nezávislý okruh o_k ($k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle$) grafu zapojení HS se stanoví prvky τ_1 pro všechny styčné úseky v_i daného okruhu se sousedními nezávislými okruhy podle vztahu:

$$\tau_1 = r \cdot X_1 \cdot M_i^{r-1}; \quad 1 < r < 2. \quad (2)$$

Množina takto stanovených prvků τ_1 pro všechny nezávislé okruhy HS tvoří množinu hledanýchnediagonálních prvků matice \mathbf{N} .

6. Fundamentální podmínky pro MMHS

6.1 Uzlová podmínka

„Uzlová podmínka“ vyjadřující hmotnostní bilanci v uzlech HS je analogická s I. Kirchhoffovým zákonem platným pro analýzu elektrických obvodů. Pro kterýkoli uzel libovolné HS se případně přiřazeným nezávislým neproměnným (příp. proměnným) hmotnostním vtokem nebo odběrem G_j má matematické vyjádření „uzlové podmínky“ obecně tvar:

$$(\sum_{ij} a_{ij} \cdot \dot{M}_i) + \mu_j \cdot G_j = 0, \quad (3)$$

kde \dot{M}_i — hmotnostní průtok v úseku v_i incidenčním s uzlem u_j ,

a_{ij}, μ_j — koeficienty mající tyto hodnoty:

— 1, je-li \dot{M}_i nebo $G_j > 0$

(signum = +),

— 1, je-li \dot{M}_i nebo $G_j < 0$

(signum = —),

0, je-li \dot{M}_i nebo $G_j = 0$.

Aplikací „uzlové podmínky“ na celou libovolnou HS, tj. pro všechny uzly u_j ($j \in \langle 1, 2, \dots, \Phi \rangle$), se obdrží soustava rovnic, která při maticovém zápisu vyjadřuje „zobecněnou uzlovou podmínku“ HS. Matematické maticové vyjádření této podmínky v kompaktním zápisu:

$$\mathbf{A}' \cdot \mathbf{M} + \mathbf{G} = \mathbf{O}_u. \quad (4)$$

6.2 Okruhová podmínka

„Okruhová podmínka“ vyjadřuje bilanci tlakových ztrát v nezávislých okruzích HS a je analogická s II. Kirchhoffovým zákonem platným pro analýzu elektrických obvodů. Pro kterýkoli nezávislý uzavřený okruh libovolné HS bez G_j v uzlech tudíž obecně v matematickém vyjádření platí:

$$\sum_{ki} (b_{ij} \cdot \Delta p_i \pm H_{\epsilon, i} \pm h_{t, i}) = 0, \quad (5)$$

kde b_{ij} — koeficienty mající tyto hodnoty:

$b_{ij} = 1$, signum = +; je-li tlaková ztráta v úseku, v němž směr průtoku je souhlasný se základní orientací okruhu,

$b_{ij} = -1$, signum = —; je-li tlaková ztráta v úseku, v němž směr průtoku je opačný než je základní orientace okruhu.

Aplikací „okruhové podmínky“ na celou libovolnou HS, tj. pro všechny nezávislé okruhy o_k ($k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle$), se obdrží soustava rovnic, která při maticovém zápisu vyjadřuje „zobecněnou okruhovou podmínku“ HS. Její matematické vyjádření v kompaktním tvaru pro libovolnou HS bez G_j v uzlech je toto:

$$\mathbf{B}' \cdot \mathbf{X} \cdot \mathbf{M} \cdot \mathbf{T} + \mathbf{H} = \mathbf{O}_o. \quad (6)$$

6. 3 Hydraulická podmínka

Matematický model HS zahrnuje kromě uzlové a okruhové podmínky rovněž „hydraulickou podmíinku“ (zákon) vyjadřující vztah mezi hmotnostním průtokem a tlakovou ztrátou, a to buď jednotně pro celou HS, nebo pro jednotlivé části nebo úseky HS.

Po mechaniku vody je voda uvažována jako izotropní kontinuum, dokonalá, newtonská a nestlačitelná. Dále je uvažováno s dalšími idealizacemi.

Stanovení tlakové ztráty se výhodně provádí s použitím tzv. hydraulického součinitele

a_z [—]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,00
r [—]	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00

Proudění vody v trubkách může probíhat při značně rozdílných režimech. Při použití počítače lze i do hydraulických výpočtů zavést nové poznatky potrubní hydrauliky. V každém iteračním kroku vyrovnavacího výpočtového procesu se vypočte pro každý potrubní úsek i příslušný X_1 (závisející na průtoku, a tím na součiniteli tření λ) podle výpočtového vztahu pro příslušnou oblast proudění.

7. Aktivní zdroje tlaků

7.1 Matematické modelování charakteristiky čerpadla (H_c)

Při hydraulických výpočtech prováděných na počítači se do příslušných okruhových rovin zahrne namísto určité hodnoty tlaku čerpadla H_c příslušný analytický vztah modelující charakteristiku čerpadla. Během iteračního výpočtového procesu se při jednotlivých iteračních krocích dosazuje za M_c příslušný hmotnostní průtok.

Charakteristiku konkrétního oběhového nebo jiného čerpadla lze matematicky modelovat s dostatečnou přesností pomocí některého aproksimačního analytického vztahu představujícího empirickou regresní křivku a stanoveného na základě známé charakteristiky, např. metodou nejmenších čtverců. Analytický vztah vyjadřující kvadratickou parabolickou závislost mezi tlakem čerpadla H_c a dopravovaným hmotnostním průtokem M_c má tvar:

$$H_c = a_0 + a_1 \cdot M_c + a_2 \cdot M_c^2, \quad (9)$$

kde a_0, a_1, a_2 — parametry stanovené pro konkrétní čerpadlo (hodnoty včetně znamének) [—].

7.2 Matematické modelování vztlaků působících v HS

Hnací síla, vyvolávající v nevodorovné potrubní síti HS v důsledku rozdílu měrných hmotností otopné vody samovolný pohyb vody,

„Hydraulická podmínka“ určená pro výpočet tlakové ztráty potrubního úseku v_i zahrnující ztráty třením i místními odpory je pak dána vztahem:

$$\Delta p_i = X_i \cdot \dot{M}_i \cdot |\dot{M}_i^{-1}|, \quad (7)$$

kde

$$X_i = \frac{62\ 343,94}{q_i \cdot d_i^4} \cdot \left(1\ 000 \frac{\lambda_i}{d_i} \cdot l_i + \Sigma \zeta_i \right). \quad (8)$$

Hodnoty exponentu r v závislosti na podílu tlakové ztráty místními odpory z celkové tlakové ztráty a_z jsou tyto (podle L. Koppa):

a_z [—]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,00
r [—]	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00

se nazývá obecně vztlak. Tento působí s oběhovým čerpadlem v jednotlivých úsecích HS buď v kladném, nebo záporném smyslu podle směru nuteného proudění vody.

Výpočtové vztahy vhodné pro matematické modelování vztlaků (bez zahrnutí nebo se zahrnutím proměnlivosti M) lze odvodit ze základních známých vztahů pro stanovení vztlaku, měrné hmotnosti vody a ochlazování potrubí.

7.3 Simulování účinku vztlaků v HS

Působení vztlaků v HS lze simulovat přímo fiktivními čerpadly příslušně umístěnými podle typu HS a druhu výpočtu (viz obr. 1). Při analýze průtoku se pro jednotlivé provozní stavby přirazují k fiktivním čerpadlům příslušné vztlaky stanovené v průběhu výpočtového procesu z vhodných analytických vztahů. Např. pro účinný vztlak h z ochlazování otopné vody v otopném tělesu teplovodní otopné soustavy se zanedbáním přídavného vztlaku h_p z ochlazování otopné vody v potrubí a bez zahrnutí vlivu proměnnosti hmotnostního průtoku otopným tělesem M_T platí vztah:

$$h = g \cdot z [0,167\ 50 + 0,002\ 85 (t_{TV} + t_{TR})] (t_{TV} - t_{TR}). \quad (10)$$

8. „Zobecněná metoda okruhových průtoků“ (ZMOP) jako základní výpočtová metoda pro MMHS

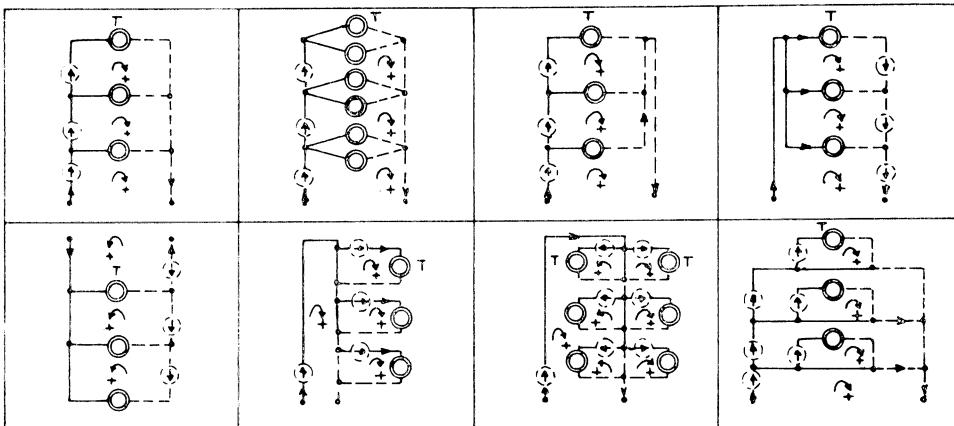
8.1 Úvod

V naší odborné literatuře doposud prezentované četné numerické výpočtové iterační metody a jejich modifikace jsou určeny především pro provádění analýzy a syntézy průtoku okruhových vodárenských a plynárenských potrubních sítí (Lobačev, Cross, Šerek, Višnovský, Andrijašev).

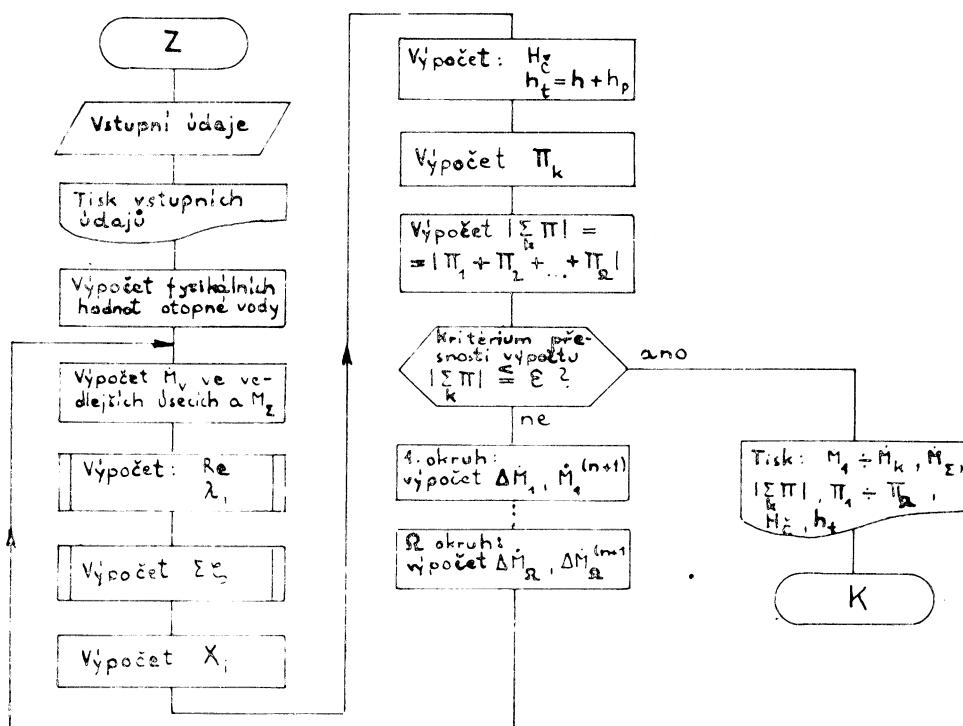
Jako základní výpočtová metoda pro MMHS použitá v [2] je „metoda okruhových průtoků“, vypracovaná V. J.A. Chasilevem [1]. Tato

metoda je určena pro analýzu průtoku nelineárních HS se souvislým topologicky ekvivalentním rovinovým grafem zapojení s n -doplňkovými prostorovými okruhy, a to za ustáleného stavu pro newtonské kapaliny. V [2] je tato metoda označena jako „zobecněná metoda okruhových průtoků“ (ZMOP). Původní metoda byla nazívána zobecněnou proto, že umožňuje řešení četných problémů bez

některých nedostatků a matematických nevýhod vyskytujících se pro danou aplikační oblast u jiných obdobných metod. Učelně ji lze využít podle [2] i pro zpracování obdobné ZMOP určené pro analýzu průtoku libovolných nelineárních HS s nezávislými proměnnými hmotnostními odbory a se souvislým prostorovým grafem zapojení. V podstatě umožňuje ZMOP výpočet rozdělení ustálených průtoků



Obr. 1. Příklady umístění fiktivních čerpadel simulujících vztoky v různých typech otopních soustav s nuceným oběhem



Obr. 2. Hrubý vývojový diagram cyklického výpočtového iteračního procesu při analýze průtoku HS (bez zahrnutí tepelných výpočtů)

a tlaků na jednotlivé úseky a uzly jednotlivých nezávislých okruhů HS, jejichž geometrickou a fyzikální strukturu lze algebraicky zobrazit, a tím i matematicky namodelovat. Rovněž při řešení modifikovaných a návazných problémů v oblasti MMHS je možno použít ZMOP.

8.2 Obecný aplikační postup analýzy HS při použití ZMOP

Analýza průtoku libovolné nelineární HS vyjádřené souvislým rovinným grafem zapojení ve smyslu topologie HS se při použití ZMOP provádí podle tohoto obecného orientačního aplikačního postupu:

a) Zhotovení orientovaného, popřípadě podle potřeby topologicky ekvivalentního orientovaného grafu zapojení HS ve shodě s topologií HS. Převedení grafu zapojení větvových nebo radiálních HS na graf souvislý (cyklický) a dopracování na orientovaný graf zapojení.

b) Vyjádření geometrické struktury HS v algebraické formě pomocí matic \mathbf{A}' a \mathbf{B}' .

c) Zpracování podkladů (výpočtových postupů) a shromáždění výchozích údajů pro stanovení X , Δp , $\Sigma \zeta$. Sestavení dalších vstupních údajů (např. vtoků a odběrů).

d) Odvození vztahů pro výpočet \dot{M}_v pomocí M_k .

e) Sestavení podkladů a údajů pro stanovení aktivních zdrojů tlaku.

f) Sestavení souboru vektorů \mathbf{M} , \mathbf{H} , \mathbf{O}_u , \mathbf{O}_o , \mathbf{G} a matic \mathbf{T} , \mathbf{X} podle potřeby.

g) Sestavení rovnic pro stanovení změny tlakových ztrát se zahrnutím aktivních zdrojů tlaku v jednotlivých nezávislých okruzích Π_k a vektoru Π .

h) Sestavení „okruhových rovnic“ pomocí maticy \mathbf{N} .

i) Odvození vztahů pro výpočet opravných hmotnostních průtoků ΔM_k (sestavení vektoru $\Delta \mathbf{M}$) a nových \dot{M}_k .

j) Sestavení kritéria přesnosti iteračních výpočtů se zvolenou přesností ϵ (popřípadě s použitím ϵ_1 a ϵ_2).

k) Zpracování a verifikace vývojového diagramu a programu pro strojový výpočet na počítači.

Průběh cyklického výpočtového iteračního procesu při analýze HS je orientačně patrný z hrubého vývojového diagramu programu pro strojový výpočet na počítači (obr. 2). Stanovení počátečních (pravděpodobných) $\dot{M}_k^{(0)}$ všech základních úseků pro 0-tý (počáteční) iterační krok je účelné provést tak, aby se $\dot{M}_k^{(0)}$ co nejvíce blížily skutečným (výpočtovým) hodnotám. Čím bude odhad $\dot{M}_k^{(0)}$ výstižnější, tím bude doba výpočtového procesu kratší.

Některé HS vyjádřené souvislými prostorovými grafy zapojení lze účelně převést na souvislé topologicky ekvivalentní rovinné grafy zapojení s doplňkovými prostorovými okruhy. V takových případech lze použít výše uvedeného aplikačního postupu.

8.3 Výpočet hmotnostních průtoků ve vedlejších úsecích \dot{M}_v

Vztahy (lineární algebraické rovnice) pro výpočet jednotlivých hmotnostních průtoků

ve vedlejších úsecích \dot{M}_v grafu zapojení HS vyplývají:

a) z aplikace „uzlové podmínky“ případně „zobecněné uzlové podmínky“ HS,

b) z využití principu nahrazení změn hmotnostních průtoků ve vedlejších úsecích HS pomocí změn hmotnostních průtoků v základních úsecích HS.

Uplatněním shora uvedeného jak pro výchozí nultou approximaci, tak i při každém dalším iteračním kroku (přechod z každé n -té iterace na $(n+1)$ -tu iteraci) se dosáhne podstatného zjednodušení celého výpočtového postupu. Hmotnostní průtoky \dot{M}_v tvoří prvky vektoru \mathbf{M}_v .

8.4 Změna tlakových ztrát v nezávislém okruhu Π_k

Při jednotlivých iteračních krocích postupných approximací se pro jednotlivé nezávislé okruhy Π_k hydraulické soustavy stanovuje změna tlakových ztrát se zahrnutím aktivních zdrojů tlaku Π_k . Její stanovení se provádí s ohledem na nově vypočtené opravené hmotnostní průtoky ve všech úsecích při splnění „uzlové podmínky“ na základ hodnot z předcházejícího iteračního kroku. Pro nezávislý okruh Π_k sestávající z pasivních i aktivních úseků pro n -tý iterační krok platí:

$$\Sigma (\pm \Delta p_i^{(n)} \pm H_{i,1}^{(n)} \pm h_{i,1}^{(n)}) = \Pi_k^{(n)}, \quad (11)$$

$$k \in \langle 1, 2, \dots, \Omega \rangle, \\ i \in \langle 1, 2, \dots, \Lambda \rangle.$$

Levá strana vztahu (11) je identická s levou stranou vztahu (5) vyjadřujícího „okruhovou podmíinku“.

Zásady pro určení signat aktivních zdrojů tlaku $H_{i,1}$ a $h_{i,1}$:

a) Je-li směr působení aktivního zdroje tlaku uvažovaného nezávislého okruhu totožný s jeho základní okruhovou orientací, je signum tlaku = — (tj. $-H_{i,1}, -h_{i,1}$).

b) Je-li směr působení aktivního zdroje tlaku uvažovaného nezávislého okruhu opačný než je jeho základní okruhová orientace, je signum tlaku = + (tj. $+H_{i,1}, +h_{i,1}$).

c) Signum aktivního zdroje tlaku ve styčném úseku dvou nezávislých okruhů se určuje ve smyslu zásad uvedených v ad a), b), avšak s ohledem na základní okruhovou orientaci toho kterého uvažovaného nezávislého okruhu.

8.5 Okruhové rovnice

Základními výchozími výpočtovými rovnicemi ZMOP jsou okruhové rovnice, jejichž způsob sestavení vychází z detailního odvození ZMOP [2]. V maticovém kompaktním zápisu pro n -tý iterační krok mají tento tvar:

$$\mathbf{N}^{(n)} \cdot \Delta \mathbf{M}^{(n)} = \Pi^{(n)}. \quad (12)$$

Prvky maticy \mathbf{N} tvoří prvky diagonální i nediagonální. Pod diagonálními prvky se rozumějí prvky hlavní diagonály maticy, zatímco všechny ostatní prvky ležící mimo hlavní diagonálu jsou považovány za prvky

nediagonální. Při analýze průtoku jednodušších HS lze z důvodu zjednodušení výpočtu ne-diagonální prvky matice \mathbf{N} zanedbat.

8.6 Opravné okruhové hmotnostní průtoky $\Delta \dot{M}_k$

V každém iteračním kroku výpočtového iteračního procesu se vypočítává pro jednotlivé nezávislé okruhy HS postupně v pořadí od prvního do posledního okruhu opravné okruhové hmotnostní průtok $\Delta \dot{M}_k$. Současně při výpočtu každého $\Delta \dot{M}_k$ se stanoví i nový hmotnostní průtok \dot{M}_k v základním úseku příslušného nezávislého okruhu. Důležitou charakteristikou vlastnosti způsobu provádění výpočtu $\Delta \dot{M}_k$ je to, že výpočet $\Delta \dot{M}_k$ toho kterého nezávislého okruhu při respektování nediagonálních prvků se stanovuje vždy s ohledem na nově vypočtené \dot{M}_k pro předcházející nezávislé okruhy.

Pro výpočet $\Delta \dot{M}_k^{(n)}$ lze uvést v obecném tvaru následující vztah, ve kterém je navíc zaveden relaxační součinitel χ :

$$\Delta \dot{M}_k^{(n)} = \frac{\chi \cdot \Pi_k^{(n)} + NP^{(n)}}{r \cdot \sum_k X_k^{(n)} \cdot |\dot{M}_k^{(n)r-1}|}, \quad (13)$$

kde $\chi \in \langle 0,4 \div 1 \rangle$,

$NP^{(n)}$ — matematický výraz obsahující nediagonální prvky při použití matice $\mathbf{N}^{(n)}$ v n -tému iteračnímu kroku.

Vztah (13) vyplývá z okruhové rovnice HS. Relaxační součinitel χ je do vztahu (13) zaveden na základě aplikačních zkušeností s použitím ZMOP. Jeho hodnota pro jednodušší HS je 1, pro složitější HS je menší než 1.

8.7 Výpočet hmotnostních průtoků \dot{M}_i v průběhu výpočtového iteračního procesu

V průběhu výpočtového iteračního procesu se pro každý další iterační krok, tj. při přechodu z každé n -té iterace na $(n+1)$ -ou iteraci, stanovují nové hmotnostní průtoky \dot{M}_i pro všechny úseky grafu zapojených HS. Pro nové hmotnostní průtoky \dot{M}_k v základních úsecích nezávislých okruhů, s nimiž se počítá v dalším iteračním kroku, platí:

$$\dot{M}_k^{(n+1)} = \dot{M}_k^{(n)} - \Delta \dot{M}_k^{(n)}; \quad k \in \langle 1, 2, \dots, Q \rangle. \quad (14)$$

8.8 Kritérium přesnosti iteračních výpočtů při aplikaci ZMOP

Pro n -tý iterační krok je použito této podmínky:

$$|\Sigma \Pi_k^{(n)}| \leq \epsilon; \quad k \in \langle 1, 2, \dots, Q \rangle. \quad (15)$$

Číslo ϵ má rozměr tlaku a volí se podle požadované přesnosti výpočtu. Ukončení cyklického iteračního výpočtového procesu je dáné splněním podmínky (15), přičemž se tato kontroluje pro všechny nezávislé okruhy. K jeho urychlení lze v některých případech rozdělit iteraci do dvou fází, a to s použitím ϵ_1 („hrubá“ iterace) a ϵ_2 („jemná“ iterace).

9. Závěr

Článek se orientačně zabývá základní problematikou matematického modelování hydraulických soustav v oblasti ústředního vytápění a soustav pro zásobování teplem s vymezením na řešení hydraulických problémů. Důkladná znalost této problematiky umožňuje řešit četné hydraulické a tepelné problémy konvenčně neřešitelné, např. provádět podrobné analýzy jejich technicko-ekonomického efektivního navrhování a posuzování.

- [1] Chasilev, V. Ja.: Elementy teorii hidraulických cepej. Izv. Ak. nauk SSSR, Energetika i transport 1964, č. 1, str. 69—88.
- [2] Frantík, F.: Matematické modelování hydraulických soustav se zaměřením na obor „ústřední vytápění a soustavy zásobování teplem“ (pracovní název). Komplexně zpracovaná nepublikovaná monografie (1973—1976).

Použité značky, indexy, popis, označení, zkratky, symboly

Písmenové značky

- d — vnitřní průměr potrubí [mm]
- g — tříhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]
- h — učinný vztak z ochlazování vody v otopných tělesech [Pa]
- h_p — přídavný vztak z ochlazování vody v potrubích [Pa]
- h_t — vztak ($= h + h_p$) [Pa]
- l — délka potrubí [m]
- p — tlak [Pa]
- Δp — tlaková ztráta [Pa]
- r — exponent závislý na podílu tlakové ztráty místními odpory z celkové tlakové ztráty [—]
- t_{tv}, t_{tr} — přívodní a zpětná teplota otopné vody v otopném tělesu [$^{\circ}\text{C}$]
- z — geodetická výška středu otopného tělesa nad srovnávací rovinou [m]
- G — nezávislý neproměnný hmotnostní vtok nebo odběr v uzlu [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$]
- H_t — tlak čerpadla [Pa]
- \dot{M} — hmotnostní průtok [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$]
- \dot{M}_k, \dot{M}_v — hmotnostní průtok v základním a vedlejším úseku [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$]
- $\Delta \dot{M}_1, \Delta \dot{M}_2, \dots, \Delta \dot{M}_Q$ — opravné hmotnostní průtoky v základních úsecích nezávislých okruhů o_k ; jsou prvky vektoru $\Delta \mathbf{M}$ [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$]
- X — hydraulický součinitel [$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]
- ϵ — kritérium přesnosti iteračního výpočtu [Pa]
- $\Delta \xi$ — součet místních odporů [—]
- λ — součinitel tření [—]
- ρ — měrná hmotnost vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
- Λ — počet úseků [—]
- Π_k — změna tlakových ztrát se zahrnutím aktivních zdrojů tlaku v nezávislém okruhu o_k ; je prvkem vektoru Π ; $k \in \langle 1, 2, \dots, Q \rangle$ [Pa]
- Φ — počet uzlů [—]
- Q — počet nezávislých okruhů [—]

Spodní indexy

\hat{C} čerpadlo

Λ vztáženo k počtu úseků

Φ vztáženo k počtu uzlů

Ω vztáženo k počtu nezávislých okruhů

Zvláštní znakové indexy

tečka nad písmenovou značkou = definice pojmu vztáženého na jednotku času, např. \dot{M}

Systémový celočíselný popis grafu zapojení

i celočíselný spodní index úseku

j celočíselný spodní index uzlu

k celočíselný spodní index nezávislého okruhu

Horní indexy v závorce iteračních kroků výpočtového procesu

(0) výchozí nultý (počáteční) iterační krok

(1) první iterační krok

.

(n) n-tý iterační krok

Umístění: u písmenové značky, např. $\dot{M}^{(0),r-1}$.

Jsou uvedeny v nezbytné nutné míře

Označení

o_k označení a číslování nezávislých okruhů

u_j označení a číslování uzlů

v_i označení a číslování úseků

Matematické značky

Σ algebraický součet ve všech úsecích incidujících s uzlem u_j

Σ algebraický součet ve všech úsecích nezávislého okruhu o_k ; $k \in \{1, 2, \dots, \Omega\}$

Σ algebraický součet všech tlaků čerpadel a vztaků v jednotlivých nezávislých okruzích

Slovní zkratky

MMHS matematické modelování hydraulických soustav

HS hydraulická soustava

ZMOP zobecněná metoda okruhových průtoků

Symboly vektorů a matic

jsou uvedeny v kap. 4 a 5.

Математическое моделирование гидравлических систем в области центрального отопления и систем для теплоснабжения

Франтишек Франтик

В статье описывается основная проблематика математического моделирования гидравлических систем в области центрального отопления и систем для теплоснабжения. Автор выходит из топологи-

ческой структуры решения гидравлической системы, которая выражена графиком соединения и его алгебраическим отображением. Как основный расчетный метод применяется „метод цепных расходов“, разработанный Часилем. Метод расчета, который можно полностью алгоритмизировать, принципиально основывается на численном итеративном решении системы нелинейных алгебраических уравнений с помощью вычислительной машины.

Mathematical modelling of hydraulic systems in the central heating and heat supply systems zone

František Frantík

The basic problems of mathematical modelling of hydraulic systems in the central heating and heat supply zone are described in the article. The author discusses the topological structure of the solution of the hydraulic system, which is expressed like a graph of connection and like an algebraic transformation of the graph. Chasilev's "method of circuital flows" has been used as the basic calculation method. Method of calculation with the entire algorithm is essentially based on numerical iterative solution of a system of non-linear algebraic equations by a computer.

Mathematisches Modellverfahren der Hydrauliksysteme im Zentralheizungsgebiet und der Wärmeversorgungssysteme

František Frantík

Im Beitrag beschreibt man die Grundproblematik des mathematischen Modellverfahrens der Hydrauliksysteme im Zentralheizungsgebiet und der Wärmeversorgungssysteme. Der Autor geht von topologischer Struktur der Lösung eines Hydrauliksystems, das mit Hilfe eines Schaltungsdiaagramms und mittels seiner algebraischen Abbildung ausgedrückt ist, aus. Man wendet die vom Chasilev ausgearbeitete „Methode der Kreisdurchflüsse“ als die Grundberechnungsmethode an. Das Berechnungsverfahren, das man ganz algorithmisieren kann, wird auf der numerischen Iterationslösung eines Systems der nichtlinearen algebraischen Gleichungen mit Hilfe eines Rechners begründet.

Simulation mathématique des systèmes hydrauliques dans la zone de chauffage central et des systèmes de l'alimentation en chaleur

František Frantík

Dans l'article présenté, on décrit la problématique principale de la simulation mathématique des systèmes hydrauliques dans la zone de chauffage central et des systèmes de l'alimentation en chaleur. L'auteur sort de la

structure topologique de la solution d'un système hydraulique qui est exprimé par un graphique de montage et par sa transformation algébrique. On utilise „la méthode des débits de circuit“ élaborée par Chasilev comme la

méthode de calcul élémentaire. Le procédé de calcul lequel il est possible d'algorithmer entièrement est fondé sur la solution numérique itérative d'un système des équations non-linéaires algébriques à l'aide d'un calculateur.

● Podlahové teplovzdušné vytápění

Fa Schmidt Reuter NSR vyvinula dutou podlahu pro velkoplošná podlahová vytápění (hypokaustické vytápění). V této podlaze mohou být uložena různá vedení jako kabeláž elektrického proudu, telekomunikací, potrubí centrálního vysavače apod.

Jde o dvojité podlahu shora uzavřenou mazaninou z anhydritu, která se nalije na ztracené bednění. Povrch mazaniny je i bez použití stříky naprostě rovný a vodorovný, materiál je již po léta osvědčený pro svou vysokou pevnost i v ohýbu a tahu a je prostý trhlin. Mazanina se nalije na bednění, které z ní vytvoří křížovou klenbu z půlválců na sebe kolmých o světlé výšce dutin (pod klenbou) 5 až 7 cm, při rozteči půlválců 15 cm, takže vznikne rastr nosných sloupků 15×15 cm. Takováto podlaha má vysokou nosnost, neboli ohrožení dutého prostoru je minimální.

Dutá podlaha je součástí systému vytápění teplým vzduchem, který se vyznačuje vysokou úsporností a dobrou tepelnou pohodou. Regulace žádaných vnitřních teplotních parametrů je úzce přizpůsobitelná potrebám a je řešena mikroprocesory. Jak tvrdí výrobce, tímto systémem je poprvé umožněno vytápění podle potřeby.

CCI 9/82

(Ku)

❷ Zpětné získávání tepla u větracích zařízení pro obytný komplex v SSSR

Pro experimentální obytný komplex ve městě Gorkij byla naplánována opatření k úspore tepla v budovách občanské výstavby. Za tím účelem byla větrací zařízení vybavena rekuperačními výměníky vyvinutými v CNIEP. Větrací zařízení zahrnují: obchodní středisko — prodejnou potravin s objemovým průtokem dodávaného vzduchu $21\,600 \text{ m}^3/\text{h}$, prodejnou centrum s $25\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ a obchodní dům s $23\,800 \text{ m}^3/\text{h}$, dále kulturní středisko — společenský sál s $23\,500 \text{ m}^3/\text{h}$ a sál kina se $17\,500 \text{ m}^3/\text{h}$ a plovárnu s $20\,000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Při volbě zařízení na zpětné získávání tepla byla dána přednost rekuperačním výměníkům z trubek z těchto důvodů: rekuperační výmě-

níky umožňují úplné oddělení odpadního vzduchu od přívaděného, což je závažné jak z hygienických, tak i požárních důvodů. Konstrukce, montáž i provoz jsou jednoduché, protože výměníky nemají pohyblivé části. Trubky umožňují jednoduchý odtok kondenzátu a také čištění je bez problémů. Kromě toho kondenzát z odpadního vzduchu vyvolává samočisticí efekt. Princip proudění vzduchu ve výměnicích — čerstvý vzduch proudí v trubkách, odpadní vzduch mezi trubkami, kolmo k němu (křížový proud). Výměníky mají obtoky uzavírané elektricky ovládanými regulačními klapkami, takže je možno řídit teplotu střed ježich trubek, aby nedošlo k zamrzání teplosměnné plochy kondenzátem.

Učinnost těchto rekuperačních výměníků zjištěná na základě rozborů je asi 35 %, tj. ve srovnání s deskovými výměníky nižší, avšak trubkové výměníky mají své opodstatnění pro zmíněné velké výhody. Komplex byl osazen třemi typy výměníků, a to: TTK 10 — pro $10\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ se skleněnými trubkami, s teplosměnnou plochou 94 m^2 , TTK 20 a TTK 60 pro $20\,000$ a $60\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ s ocelovými trubkami, s teplosměnnými plochami 147 a 443 m^2 .

SuGt 10/82

(Ku)

● Teplo 3/82

Třetí číslo Zpravodaje Českých energetických závodů je věnováno celostátní konferenci se zahraniční účastí „Řízení velkých teplárenských soustav“.

Kromě úvodního slova garantů konference Ing. J. Cikharta, CSc., a Ing. J. Valdška, CSc., jsou v časopise zveřejněny generální zprávy jednotlivých tematických okruhů, a to:

Valášek J.: Koncepce dispečerského řízení teplárenských soustav

Cikhart J.: Předávací stanice a její funkce v dispečerském řízení teplárenských soustav

Brož K.: Vliv otopných soustav na dispečerské řízení soustavy CZT

Kremela J.: Technické prostředky k realizaci dispečerského řízení

(Mi)

● Sovětské filtrační materiály

Výzkumný ústav NIIOGAZ vypracoval přehlednou informaci — sborník o sovětských filtračních materiálech k čištění plynů. Informace obsahuje tyto kapitoly: klasifikace filtračních materiálů, hlavní charakteristiky jejich vlastností, zkušební metody, průmyslově vyráběné filtrační materiály a doporučení jejich použití. Hlavní pozornost je věnována materiálům pro průmyslové hadicové filtry. Ve sborníku je zachycen celý sovětský výrobní program tkaných i netkaných materiálů z přírodních i syntetických vláken. Informace obsahuje kromě údajů o odlučivosti, teplotních a chemických odolnostech, také takové údaje jako pevnost, plošnou hmotnost, tloušťku materiálu i vláken atd.

Na mnoha příkladech je ilustrováno jejich nasazení v různých průmyslových odvětvích. Podle autorů směřuje vývoj u průmyslových filtrů ke vpichovaným textiliím a impulsní regeneraci.

Pro vysoké teploty až 500 °C přibývá použití materiálů s kovovými vlákny.

LuK 2/82

(Ku)

● Osvětlení mezi nedostatky

přípravné a projektové dokumentace zařadila SEI při kontrolách zajištování hospodárného využívání paliv a energie v příštích letech.

Za období 6. pětiletky posoudila SEI-ČSR celkem 16 750 investičních akcí. Asi 1/3 byla schválena bez připomínek a 15 % bylo vráceno pro hrubé nedostatky v řešení hospodárného využívání paliv a energie.

V dokumentaci se jako nedostatek často vyskytuje poukaz na „neekonomický řešené osvětlení“ a na odbornou způsobilost některých investorů, kteří v celé řadě případů navrhují jednoduché a snadno dostupné řešení, a to bez ohledu na celospolečenské zájmy. Dalším zdrojem nehospodárných řešení je nedostatečná kvalifikace, nezkušenosť a neinformovanost projektantů - specialistů a vzájemná nekoordinovanost profesí.

Velmi nepříznivě ovlivňuje úroveň dokumentace omezený sortiment strojů, zařízení a přístrojů nové techniky na vnitřním trhu. Projektant je povinen projektovat zařízení dodavatelsky dosažitelné... (jinak) volí náhradní řešení, zpravidla z hlediska racionalizace spotřeby paliv a energie méně vhodné.

Informace SEI 1982/8

(LCh)

● Život hmot a prvků v sanitárních instalacích

Použití	Druh výrobku	Život (roků) podle...		
		A	B	C
Hygienická zařízení	Vodní potrubí	60—80	40	30
	Měď, umělé hmoty, olovo	30—60	40	30
	Ocel pozinkovaná	15—40	26	30
	Umělé hmoty	60—80	26	30
	Ocelové trouby černé	50—60	26	30
	Zařizovací předměty	20—40	26	30
	Armatury	—	8	15
Vytápění	Topná tělesa z šedé litiny	60—80	26	30
	Topná tělesa ocelová a konvektory	5—20	26	20
	Potrubí z mědi a umělých hmot	60—80	26	30
	Potrubí z černých ocelových trub	20—50	20	30
	Ventily a kohouty	30—40	12	20
	Topné kotly z šedé litiny	20—40	20	30
	Topné kotly ocelové	15—30	16	20
	Olejová topeníště	15—25	13	20
	Plynové a uhelné sporáky	15—20	12	30

Prameny:

A Směrnice Spolkové vlády z 31. 5. 1976

B Katalog Bytového družstva v Kolíně/R

C Podle průzkumů a firemních podkladů, používaných při modernizaci staré zástavby

Podle SHT 1982/10

(LCh)

SPALOVÁNÍ MÉNĚHODNOTNÝCH PALIV A VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA

Seminář ČÚV Komitétu pro životní prostředí ČSVTS, konaný 2. a 3. března 1983 na Konopišti

Přítomní odborníci se shodli na následujících odborných závěrech: Je důležité:

1. Důsledně dodržovat ekonomický přístup při navrhování, výrobě, montáži a provozu všech zdrojů a spotřebičů tepla.

2. Důsledně hospodařit energií již vyroběnou, využívat regulace a měření dodávek tepla.

3. Vzít na vědomí tu skutečnost, že v r. 1983 není k dispozici žádný kotel, který by v sousta-

vách ústředního vytápění byl schopen ekonomicky spalovat palivo s výhřevností do 11 MJ/kg.

4. Zpracovat seriózní ekonomickou studii, zda provádět úpravy paliv na dole nebo u provozovatelů.

5. Na základě podkladových materiálů výrobců kotlů a VP VTR systémů vytápění, dokladovat a doporučit FMPE přerozdělení palivové základny pro topenářské kotly podle tabulky I.

Výkon	Výhřevnost paliva	Zrnění
50 až 500 kW	14,6 MJ/kg	tříděné uhlí 15 až 40 mm
nad 500 až 1 500 kW	12,5 MJ/kg	0 až 20 mm, podíl do 2 mm 30 %
nad 1 500 až 3 000 kW	11,7 MJ/kg	0 až 20 mm, podíl do 2 mm 30 %

Pozn.: Uvažujeme-li množství paliva, popelovin a úletu při stávajícím garantovaném palivu ($A = 13\%$, $W = 25\%$) za účinnosti spalování 71,3% za jednu, při zhoršení těchto znaků na $A = 28\%$, $W = 30\%$, poklesne účinnost na 49,7% a množství paliva stoupne na 2,18, popela na 4,61 stejně jako úletu; a při zhoršení $A = 31\%$ a $W = 37\%$ účinnost klesne dokonce na 33,5%, množství paliva stoupne na 4,55 a popeloviny + úlet dokonce na více než desetinásobek.

6. Vzít na vědomí tu skutečnost, že hospodářnost spalování silně ovlivňuje homogenizace paliv. Striktně rozlišovat palivo pro roštové nebo práškové kotle.

7. Důsledně prosazovat sdružování zdrojů tepla do větších celků.

8. V souvislosti s ekonomickým provozem otopních soustav prověřovat i možnost řízené dodávky a akumulace tepla.

9. Zaměřit pozornost na využívání odpadního tepla, zejména na teplo z kondenzátorů chladicích zařízení.

10. Cenové relace odpadního tepla stanovit s přihlédnutím k jeho teplotní úrovni (pro experimenty v současné době poskytnout teplo z chladicích věží elektráren zdarma).

11. Využívat odpadní teplo jenom tam, kde je zajistěna jeho kontinuální spotřeba.

12. Tepelná čerpadla přednostně nasazovat pouze tam, kde se jedná současně o chladicí zařízení nebo tam, kde pro vytápění je pouze elektrická energie.

13. Vzít na vědomí, že dosud nejsou plně využity rezervy, spočívající ve známých metodách pro zajistění úspor tepla v zařízeních ústředního vytápění (např.: jak je užití regulačních přístrojů, nových stavebních materiálů, progresivních stavebních i projekčních řešení. Bránit tomu nedostatky v součástkové základně, nedostatky v přípravě techniků, projektantů,

i montérů a řada legislativních předpisů).

14. Využití netradičních zdrojů energie musí být nadstavbou k dokonalým technickým řešením otopních soustav, kde úspory lze v převážné míře dosáhnout levněji a jednodušeji.

15. Je bezpodmínečně nutno stanovit jednoduché, celostátně platné metody pro vyhodnocení efektivnosti nově navrhovaných řešení pro úspory paliv a energie. Na jejich základě investičními prostředky podporovat nové metody při jejich vyzkoušení a naopak tvrdě vyžadovat snížení investičních nákladů u vyzkoušených metod při užití netradičních zdrojů energie.

16. Novelizovat nebo rozšířit soutěž o úsporu paliv a energie na progresivní řešení v projektech, kde budou prokázány významné úspěchy. V tomto směru něhodnotit příklady do soutěže přihlášené, nýbrž příklady do soutěže navrhované objektivními či nezúčastněnými orgány a jednotlivci. Zde by např. významnou roli mohla sehrát ČSVTS.

17. Pro řešení projednávané problematiky intenzivněji využívat informačních, rešeršních a firemních materiálů zpracovaných ze zahraniční i domácí literatury oborovým střediskem VTEI pro obor 484.

(Jirout)

KLIMATIZACE MENŠÍCH POČÍTAČŮ I ZAŘÍZENÍ PRO PŘEDZPRACOVÁNÍ DAT V NHKG

Ing. František Marek

Současný vývoj v uplatňování automatizovaného systému řízení (ASŘ) na všech jeho úrovních směřuje v souvislosti s rozvojem mikroelektroniky ke stále větší decentralizaci v nasazování satelitních počítačů, zařízení pro předzpracování dat, terminálů i dalších zařízení pro sběr a přenos dat i vydávání výsledků na místě rozhodování.

S tím ovšem úzce souvisí i vytváření podmínek pro bezporuchový a spolehlivý provoz těchto zařízení, zejména pokud jde o odpovídající a nehlubčené pracovní prostředí, klimatizaci a konstantní elektrické napájení.

Přitom v požadavcích na klimatizaci uváděných jednotek se projevují dvě poněkud protichůdné tendenze.

Na jedné straně je uplatnění moderní technologie při výrobě minipočítačů či mikropočítačů spojeno se snižováním nároků na klimatizaci, jak vzhledem k vývinu tepelné energie u nových výpočetních jednotek, tak i s ohledem na předepsané hodnoty a tolerance teploty a vlhkosti vzduchu. V současné době jsou již prakticky požadavky na teplotu vzduchu z hlediska samotné lidské obsluhy decentralizovaných zařízení výpočetní techniky nesporně náročnější než požadavky z hlediska bezporuchového chodu mini- nebo mikropočítačů. V tomto směru praxe potvrzuje, že duševně pracující podávají maximální výkon při teplotách v rozmezí 20 až 24 °C a relativní vlhkosti 40 až 55 %.

Naproti tomu však zároveň rostou požadavky na čistotu pracovního prostředí pro provoz stále širšího sortimentu vnějších magnetických pamětí (magnetickopáskové paměti se standardními páskami, s digitálnimi či datovými kazetami a minikazetami, magnetickodiskové paměti s diskovými kazetami a/nebo pružnými disky i minidisky), kde nároky na čistotu prostředí (koncentrace a velikost prachových částic, koncentrace škodlivých plynů) rostou úměrně se zvyšováním hustoty záznamových stop i hustoty záznamu ve stopě na magnetických médiích.

Zejména při provozu magnetickodiskových pamětí, kdy vzdálenost mezi magnetickým povrchem vlastního disku a hlavičkou čtecího a záznamového zařízení činí řádově jen několik mikrometrů, může vniknutí prachových částic těchto rozměrů nebo i větší mezi snímací hlavičkou a povrch disku způsobit poškození obou povrchů, neboť snímací hlavička se nemůže vychýlit ze svého směru.

Tento problém pochopitelně řeší i sami výrobci paměťových jednotek, ať již přesahem na hermeticky uzavřené diskové paměti s pevnými hlavami a/nebo minimálně filtrací vzduchu priváděného do paměti.

Nově připravovaná oborová norma pro problémově orientované konfigurace počítačů i systémů pro zpracování dat vychází ze zásady, že ke klimatizaci místnosti výpočetní

techniky, popřípadě skladu magnetických médií je nutno přikročit v případě, kdy „provozní technické podmínky zařízení výpočetní techniky a/nebo nosičů dat vyžadují užší toleranci teploty a vlhkosti vzduchu, větší stupeň filtrace a menší koncentraci škodlivých plynů“.

Praktické řešení klimatizace pak spočívá v nasazení kompaktních klimatizačních jednotek, které volně nasavají vzduch z klimatizovaného prostoru a po úpravě ho opět volně vyfukují zpět do prostoru. Na kompaktní jednotky jsou v podstatě kladený tyto požadavky:

- přesné dodržování předepsaných provozních podmínek, zvláště pak teploty, po případě i vlhkosti vzduchu, bezprašnosti a minimální koncentrace agresivních plynů. S těmito požadavky souvisí i možnost kontroly a registrace předepsaných podmínek (převážně pomocí samostatných měřicích přístrojů pracujících nezávisle na regulaci), kontroly chodu jednotek, eventuálně i výstražné signalizace při nedodržení předepsaných podmínek či poruše jednotky,
- minimální spotřeba energie, samostatný přívod elektrického napájení, pokud možno nezávislý na napájení vlastní výpočetní techniky,
- malé rozměry, snadná přístupnost pro obsluhu a údržbu, minimální nároky na obsluhující personál,
- nízká hladina hluku, kdy hlučnost klimatizačních jednotek by neměla přesahovat hlučnost instalovaného zařízení výpočetní techniky,
- maximální životnost a provozní spolehlivost, pohotový opravářský servis, dostupnost náhradních dílů,
- možnost instalace další malé jednotky v případě výrazného rozšíření konfigurace výpočetní techniky.

V NHKG tvoří v současné době technickou základu ASŘ na všech jeho úrovních (ASŘP, ASŘVP, ASŘTP) vedle centrálního výpočetního střediska se dvěma výkonnými počítači a sítí spřažených terminálů řady decentralizovaných malých výpočetních jednotek. Navíc pak obdobná problematika jako u jejich klimatizace se projevuje i u dalších pracovišť v podniku podobného charakteru (kvantometrická stanice, měřicí síně, řídící kabinu), takže do současné doby již bylo nutno instalovat více jak 25 malých kompaktních klimatizačních jednotek, když s ohledem na dostupnost v daném čase a požadavky daného pracoviště byly prakticky instalovány všechny tři v tužemsku zajistitelné modely, které budou dále podrobněji popsány. U těchto jednotek se vzduch nasavá v přední stěně jednotky a po úpravě vyfukuje směrem vzhůru, aniž by cirkuloval zdvojenou podlahou. Přívod čerstvého vzduchu je napojen na zadní stěnu jednotky. Ve všech případech se jedná o vzduchem chla-

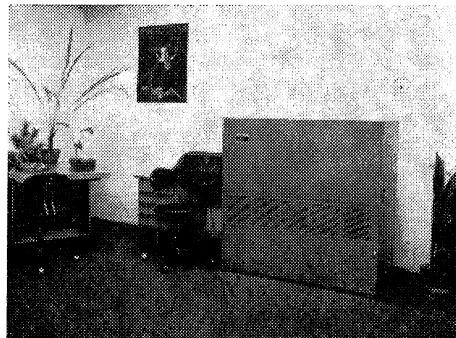
zené jednotky, přičemž jako chladivo je použit Freon R 22.

Vzduchem chlazené jednotky KT 2.1

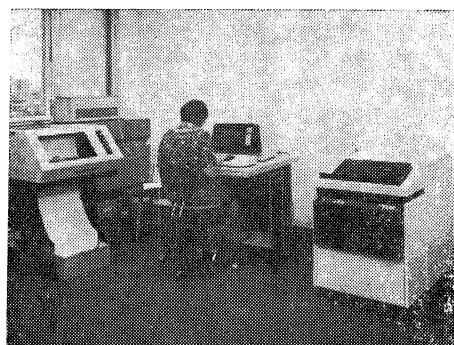
Tyto jednotky dovážené z NDR jsou dodávány prostřednictvím koncernové účelové organizace Kancelářské stroje, která také provádí jejich instalaci a servis. V NHKG jsou již v provozu přes 7 let u programovacího pracoviště pálicího stroje. V poslední době byl tento model instalován i u zařízení Pertec XL 40 (obr. 1 a 2) pro řízení centrálního skladu režijního materiálu. Instalovaný příkon zařízení Pertec činí 1,5 kW pro centrální jednotku, pro tiskárnu 500 W a pro jednotlivé obrazovkové terminály po 100 W.

Vzduchem chlazený model KT 2.1 má tyto základní parametry:

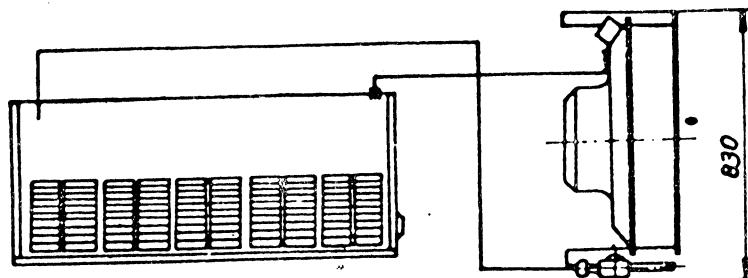
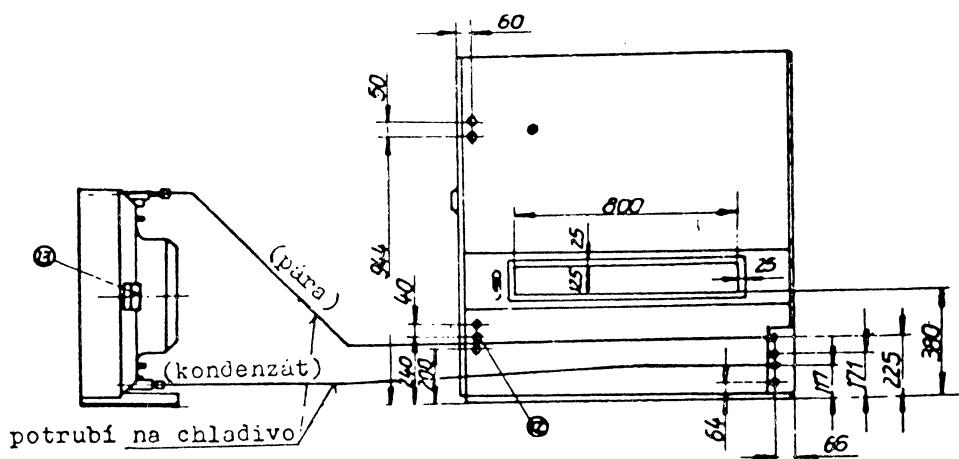
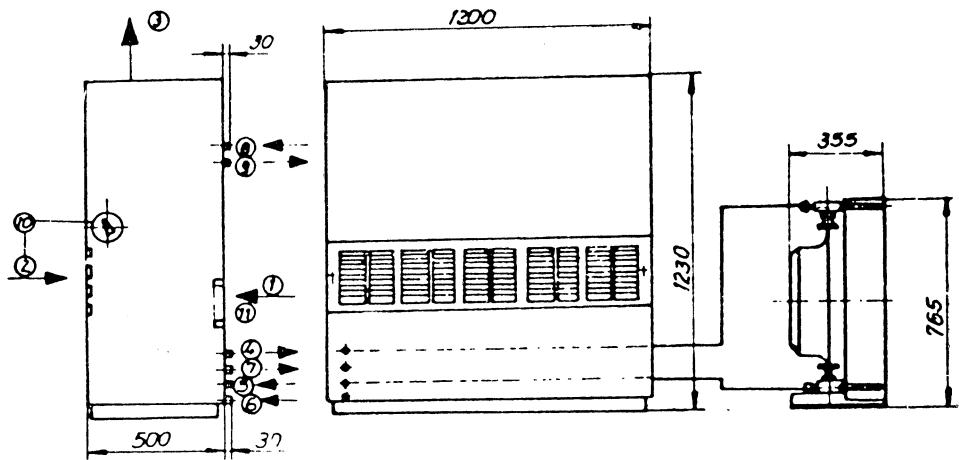
— jmenovitý chladicí výkon	4,9 kW při teplotě 23 °C a 60 % vlhkosti vzduchu
— topný výkon	4,8 kW
— jmenovitý vzduchový výkon	1 600 m ³ /h
— přívod čerstvého vzduchu	480 m ³ /h
— příkon celkem	7,3 kW; 380/220 V, 50 Hz.



Obr. 1. Jedinotka KT 2.1 v řídicím centru ústředního skladu režijního materiálu



Obr. 2. Pertec XL při řízení centrálního skladu



Obr. 3. Klimatizační jednotka KT 2.1

a) pohled zepředu a z boku: 1 — vnější vzduch, 2 — oběhový vzduch, 3 — upravený vzduch, 4 — výtlač. potrubí ke kondenzátoru, 5 — kapal. potrubí ke kondenzátoru, 6 — vstup vody, 7 — výstup vody, 8 — vstup teplé vody, 9 — výstup teplé vody, 10 — volací spínač, 11 — regulačce vnějšího vzduchu, 12 — přípoj na síť, 13 — motorový jistič; b) pohled ze zadu, c) pohled shora

Rozměry a hmotnost vlastní klimatizační jednotky a venkovního kondenzátoru jsou:

	Klimatizační jednotka	Kondenzátor
výška [mm]	1 230	765
šířka [mm]	500	355
délka [mm]	1 200	835
hmotnost [kg]	184	53

Podrobnější údaje jsou zřejmé z obr. 3a, b, c. Určitým problémem při provozu jednotky je její hlučnost, která při plném chladicím výkonu činí u vlastní jednotky 68 dB(A) u venkovního kondenzátoru se u nově použitého typu hlučnost snížila na 67 dB(A).

Při dlouhodobém provozu se prakticky ne-projevily závažné problémy při dodržování předepsaných teplot vzduchu. Vlhčení je prováděno rozstřikováním pitné vody pod tlakem min. 0,2 MPa do proudu vzduchu, což ve srovnání s elektrickými zvlhčovači nezaručuje vždy optimální funkci.

Vzduchem chlazené jednotky OVER 32 A 1

■ Tyto jednotky jsou v NHKG nasazovány prakticky od zavedení jejich licenční výroby v národním podniku Vzduchotechnika Nové Mesto nad Váhom. Mezi první instalace v podniku (v roce 1981) patří klimatizace grafického systému EC 7941 s počítacem ADT 4500, jehož hlavní působností je příprava šablon pro výrobu ozubených kol, tyčí a rozet vypalováním z trustých plechů.

Prakticky největší a také nejdůležitější instalací v NHKG je použití celkem osmi jednotek OVER 32 A 1 pro klimatizaci kvantometrické stanice v ústředních laboratořích, kde při provozu kvantometrů se zabudovanými mikroprocesory jsou kladený vysoké nároky na dodržování předepsaných tolerancí teploty v vlhkosti vzduchu při nepřetržitém třísmenném provozu, kdy každý delší výpadek chodu klimatizace se může nepříznivě projevit přímo v základní hutní výrobě podniku. Z tohoto důvodu zde bylo nutno zásadně řešit otázku údržby jednotek a dostupnosti náhradních dílů ve vazbě mezi servisem Kancelářských strojů a údržbou výzkumného a zkušebního ústavu NHKG.

■ Uváděných osm jednotek v podstatě nahradilo původní klimatizaci z dovozu s centrální strojovnou, která byla v provozu již 18 let a vyžadovala zásadní inovaci, včetně zvýšení provozního výkonu.

■ Instalované jednotky OVER 32 A 1 mají tyto základní parametry:

jmenovitý chladicí výkon	7,7 kW při teplotě 22 °C a vlhkosti 50 %
topný výkon	4,5 kW
jmenovitý vzduchový výkon	1 950 m³/h
přívod čerstvého vzduchu	150 m³/h
instalovaný příkon	8,95 kW, 380 V, 50 Hz
výkon el. zvlhčovače	1,5 kg/h
příkon el. zvlhčovače	1,2 kW

Rozměry a hmotnost jednotky a venkovního kondenzátoru

	Klimatizační jednotka	Kondenzátor
výška [mm]	900	770
šířka [mm]	340	300
délka [mm]	1 480	1 150
hmotnost [kg]	150	50

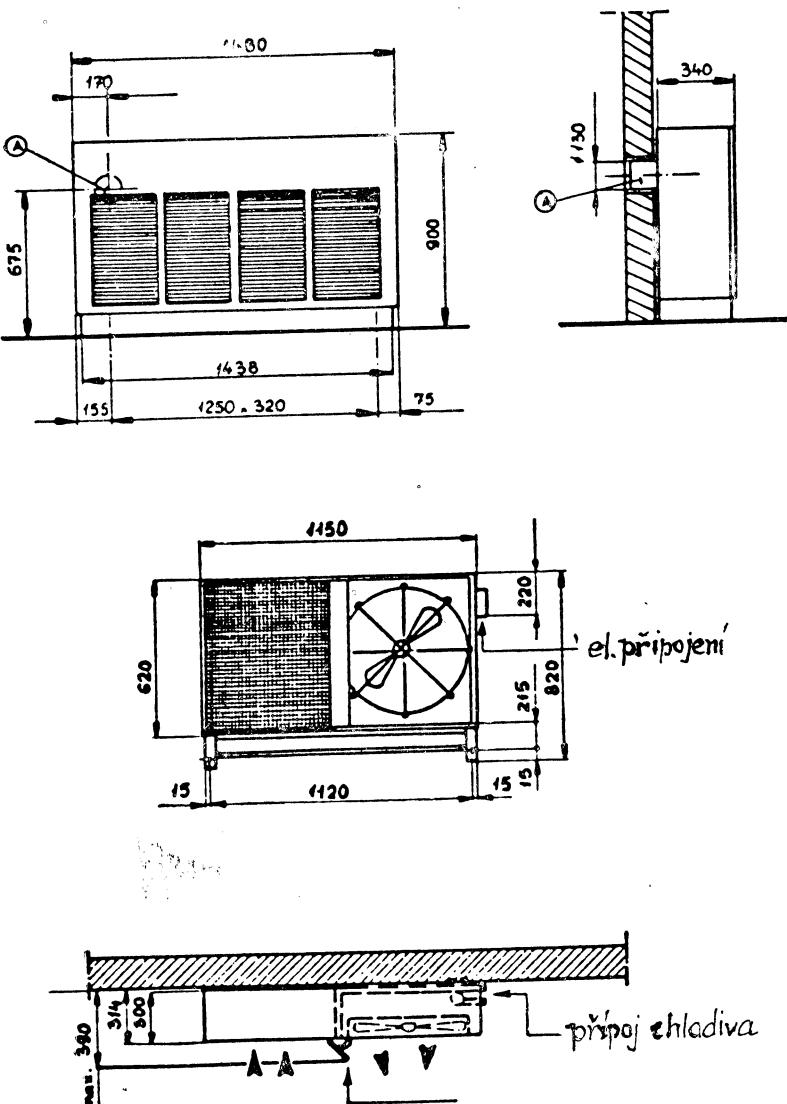
Podrobnější údaje jsou zřejmé z obr. 4. Hlučnost vlastní jednotky je 57 dB(A), kondenzátoru 59 dB(A) ve vzdálenosti 3 m.

Vzduchem chlazené jednotky SPB 800

Tyto vzduchem chlazené jednotky z LVZ Liberec (obr. 5), jejichž instalaci a servis provádí Tesla Eltos DIZ Praha byly v podniku instalovány v roce 1982 v některých zařízeních Pertec XL 40, např. pro racionalizaci technické přípravy interní výroby náhradních dílů (obr. 6), dále i v podnikovém informačním středisku, pro příští období se připravuje jejich instalace v místnostech měrové služby.

Proti předcházejícím modelům je jejich výhodou nižší hlučnost vlastní jednotky, neboť kompresor je součástí až venkovního kondenzátoru a dále i estetické řešení. Jednotka však nemá vlhčení vzduchu a její parametry jsou:

jmenovitý chladicí výkon	3,0 kW
topný výkon	3,0 kW
jmenovitý průtok vzduchu	800 m³/h
instalovaný příkon	3,2 kW; 220 V, 50 Hz



Obr. 4. Vzduchem chlazená klimatizační jednotka OVER 32 A 1, vlastní klimatizační jednotka, venkovní kondenzační jednotka

Rozměry jednotky a kondenzátoru

	Klimatizační jednotka PVJ 800 E	Kondenzátor AKK 4,6
výška [mm]	645	430
šířka [mm]	270	580
délka [mm]	1 180	786
hmotnost [kg]	60	80

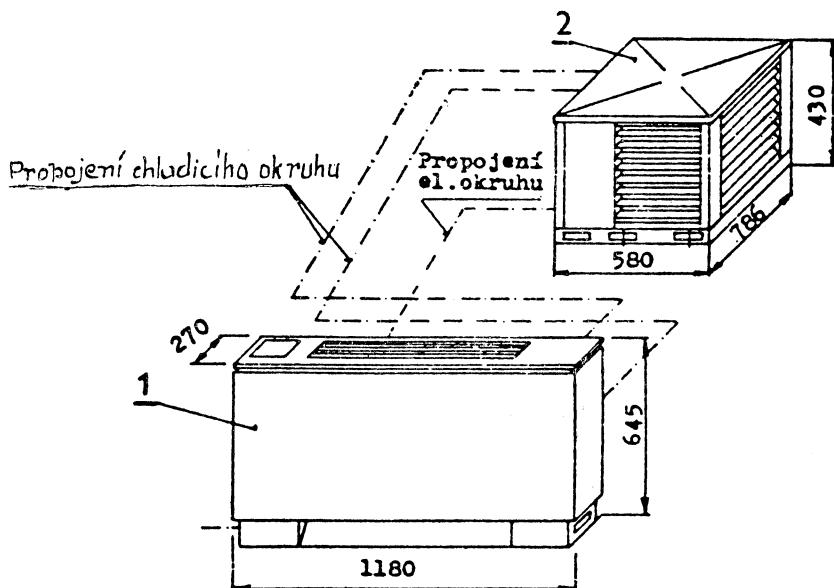
Další podrobnosti jsou zřejmé z obr. 7 a 8.

Závěr

Dosavadní provozní zkušenosti prokazují, že tuzemské či z NDR dovážené kompaktní jednotky mohou obdobně jako větší licenční jednotky z n. p. Vzduchotechnika řady U (upravený vzduch je vyfukován pod zdvojenou podlahu) celkem úspěšně nahradit původní dovoz kompaktních jednotek z kapitalistických zemí. Předpokladem proto je ovšem systematické řešení servisu, včetně dostupnosti dostatečně fundovaných skladů náhradních dílů zvláště s ohledem na nepřetržitý třísměnný provoz i počet nasazených jednotek v podniku.

Dořešit je třeba i otázku zvlhčování vzduchu a splhlivost kompresorů. Zatím je pro zařízení, vyžadující dodržování předepsaných tolerancí

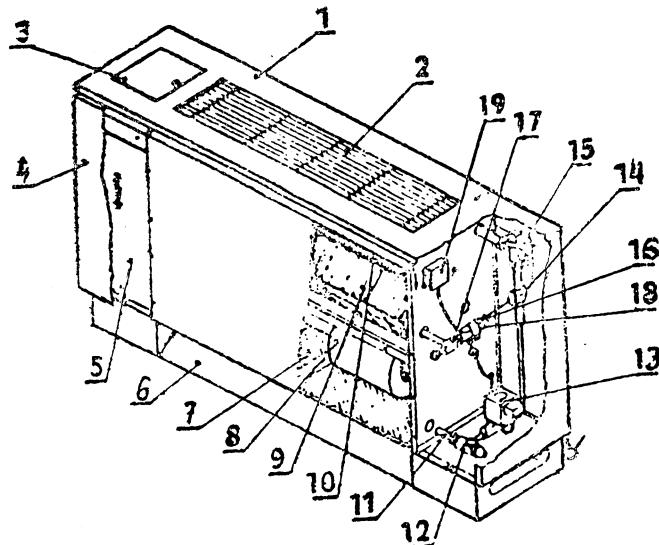
vlhkosti, nejvhodnější jednotka OVER 32 A 1, naproti tomu malé jednotky SPB 800 zatím nejsou touto možností vybaveny vůbec.



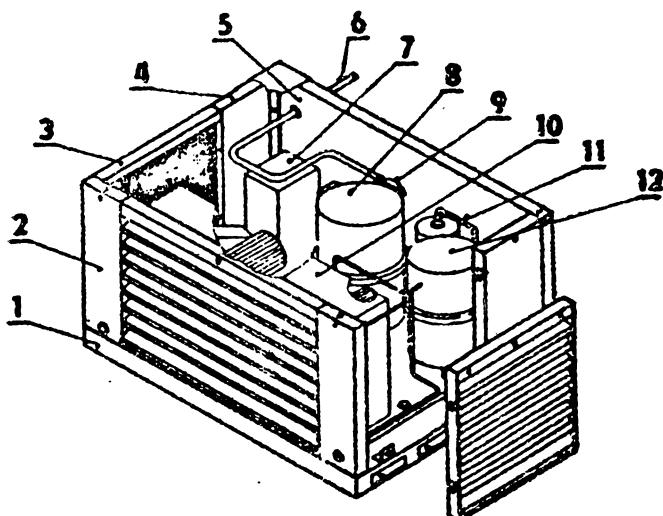
Obr. 5. Vzduchem chlazená klimatizační jednotka SPB 800 1 — podokenní výparníková jednotka PVJ 800 E, 2 — kondenzační jednotka AKK 4, 6



Obr. 6. Zařízení pro racionalizaci technické přípravy výroby náhradních dílů



Obr. 7. Podokenní výparníková jednotka PVJ 800 E 1 — horní panel, 2 — výdechová mřížka, 3 — kryt ovlád. panelu, 4 — čelní panel, 5 — kryt elektroinstalace, 6 — klapka, 7 — filtrační vložky, 8 — ventil. agregát, 9 — výparník, 10 — el. topné články, 11 — propoj. trubky \varnothing 10, výtlak, 12 — připoj. ventil pro \varnothing 10, 13 — elektromagnet. ventil, 14 — nahlédací okénko, 15 — termostatický exp. ventil, 16 — tykavka termostat. exp. ventilu, 17 — připojuvající ventil pro \varnothing 16, 18 — propoj. trubka \varnothing 16, sání, 19 — tepelné pojistky



Obr. 8. Kondenzační jednotka AKK 4, 6 1 — základová deska, 2 — čelní žaluzie, 3 — boční žaluzie, 4 — boční plech, 5 — zadní plech, 6 — propoj. trubka \varnothing 16, sání, 7 — elektropanel, 8 — hermetický kompresor, 9 — připoj. ventil pro \varnothing 16, 10 — kondenzátor, 11 — propoj. trubka \varnothing 10, výtlak s filtr-dehydrátorem, 12 — sběrač chladiva

ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA ZE SUŠICÍCH PROCESŮ

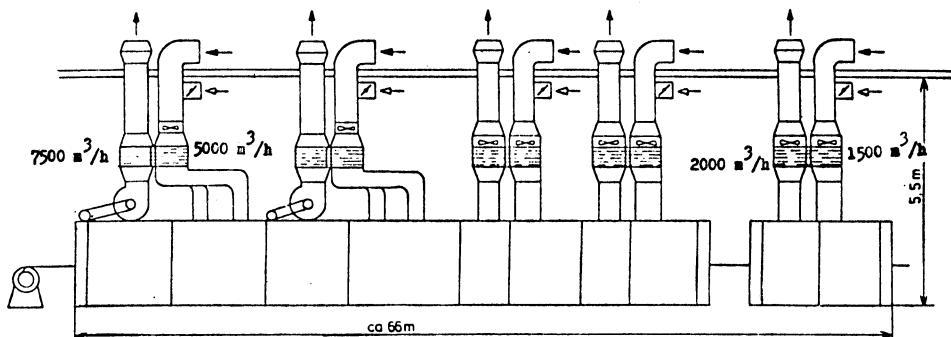
V časopise Clima Commerce International č. 3/82 uveřejnil G. Köster, pracovník fy Weiss Technik GmbH článek pod názvem „Kurze Amortisationszeiten“ o výhodách zpětného využívání tepla ze sušicích procesů.

Autor uvádí, že se při těchto procesech často ztrácejí velká množství tepla v odpadním vzduchu. Využití tohoto tepla k vytápění prostorů, v nichž je sušicí zařízení instalováno, nepřipadá v úvahu, protože sálavé teplo od tohoto zařízení k vytápění postačí. Je účelné, aby unikající teplo bylo zachyceno a pomocí výměníků vzduch/vzduch bylo využito. V odpadním vzduchu bývá ovšem často mnoho nečistot a někdy i vysoký obsah vlhkosti, což platí zejména o textilním průmyslu, takže v takovém případě se výměníky rychle zanášejí. Hlavním požadavkem proto je, aby zařízení bylo snadno čistitelné a tedy snadno rozoberatelné. Tyto požadavky nejlépe splňují výměníky s tepelnými trubicemi.

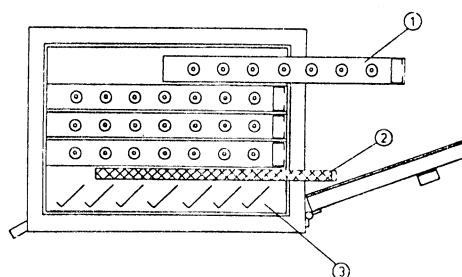
Jako příklad uvádí autor zařízení instalované v jednom závodě na zušlechtování textilií, kde nad rámovým napínacím strojem byly instalovány dva ventilátory na odvod vzduchu po $7500 \text{ m}^3/\text{h}$ a tři po $2000 \text{ m}^3/\text{h}$, přičemž střední hodnota teploty odpadního vzduchu vyváděného nad střechu byla 130°C . Venkovní vzduch, který vnikal v důsledku podtlaku do provozovny dveřmi, okny, světlíky se v hale

ohrál vlivem instalovaného zařízení v ročním průměru na 30°C . Rámovému napínacímu stroji byl proto nainstalován přívod předhrátkou venkovního vzduchu o objemovém průtoku rovném asi $2/3$ průtoku odváděného, tj. celkem asi $14\,500 \text{ m}^3/\text{h}$. Za tím účelem byla ke stávajícím odsávacím zařízením přičleněna rekuperační zařízení s axiálními ventilátory nasávajícími venkovní vzduch a vhánějící jej přes výměníky s tepelnými trubicemi (Thermotwin fy Weiss) do napínacího stroje a to tak, že na dvakrát $7500 \text{ m}^3/\text{h}$ odpadního vzduchu připadalo dvakrát $5000 \text{ m}^3/\text{h}$ přiváděného vzduchu a na třikrát $2000 \text{ m}^3/\text{h}$ odpadního vzduchu připadalo třikrát $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ přiváděného. Stávající odsávací ventilátory využovaly plně i po adaptaci, vzhledem jen k nepatrnému zvýšení tlakové ztráty.

Za účelem snížení teploty vzduchu v hale v létě, je na nasávacím potrubí pod střechou u každého zařízení ještě další nasávací otvor s klápkou (obr. 1). Rekuperační výměníky jsou řešeny kazetovým způsobem (obr. 2) pro snadné vyjmání funkčních částí, tj. výměníkových baterií 1, síťových filtrů 2 a odlučovače kapek 3. Čištění filtrů v provozních podmínkách děje se jednou týdně a zabere celkem asi půl hodiny. Jednou za půl roku se čistí výměníková plocha tlakovým vzduchem nebo parou a omývá, přičemž proces trvá celkem asi 6 hodin.



Obr. 1



Obr. 2

Tyto intervaly čištění stačí při denním provozu zařízení 10 hodin k tomu, aby tepelná účinnost suchých rekuperačních výměníků neklesla pod 70 %. Jestliže dojde ke tvoření kondenzátu, narůstá účinnost až na 88 %. Je-li zařízení v provozu po 250 dní v roce, pak dochází k úspore energie přes 900 000 kWh za rok. Tato úspora se snižuje o energii potřebnou k provozu přívaděcích ventilátorů,

která činí asi 9500 kWh/rok, o amortizaci přidavného zařízení a o vícenáklady, na údržbu v úhrnu 35 hodin za rok.

Dojdeme snadno k závěru, že i po odečtení vícenákladů je úspora energie vysoká a prokazuje výhodnost instalace zařízení pro zpětné získávání tepla ze sušících procesů.

Kubiček

ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA Z ODPADNÍHO VZDUCHU V PRŮMYSLU

Energetická krize vynesla do popředí zájmů zařízení na zpětné získávání tepla, jako významné součásti vzduchotechnických zařízení. Zpětné získávání tepla nalezlo svá uplatnění nejprve u větracích a klimatizačních zařízení administrativních budov apod. U vzduchotechnických zařízení v průmyslu se prosazují zařízení na zpětné získávání tepla jen pozvolna. Důvodem jsou často vysoké teploty odpadních plynů, podstatně větší množství škodlivin v nich a korozivní účinky výparů obsažených v odpadním vzduchu při kondenzaci.

Dosud se pro některé průmyslové procesy nepodařilo vhodná zařízení na zpětné získávání tepla, avšak výrobci se snaží vyplnit (v poslední době úspěšně) i tuto mezuru.

Jedním z takovýchto výrobců jsou výměníky tepla, jejichž teplosměnnou plochu tvoří skleněné trubice. Výrobcem je švýcarská firma Air Fröhlich AG. Výhodou této výměníků je jejich snadná čistitelnost. Příklady vhodného použití rekuperačních výměníků se skleněnými trubkami udává tabulka:

Způsoby řešení některých charakteristických zařízení uvedených v tabulce:

Rozprašovací sušárny mléka — jejich odpadní vzduch podle kvality výrovních odlučovačů obsahuje někdy až 100 mg prášku v 1 m³. Mléčný prášek je silně hygroskopický a usazený ztvrdne v pevnou hmotu, jakmile se vlhkost odpaří. Proto byla instalace výměníku tepla do odpadního vzdachu ze sušáren mléka odsouzena k neúspěchu, pokud nebyl předřazen účinný filtr. Teprve instalací skleněných výměníků s automatickým čištěním byla vše vyřešena a byla již s úspěchem instalována řada takovýchto rekuperátorů.

Odpadní vzduch z výrobních odlučovačů, většinou o teplotě mezi 70 a 90 °C je veden do rekuperačního výměníku ze skleněných trubek, které obtéká vně. Vzduch pro sušárnu, většinou nasávaný z hal, tj. o teplotě 30 °C, se ve výměníku průchodem jeho trubkami ohřeje asi na 55 až 65 °C, čímž se dosáhne asi 20 až 25 % úspory energie. Na základě zkušeností je třeba rekuperační výměníky jednou denně důkladně vyčistit. Čištění je snadné pro dokonalou hladkost povrchu trubek, přičemž sklo je odolné jak vůči kyselým, tak i zásaditým čisticím prostředkům. Další přednosti skleněných výměníků je hygienická nezávadnost skla a tedy záruka zachování čistoty přívaděného vzduchu, nehledě k tomu,

Provoz	Proces
galvanovny	odpadní vzduch z odsávání
průmysl papíru a celulózy	odpadní vzduch od papírenských strojů, odsávání od pracích procesů
mlékárny	odpadní vzduch z rozprašovacích sušáren
mechanické dílny, svařovny	odpadní vzduch
keramický průmysl	odpadní vzduch od pecí
textilní	odpadní vzduch od rámových napínacích a sušicích strojů, šlichtovacích strojů, odsávání od pracák
průmysl — zušlechťování	odpadní vzduch od polymerizačních procesů
průmysl plastických hmot	odpadní vzduch od sušicích zařízení
dřevařský průmysl	odpadní vzduch z hvozdů
sladovny	odsávání ze sklepů, zplodiny vaření
pivovary	odpadní vzduch ze stříkacích kabin
lakovny	odsávání z laboratoří, odpadní vzduch ze sušicích procesů
chemický průmysl	odpadní vzduch od sušiček
prádelny	odpadní vzduch od sušiček
pekárny	odpadní vzduch od pecí a sušáren

že sklo umožnuje i optickou kontrolu situace v trubkách.

Papíry — při výrobě papíru se papírová masa vede většinou přes válce vyhřávané parou, čímž vzniká značné množství vlhkosti. Výparы jsou zachycovány v sacím zákrytu, který uzavírá celé zařízení a odtud jsou odváděny odsvávacím zařízením. Odsáty vzduch se musí samozřejmě uhrázovat a proto je zde výhodné využít k jeho předehřátí teplo z odpadního vzdachu ze použití výměníků ze skleněných trubek, které jsou odolné vůči korozii. Hliníkové rekuperační výměníky se zde neosvědčily, především pro špatnou čistitelnost. Také zde

se instalují automatická čisticí zařízení výměníků, která jsou však proti výše uvedeným podstatně jednodušší. Protože i intervaly čištění jsou podstatně delší, používá se často jen ruční čištění.

Textilní průmysl — při zušlechťování textilií, zejména při termofixačních procesech, bývá odpadní vzduch znečištěn mimořádně houzevnatými částicemi. Proto při použití rekuperačních výměníků, což je zde velmi účelné, je potřeba jejich čištění silnými čisticími prostředky při jejich delším působení, protože mechanické čištění je zde prakticky vyloučené.

Rekuperační výměníky jsou zde složeny

z menších jednotek — modulů, které pak mohou být ponořeny do čisticích lázní, většinou alkalických, a vysoké teplotě a na delší dobu. Uvedené důvody hovoří jasně pro výměníky ze skleněné teplosměnné plochy uložené do korozivzdorných rámu. Protože máčení v lázni trvá určitou dobu, moduly se při čištění vyměňují, aby provoz zařízení byl nepřerušen. Hospodárnost těchto zařízení v textilním průmyslu, i s ohledem na náročnost čištění, je nesporná a realizovaná zařízení ukazují, že investice se zaplatí za 2 až 4 roky.

(Ku)

RECENZE

ZTV 5/83

B. I. Keda: **Chimija za rubežom — Novye filtrujušcie materialy v nauke i tekhnike (Chemie in der DDR — Neue Filtermaterialien in Wissenschaft und Technik)**

Vydalo nakladatelství Znanije, Moskva 1982, 1. vyd., 64 str., brož. 0,11 Rb

V rámci intenzifikace, racionalizace a optimalizace průmyslových výrob i laboratorních prací vzrostly v posledních desetiletích význam studia vědeckých principů hydrodynamických operací, které jsou důležité pro chemické, potravinářské, vodohospodářské, vzduchotechnické a další pochody jednak přímo, tj. v souvislosti se zákonitostmi dopravy tekutin i pevných láttek, sedimentací; filtraci, odstředováním a mísícím, jednak neprímo při operacích založených na sdílení tepla a hmoty. Filtrace, jako základní operací v laboratoři a v různých technologických variantách v řadě průmyslových odvětví, rozumíme oddělování směsi dvou fází pomocí propustného materiálu, kterým prochází pouze jedna z obou fází; patří k nejběžnějším případům praktického využití jevů, k nimž dochází při proudění tekutiny vrstvou zrnitělé látky. Filtrační zařízení a materiály byly dosud vyvýšeny a vybírány téměř výhradně na základě praktických zkušeností a empirických zkoušek podle druhu filtru a fyzikálně - chemických vlastností oddělovaných láttek. Jako filtrační hmoty se používají póróvité látky, které jsou mechanicky a chemicky dostatečně odolné a nereagují s filtrovanými médii. Nejčastěji to bývá filtrační papír a papírovina, skleněná vlákna, azbest, porézní porcelán, slinuté sklo, různé tkaniny, aktivní uhlí, křemelina, silikagel apod.

Poslední loňský svazek (12/1982) vědeckopopulární edice Novinek v životě, vědě a technice — chemická řada, kterou vydává od roku 1964 moskevské nakladatelství Znanije a k našim čtenářům se dostává prostřednictvím PNS formou předplatného společně s ostatním sovětským tiskem, je věnován monottenhamy novým filtračním materiálům, používaným ve vědě a technice. Autor brožury,

zabývající se sám studiem různých aspektů fyzikálně-chemických dělících postupů v analytických laboratořích i v provozních podmínkách stručně popisuje nové i běžné filtrační hmoty, používané ve světě při vědeckovýzkumné práci a výrobní praxi pro filtraci kapalin a plynů. Uvedena je klasifikace a stručná charakteristika filtračních materiálů na základě jejich původu, struktury a způsobu přípravy se zaměřením na filtrační tkaniny (na bázi celulózy, vlny a dalších přírodních láttek, polymerů, skleněných, anorganických a kovových vláken aj.), běžné a speciální filtrační papíry, keramické a metalkeramické hmoty a široká paleta membránových filtrů, druhý filtrace, požadované fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti filtračních látek (rychlosť filtrace, porozita, hydraulický odpor, časová stálost vlastnosti, inertnost, tepelná odolnost apod.), možnosti a různé oblasti použití filtrace včetně oddělování mikročastic, mikrobiologických objektů a makromolekul. Součástí publikace je výběr do ruštiny přeložených zahraničních publikací, věnovaných problematice filtrace v oblasti chemie a biologie a v příloze uvedený přehled více než 50 světových firem, vyrábějících filtrační hmoty, laboratorní a průmyslová zařízení pro filtrace, mikro- a ultrafiltrace, osmotrii, papírovou chromatografii, membránové dělící metody aj. Zařazeny jsou také informace o některých novinkách z tohoto oboru, které byly vystavovány v Moskvě na páté mezinárodní výstavě Chimija 82.

Brožuru lze doporučit všem pracovníkům, kteří se zabývají dělením směsi plynných a kapalných láttek v nejrůznějších oblastech výzkumu a výroby.

(tes)

● INDOOR AIR '84

VVS Tekniska Föreningen (Švédská společnost inženýrů pro vytápění a větrání) oznamuje, že se připravuje 3. mezinárodní konference o vnitřním klimatu „INDOOR '84“ a to ve dnech 20. až 24. srpna 1984 ve Stockholmu. První konference se konala v r. 1978 v Kodani, druhá v r. 1981 v Amherstu, USA.

Konference bude mezinárodním fórem pro výměnu odborných informací o vnitřním prostředí. Těžištěm jednání budou kromě tepelných podmínek, i účinky průvanu, prachu, vlhkosti, tabákového kouře, formaldehydu, radonu, iontů apod. Středem pozornosti bude technologie ziskání dobrého vnitřního klimatu a příprava standardu kvality vnitřního vzduchu v neprůmyslových objektech.

Organizátory konference jsou Karolinska Institut a Národní ústav mediciny prostředí ve Švédsku. Mezi sponzory jsou WHO (Světová zdravotnická organizace), Švédská společnost pro výzkum budov a REHVA. Bližší informace podá sekretariát konference:

INDOOR AIR '84
Reso Congress Service
S-105 24 Stockholm, Sweden

(Ku)

● Ceny za energeticky úsporná zařízení

Společnost ASHRAE každý rok vypisuje ceny za nejzajímavější zařízení z hlediska úspor energie. Zařízení musí být v době přihlášení do soutěže alespoň rok v provozu. O ceny se mohou ucházet všichni členové ASHRAE — i zahraniční.

Ceny se vypisují v pěti kategoriích:

- novostavby institucí a podniků,
- stávající stavby institucí a podniků,
- průmyslové novostavby,
- stávající průmyslové stavby,
- použití alternativní nebo obnovitelné energie.

V r. 1982 např. v kategorii stávajících staveb institucí byla oceněna rekonstrukce klimatizace v budově soudu ve Warrentonu, Virginia, kde byl původní dvoukanálový systém klimatizace přestavěn na systém s proměnným objemovým průtokem (VAV). Spolu s dalšími opatřeními v oblasti regulace, osvětlení, akumulace tepla aj. byla snížena spotřeba energie na 50 %.

CCI 9/82

(Ku)

● Ukazatel teploty vody ve vaně

V bezpečnostních protiskluzových koberečcích pro vany je umístěna teplotní stupnice v rozsahu 32 až 42 °C vytvořená ze zapouzdře-

ných a proti vodě chráněných kapalinových krystalů, reagujících na teplotu změnou barvy.

Sanitär und Heizungstechnik 11/1982

(Bš)

● Regulace ventilátorů nabývá na významu

Britská firma Woods of Colchester (založená v r. 1947), jeden z největších výrobců ventilátorů na světě, investovala v posledních 3 až 4 letech asi 5 milionů liber na výzkum a vývoj ventilátorů a na počítačem řízené výrobní metody.

Firma dodává ventilátory do více než 100 zemí světa, částečně přímo, částečně prostřednictvím sesterských a odbytových společností a její obrat činil v r. 1982 asi 20 milionů anglických liber.

Zkušebny fy. Woods zajímají plochu asi 1 000 m², přičemž „mrтvá“ hluková komora o kubatuře 250 m³ je největší ve Velké Británii.

Axiální ventilátory jsou doménou této firmy a její specialitou jsou tyto ventilátory přímo poháněné elektromotory, většinou vlastní výroby, čímž je docíleno ideální spojení motor — oběžné kolo.

Kromě axiálních ventilátorů nejrůznějšího provedení a zaměření vyrábí firma i radiální ventilátory (i s plynulou regulací), kourové ventilátory (odolnost 615 °C přes 90 min), nástřešní ventilátory aj. včetně tlumičů hluku.

Nejúspěšnější výrobek firmy je bezesporu Varofoil, axiální ventilátor s lopatkami přestavitelnými za chodu, který spolu s mikroprocesorovou regulační jednotkou se především používá pro systémy s proměnným objemovým průtokem a splňuje všechny požadavky na ventilátor pro komfortní i průmyslovou klimatizaci šetrnosti energií. Pozornost výzkumu a vývoje je právě proto především zaměřena na tento typ.

Kombinace ventilátor — regulátor umožňuje např. udržovat:

- konstantní tlak při proměnném objemovém průtoku,
- konstantní objemový průtok při proměnném tlaku,
- konstantní tlak v jedné části systému, zatím co v druhé části se tlak s průtokem mění.

CCI 9/82

(Ku)

● Trubky podlahového vytápění bez příchytek

Firma TA Rokal, Mülheim doporučuje klášt trubky na speciální třídimenzionální nosné matrace, které zároveň slouží jako armování ocelobetonového stropu. Tyto matrace se dají jednoduchým způsobem spojovat.

Sanitär und Heizungstechnik 11/1982

(Bš)

ASHRAE Journal 24 (1982), č. 12

- Industry news (Zprávy z průmyslu) — *Kathy L.*, 16—18, 20.
- Heat pump setback: computer prediction and field test verification of energy savings with improved controls (Seřízení tepelného čerpadla: Ověření výpočtu a provozní zkoušky úspor energie použitím dokonalejší regulace) — *Benton R.*, 23—29.
- Analysis: off-peak cooling methods to reduce energy consumption (Rozbor: metody chlazení mimo zátěž snižují spotřebu energie) — *Kallen H. P.*, 30—33.
- CADD — an engineer's overview (Konstrukční a kreslicí systém s využitím počítače) — *Perry R. P.*, 34—35.
- ASHRAE semiannual meeting, January 23—26, 1983 Atlantic City, New Jersey (Pololetní zasedání ASHRAE, program, abstrakta referátů) — 36—50.

ASHRAE Journal 25 (1983), č. 1

- New products (Nové výrobky) — 31—33.
- Industry news (Zprávy z průmyslu) — 38—42, 44.
- Computer program models cogeneration systems, and results in energy cost reduction (Kogenerační systémy modelů počítačových programů a výsledky ve snížení nákladu na energii) — *Freeman R.*, 59—61.
- ASHAE 1983 semiannual meeting (Výroční zasedání ASHRAE. Program) — 63.
- International air-conditioning, heating, refrigerating exposition (Mezinárodní výstava klimatizace, vytápění a chlazení, Atlantic City, leden 1983. Vystavovatelé) — 66—72.
- Products to be featured (Vystavované výrobky) — 73—82.
- External influences on cooling tower performance (Vnější vlivy na provoz chladicí věže) — *Hensley J.*, 86—89.
- Casino air quality — no gambling permitted (Klimatizace a vytápění kasina v Atlantic City) — *Strouse B. H.*, 99, 102.

Heizung Lüftung Haustechnik 34 (1983), č. 2

- Entscheidungskriterien für den Einsatz von Niedertemperatur-Heizkörper (Rozhodná kritéria pro použití nízkoteplotních vytápěcích těles) — *Dieterle R.*, 43—46.
- Wirtschaftlichkeit von bivalenten Luft/Wasser-Wärmepumpen unter Berücksichtigung von Steuerungsarten und steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten (Hospodárnost bivalentních tepelných čerpadel vzduch-voda s ohledem na drahotní splátky a možnosti daňových odpisů) — *Michel A.*, 47—53.
- Vorzüge und Probleme elektronischer Heizkostenverteiler (Přednosti a problémy elektronických přístrojů — rozdělovačů — na

rozdělení nákladů za vytápění) — *Ziegler H.*, 54—60.

— Klosettspüleinrichtungen für Wohn- und Zweckbauten (Splachovací zařízení WC v obytných a účelových stavbách) — *Strangfeld R.*, 61—67.

— Energieeinsparung durch die Lüftung von Strassentunneln nach dem Kaskadensystem (Úspora energie při větrání silničních tunelů kaskádovým systémem) — *Levy F. L.*, 68.

— Einfuhrtendenzen bei Zentralheizungskesseln aus Stahl und Gusseisen im Vergleich zu den Exporten (Tendence dovozu ocelových a litinových kotlů pro ústřední vytápění ve srovnání s vývozem) — *Hempel Ch.*, 69—73.

— VDI-Fachtagung Zentrale Heizanlagen (Zasedání VDI — Ústřední vytápěcí zařízení) — *Wentzlaff G.*

— Jahrestagung 1982 des DKV in Essen (Výroční zasedání 1982 Německého svazu pro klimatizaci a chlazení v Essenu) — *Moog W.*, 77—78.

Heizung Lüftung Haustechnik 34 (1983), č. 3

— Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten einer Lambda-Sonde für die Sauerstoffkonzentrationsmessung und Luftzahlregelung an Gas- und Ölheizkesseln (Zjištění možností použití sondy „Lambda“ k měření koncentrace kyslíku a regulaci vzduchu u plynových a olejových kotlů) — *Lüth E., Rohr F. J.*, 85—91.

— Abgas-Wärmeaustauscher zur Energieeinsparung (Tepelné výměníky k úspoře energie) — *Ditteich A.*, 92—93.

— Einfuhrtendenzen bei Zentralheizungskesseln aus Stahl und Gusseisen im Vergleich zu den Exporten (Tendence dovozu u kotlů ústředního vytápění z oceli a litiny ve srovnání s vývozem) — *Hempel Ch.*, 94—99.

— Anwendung von pneumatischen Miniaturmembranrelais in der Lüftungs- und Klimatechnik (Použití pneumatických miniaturních membránových relé ve větrací a klimatizační technice) — *Multurs V.*, 100—103.

— Berechnung von psychrometrischen Daten mit einem programmierbaren Taschenrechner (Výpočet psychrometrických údajů kapesním počítačem s programem) — *Amme K.*, 104 až 106.

— Einsatz von Thermostat-Mischbatterien insbesondere im Niedertemperaturbereich (Použití směšovacích baterií s termostatem, zvláště v oblasti nízkých teplot) — *Bankstahl N.*, 107—109.

— Energieeinsparungsgesetz im Dialog der Fachwelt (Zákon o úspoře energie v dialogu odborníků) — 110.

— Passive Sonnenenergienutzung durch Fenster, Außenwände und tempäre Wärmeschutzmaßnahmen (Pasivní využití sluneční energie okny, vnějšími stěnami a přechodnými

opatřeními z hlediska tepelné ochrany) — *Hauser G.*, 111—112.

— Aufbau und Einsatz von Warmwasser Fussbodenheizungen (Konstrukce a použití teplovodního podlahového vytápění) — *Rötgen W.*, 113—118.

— Konvektiver Wärmeübergang an beheizten Fussböden (Konvekční přestup tepla na vytápěných podlahách) — *Schlapmann D.*, 119 až 132.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 50 (1983), č. 1

— Ausreichender Luftwechsel allein reicht nicht aus (Samotná dostatečná výměna vzduchu nestačí) — 5—10.

— Symptomes de crise? — où et comment aborder le marché? (Krizové znaky? — kde a jak přistupovat k trhu?) — *Kistler A.*, 11—13.

— Heisst die kommende technische Revolution Sonnenenergie? (Nazývá se nadcházející technická revoluce sluneční energie?) — *Erdman P.*, 14—15.

Die Kälte und Klimatechnik 36 (1983), č. 1

— Richtig messen und prüfen. Kleine Messgerätekunde für den Praktiker (Správně měřit a kontrolovat. Malá informace o měřicích přístrojích pro odborníka) — *Wegner G. E.*, 6—8, 10, 12.

— Von der Küchenhaube zur integrierten Lüftungsdecke (Od kuchyňského odsvávacího krytu k integrovanému větracímu stropu) — *Göhringer P.*, 14—15.

— DKV 82 — Jahrestagung des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins, 13. bis 15. Oktober 1982 in Essen (DKV 82 — Výroční zasedání německého svazu pro chlazení a klimatizaci, konané ve dnech 13. až 15. října 1982 v Essenu) — *Reichelt J.*, 16, 18.

— Elektrostatische Luftfilter und ihre Wirkungsweise (Elektrostatické filtry vzduchu a jejich účinnost) — 22, 24.

Die Kälte und Klimatechnik 36 (1983), č. 2

— Dichtigkeit von Lüftungskanälen aus Stahlblech (Těsnost vzduchových kanálů z ocelového plechu) — *Wagner W.*, 38, 40, 42.

Luft- und Kältetechnik 19 (1983), č. 1

— Kontinuität in der Forschung — zum Nutzen der Anwender (Kontinuitita ve výzkumu — pro potřeby uživatelů) — *Hermsdorf K.*, 3—7.

— Mikroprozessorgesteuerte lüftungstechnische Anlagen im Haus der DSF in Dresden (Mikroprocesory řízená vzduchotechnická zařízení v domě DSF v Drážďanech) — *Naumann B.*, 18—21.

— Energieökonomische Gesichtspunkte bei der Entwicklung direktgekühlter Klimageräte

(Energetickoekonomická hlediska při vývoji přímo chlazených klimatizačních přístrojů) — *Riedel H. J.*, 21—23.

— Weiterentwickelte Wirbelnassabscheider-Bauteile (Další vyvinutá konstrukční řada výrových mokrých odlučovačů) — *Hartmann P., Hassmann O.*, 23—25.

— Die Voraussage der Abscheideleistung von Nassabscheidern und ihre Genauigkeit (Předpověď odlučivosti mokrých odlučovačů a její přesnost) — *List M.*, 26, 28—30.

— Absorption von Schadgasen in Nassabscheidern (Absorpce škodlivých plynů v mokrých odlučovačích) — *Hockun F., Albrecht W., Schaeu A.*, 31, 33—34.

Sanitär- und Heizungstechnik 47 (1982), č. 10

— Am Innenausbau kaum zu sparen (Na vnějších úpravách sanitárních zařízení nelze šetřit) — 640—642.

— Leider mangelt es auch an Hygienikern (Chybné klima v nemocnicích z viny hygienika) — 643—644.

— Heizkostenverordnung bleibt umstritten (Nařízení o nákladech na vytápění se obchází) — 645—648.

— Bäder zum Wohlfühlen (K dobrým pocitům patří koupání) — 649—656.

— Kein Staat mit zu machen (Nové znění DIN 18025 díl 1. Bydlení pro tělesné postižené) — *Philippen D. P.*, 657—660.

— Ohne Puffer geht es nicht (Použití tepelných čerpadel při bivalentním vytápění — díl 2.) — *Böhm G.*, 661—664.

— Keine Konkurrenz für die Heizung (Sluneční energie ve vytápění — poznámky k energetické bilanci) — 667—669.

— Das Schornsteinproblem ist lösbar (Problém komínů je řešitelný) — *Holler K. F.*, 670—676.

— Mohr Erfahrungswerte für die Praxis (Více hodnotných zkušeností z větrání v praxi bytové výstavby) — *Eckener U.*, 677—678.

— Twin Therm: Verbesserte Einzelraum-Regelung (Firemní sdělení: regulace teploty v místnostech) — 690.

— Kemmlit/Bauelemente: Elementierte Sanitärzellen in vielen Varianten (Firemní sdělení: nové prefabrikované sanitární výrobky) — 691—692.

— Ratzki: Kalkulation von Angeboten mit programmierbaren Taschenrechnern (Firemní sdělení: počítací v sanitární technice) — 697—698.

— Exatron: Erfolgreich mit elektronischem Heizkostenverteiler (Firemní sdělení: elektrotechnické dělení nákladů na vytápění) — 700—702.

Sanitär- und Heizungstechnik 47 (1982), č. 11

— Positiver Bescheid aus dem Klärwerk (Kladné rozhodnutí z čisticí stanice — ministerstvo financí bude vytápeno tepelným čerpadlem na kalových odpadních vodách) — *Kling A.*, 736—739.

— Erft dient als kalte Fernwärme (Tepelné čerpadlo na řece Erft) — *Krammer K.*, 740 až 742.

- Verhalten von Heizungsrohrnetzen bei wechselnden Betriebszuständen (Jak se chová topný potrubí při střídavých provozních podmínkách) — *Otto J.*, 743—745.
 — Mein Wunsch ist, die Côte d'Azur ins Bad zu holen (Práce designéra André Courrèges) — *746—753.*
 — (Fast) noch wie zu Keisers Zeiten (Bazénová hala jako za časů císaře Viléma) — *Genath B.*, 754—758.
 — Viel Wildwuchs in der Tanksanierung (Olejové tanky jsou stálým nebezpečím pro životní prostředí — prosakuji) — 759—760.
 — Der Kunde wil die chromblinkende Vorgarten-Ausführung nicht (Vytápění zítřka — cílový konflikt mezi úsporami energie a rentabilitou — panelová diskuse) — *Genath B.*, 765 až 768.
 — Berechnung von Schwimmbadheizungen nach wirtschaftlichen Kriterien (Výpočet vytápění bazénové haly podle kritérií hospodárnosti) — *Sachse V.*, 769—772.
 — Widerhakenclipse: Werden die Normen wirklich verletzt? (Bezpečnostní držáky — jsou normy opravdu překračovány?) — *Radtke U.*, 777—779, 781.
 — Eine sorgfältige Planung wird immer dringlicher (K pódiové diskusi na stranách 765—768 časopisu) — 780—781.
 — VAG-Armaturen: Know-how aus fünf Unternehmen (Firemní sdělení: litinové armatury) — 798—799.
 — Schürer: Neuer Auftrieb mit Elektro-Zentralspeichern (Firemní sdělení: zásobníky na noční proud) — 800—801.
 — Kloep-Wärmebedientechnik: EDV-Berechnung per Telephon (Firemní sdělení: podlahové vytápění, výpočet počítačem telefonicky) — 802, 807.
 — Küchentechnik No. 6 (Příloha „Technika v kuchyni“ č. 6) — K 295—K 346.
 — Das Forum für den Küchenspezialisten in der Küchentechnik (Fórum specialistů — návrhářů kuchyní: design jako odpověď na krizi) — SK 84—SK 92.

Sanitär- und Heizungstechnik 47 (1982), č. 12

- Trinkwasseranschluss darf nicht Schlosserarbeit werden (Vodovodní přípojka nesmí být zámečnickou prací) — 829.
 — Störungursache: Kaltes Heizöl (Příčinou četných poruch je chladný topný olej) — 830—832.
 — Preis der deutschen Gaswirtschaft für rationellen Erdgaseinsatz 1982 vergeben (Cena německé Společnosti pro výrobu a spotřebu plynu za racionalní využití zemního plynu za rok 1982 udělena) — 833.
 — Drei Fertiggaragen als Heizzentralen (Tři prefabrikované garáže vytvoří topnou centrálu s plynovým čerpadlem pro obytný okrsek) — *Heißburg O., Lohsträter W., Mohr L.*, 834—837.
 — Dezentrale Wärmetauscher auf dem Dach (Decentralizované výměníky tepla na střeše bazénové haly mořských lázní — tepelné čerpadlo) — *Holtkamp E.*, 838—842.
 — Schweregewicht auf optimierter Regelung

(Optimizace regulace vytápění ve skladu samotíži z rozdílu hladin) — *Nägele W.*, 844—849.

— Dank Wärmerückgewinnung fast halbiertter Wärmebedarf (Díky zpětnému získávání tepla je jeho potřeba téměř poloviční) — *Pfeifer H.*, 850—852.

— Die Holländer kommen mit Brennkesseln (Holandané uvádějí nové provozní hodnoty kotlů na plyn) — 853—854.

— Fazit: Überbelegte Räume (Výsledky průzkumu přirozené výměny vzduchu v bytech s netěsnými okny) — *Wegner J.*, 857—860.

— Energie sparen mit Betriebsstundenzählern? (Spoření energie pomocí počítače provozních hodin) — *Schrowang H.*, 861—863.

— Tieftemperaturkessel — eine technische Fehlentwicklung? (Kotel s nízkou teplotou je vývojovou chybou?) — *Eberhardt D.*, 869—871.

— Bauer/KVS: Energierecycling in Schwimm-bädern (Firemní sdělení: využití energie důslednou recirkulací) — 878.

— Walker Crossweller: Armaturen für Haus und Betrieb (Firemní sdělení: nové vodovodní armatury) — 880—881.

— Multibeton: Heizungssysteme passen sich den Oberböden an (Firemní sdělení: stavebnicové prvky v podlahovém vytápění) — 884.

Stadt- und Gebäudetechnik 36 (1982), č. 9

— Fachtagung Gas in Gebäuden '82 — rationeller Gaseinsatz (Přehled přednášek na oborovém dni „Plyn v budovách '82“ — racionalní využívání plynu) — *Fischer O. E.*, 258—259.

— Erhöhung des Wirkungsgrades von Haushalt-Gasanwendungsanlagen (Zvýšení účinnosti při využívání plynu v domácnostech) — *Becker R., Kurth K.*, 259—262.

— Betriebswirkungsgrad von Koch- und Einzelheizgeräten (Provozní účinnost zařízení na vaření a individuální vytápění) — *Hajdu I., Szentkereszty G.*, 262—264.

— Betriebswirkungsgrad von gasgefeuerten Gebrauchswarmwasser-Bereitern (Provozní účinnost plynem vytápěných zařízení na ohřívání užitkové vody) — *Kurth K., Wieschebrink G.*, 264—267.

— Nutzung der Kondensationsenthalpie der Verbrennungsgase bei Gasanwendungsanlagen (Využití entalpie kondenzace spalků u plynových spotřebičů) — *Wilsdorf J., Müller R.*, 267—271.

— Energetischer Vergleich von Gasherden unterschiedlicher Konstruktion (Energetické porovnání plynových sporáků různých konstrukcí) — *Bor A.*, 271—274.

— Neue Gasraumheizer-Baureihe (Nová stavebnice plynových topidel) — *Fritz J.*, 274 až 276.

— Gaskessel für die Zentralheizung von Wohnungen, Ein- und Mehrfamilienhäusern, gesellschaftlichen und kommunalen Einrichtungen (Plynové kotle ústředního vytápění pro byty, rodinné domky pro jednu i více rodin, společenská a komunální zařízení) — *Brödner F., Zöllner W.*, 277—281.

— Jährlicher Heizenergiebedarf von lüftungstechnischen Anlagen mit Wärmerückgewinnung (Teil 2: Klimaanlagen) (Roční spotřeba energie pro vzduchotechnická zařízení se zpětným získáváním tepla — díl 2: Klimatizace) — *Tesche P.*, 281—284.

— Informationen zum Katalog- und EDV-System TGA (Informace o katalogových podkladech pro technická zařízení budov) — *Kiese L.*, 285—288.

Stadt- und Gebäudetechnik 36 (1982), č. 10

— Wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit DDR-UdSSR auf dem Gebiet von Wohnungs- und Gesellschaftsbau (Vědeckotechnická spolupráce NDR—SSSR v oblastech bytové a společenské výstavby) — *Krause H.*, 290.

— Die ingenieurtechnische Ausrüstung des Wohnungs- und Gesellschaftsbaus in den Experimental-Wohnkomplexen Magdeburg und Gorki (Inženýrsko-technické vybavení objektů bytové a společenské zástavby v experimentálním sídlišti v M. a v G.) — *Jarczyk W., Koschmieder B.*, 291—292.

— Wärmerückgewinnung in Lüftungssystemen unter Verwendung von Luft—Luft-Rohrbündel-Wärmeübertragern (Zpětné získávání tepla ve větracích systémech, kde se používá soustavy médií vzduch—vzduch) — *Perel R. E., Bystrou V. P.*, 293.

— Luftheizung mit Wärmerückgewinnung für 5- bis 11-geschossige Wohngebäude (Vzduchové vytápění se zpětným získáváním tepla v 5ti až 11ti podlažních obytných budovách) — *Heinz E., Krüger H. D.*, 294—299.

— Vorschläge zur Verbesserung der Behaglichkeitsbedingungen in Wohngebäuden und deren experimentelle Überprüfung (Návrhy ke zlepšení podmínek pohody v obytných budovách a jejich experimentální ověřování) — *Ivanovskij A. Z., Pavlinova J. B.*, 299—301.

— Energiewirtschaftliche Lösung für die lüftungstechnische Anlage in Kaufhallen (Řešení vzduchotechnických zařízení z hlediska energetického v obchodních prostorách) — *Fohry R., Tesche P.*, 301—303.

— Über die Windeinwirkung auf Wohngebäuden aus Etagelementen (O působení větru na obytné budovy s montovanou konstrukcí) — *Musinskij V. J., Janeš B. K., Chomjakov M. I., Chudjakov G. E.*, 304—305.

— Gebäudeautomationssystem auf mikroelektronischer Basis (Automatizace provozu výměníkových stanic s použitím mikroelektroniky) — *Riedel M.*, 305—308.

— Dispatchieranlagen für die technische Gebäudeausrüstung im Experimental-Wohnkomplex der Stadt Gorki (Dispečink pro technická zařízení budov v experimentálním obytném okruhu v G.) — *Grigorjev N. G., Batkina A. B.*, 308—309.

— Möglichkeiten für die Auslegung von Heisswasser-Fernwärmennetzen bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten (Možnosti zřizování horkovodních dálkových otopných sítí při vyšších rychlostech proudění) — *Kleinwächter M.*, 310.

— Optimierung der Auslegungsgeschwindigkeiten in Wasser-Fernheizungsnetzen (Optimalizace využívání rychlostí proudění ve vodních otopných dálkových sítích) — *Gorschakov B. N., Daserskij M. G.*, 311—312.

— Schwerpunkte der neuen Standards für Be- und Entwässerung von Gebäuden (Těžiště nových norm pro zásobování vodou a kanalizaci v budovách) — *Grothe H., Gentsch L.*, 313—316.

— Methodik der Berechnung der inneren Entwässerungssysteme unter Berücksichtigung der Speicherfähigkeit der Gefalleleitung (Metodika výpočtu vnitřní odvodňovací soustavy s ohledem na rezervoárové vlastnosti odpadních potrubí) — *Rodin W. N.*, 317—318.

— Weiterbildungslehrgänge für Ingenieure der Technischen Gebäudeausrüstung (Dálší vzdělávání vysokoškoláků v oboru TZB) — *Brandt G.*, 319.

Stadt- und Gebäudetechnik 36 (1982), č. 11

— Berechnung der Kalt- und Warmwasser-Versorgungsanlagen für komplexe Wohn- und Gesellschaftsbauten bei wahrscheinlicher Wasserentnahme (Výpočet rozvodů pro zásobování studenou a teplou vodou v souborech bytové a společenské zástavby s pravděpodobností odběru) — *Sopenskij L. A.*, 322 až 325.

— Wärmespeicherung in Wärmenetzen des Abnehmerbereiches (IV) Kriterien für die Bemessung der Wärmelieferanlagen (Skladování tepla v tepelných sítích odběratelů — díl IV. Kritéria pro měření transportních tepelných zařízení) — *Glück B.*, 326—329.

— Rationelle Energieanwendung bei Haushalt-Gasanwendungsanlagen in automatisierten Gerätsystemen (Racionální využití energie v plynových spotřebičích v domácnostech při plné automatizaci těchto přístrojů) — *Weinert W.*, 330—334.

— Betriebs-Wirkungsgrad von Gasgefeuerten Wasserwärmern für Zentralheizungsanlagen (Provozní účinnost plynových ohříváčů vody v ústředním vytápění) — *Kurth K.*, 334—337.

— Leckortung und Schadensklassifikation für Stadtgas- und Erdgasverteilungsnetzen (Určování trhlin a klasifikace škod na rozdělovacích sítích městského a zemního plynu) — *Altmann W.*, 338—340.

— Bautechnische Möglichkeiten zur Beseitigung der Versrottungsgefahr bei Abgasschornsteinen (Stavebně technické možnosti k odstraňování unikání spalků z komínových těles) — *Meszlery C., Chappau M.*, 340—342.

— Informationen zum Katalog- und EDV-System TGA (Informace ke katalogu TZB) — *Kiese L.*, 343—344.

— 14. Fachtagung Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärtechnik in Stralsund (Zpráva o konání kongresu „Vytápění, větrání a TZB“ v březnu t. r. v S.) — *Horway*, 344—345.

— Stand des Einsatzes von Kachelplatten beim Bau örtlicher Raumheizungen mit keramischer Heizfläche (Stav použití keramických desek — kachlů pro stavbu topidel pro).

místní vytápění, zvláště jejich sálavých částí) — *Lippach L.*, 346—349.
— Das Kachleblatt — seine Verarbeitung und Erprobung (Kachle — jejich zpracovávání a využívání) — *Horky W.*, 349—351.

Staub Reinhaltung der Luft 43 (1983), č. 1

— Faserige Stäube — Messung, Wirkung, Abhilfe. Internationales interdisziplinäres Kolloquium vom 4. bis 8. Oktober 1982 in Strassburg (Vláknité prachy — měření, účinek, ochrana. Mezinárodní interdisciplinární kolokvium ve dnech 4.—8. října 1982 ve Strassburku) — 1.

— Messung faserförmiger Stäube (Měření vláknitých prachů) — *Hartkamp H.*, 1—3.

— Wirkungen (Účinky) — *Beck, E. G., Bignon J.*, 4—5.

— Abhilfemaßnahmen (Ochranná opatření) — *Schütz A.*, 5—7.

— Schlussworte (Závěrečné usnesení) — *Buck M.*, 7—8.

— Generierung von Stäuben mit arbeitsplatzspezifischer Charakteristik für Inhalationsuntersuchungen (Vývoj prachů s charakteristikou, která je specifická pro atmosféru pracovišť, pro inhalační zkoušky) — *Grünthaler K. H., Merz D.*, 9—13.

— Explosionsschutz mit Schnellschluss Schieber (Ochrana proti explozi rychlouzavíracím šoupátkem) — *Ebert F.*, 14—17.

— Sampling and analysis of particulate matter in the ambient air of Zurich (Vzorkování a analýza pevných příměsí v ovzduší Curychu) — *Satish J., Bonani G., Wanner H. U., Wölfl W.*, 18—23.

— Ein Schnellverfahren zur Auswertung von „Bleikerzen“ (Rychlá metoda pro vyhodnocení „olovnatých svíček“) — *Raber J., Kosmus W., Grill D.*, 23—24.

— Über das Verhalten des Radons in geschlossenen Räumen (Chování radonu v uzavřených místnostech) — *Lehtimäki M., Kivistu T.*, 25—28.

— Abwasserlose Rauchgasreinigung in Abfallverbrennungsanlagen. Stand der Entwicklung, Perspektiven (Čištění kouřových plynů bez odpadní vody v zařízeních na spalování odpadků. Stav vývoje, perspektivy) — *Reimer H.*, 28—39.

— 10. Jahrestagung der Gesellschaft für Aerosolforschung 1982 (10. Výročí zasedání Společnosti pro výzkum aerosolů — 1982) — *Spurný K.*, 40—46.

Staub Reinhaltung der Luft 43 (1983), č. 2

— Measurements of pollutants emitted during manual arc welding with coated electrodes in an experimental chamber (Měření škodlivin ve zkušební komoře při svařování elektrickým obloukem s obalenými elektrodami) — *Vu Duc, Trinh, Cong Khanh Huynh*, 55—57.

— Überlegungen zur Konzeption wirtschaftlicher thermischer Abluftreinigungsanlagen (Úvahy ke koncepci hospodárných tepelných zařízení na čištění odpadního vzduchu) — *Wiebe H., Carlowitz O.*, 58—61.

— Emissionen bei der Verbrennung von Holz in Kleinfeuерungsanlagen (Emise při spalování dřeva v malých topeništích) — *Schriever E., Marutzky R., Merkel D.*, 62—65.

— Zellebenenmodell für die Ausbreitungsrechnung unter erschwerten Bedingungen (Článekový rovinný model pro výpočet disperze za ztížených podmínek) — *Hock F., Birkle M.*, 66—71.

— Bestimmung und Wiedergewinnungsrate von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) in Proben mit Diesel-Russanteil (Stanovení a zpětné získávání polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH) ve vzorcích s podílem sazí) — *Kaschani D. T.*, 72—74.

— Untersuchungen zur elektrostatischen Aufladung von Steinkohlenstaub (Studium elektrostatického náboje prachu kamenného uhlí) — *Gajewski J. B.*, 75—77.

— Asbestsubstitution in Reibbelägen — Problemanalyse und Entwicklungstendenzen (Náhrada asbestu v třecím obložení — analýza problému a vývojové tendenze) — *Lohrer W., Mierheim H.*, 78—85.

— 3. Weltkongress Filtration, Philadelphia, 1982 (3. světový kongres „Filtrace“; Philadelphia, 1982) — *Spurný K.*, 85—87.

Svetotechnika 51 (1982), č. 10

— „Elektro 82“ — (3-ja međunarodnaja vystavka „Elektrotechničeskoje oborudovanije i linii elektroperedaci“) („Elektro 82“ — 3. mezinárodní výstava elektrických zařízení a výrobků) — *Maiorec A. I.*, 1—9.

— O klasifikaci oblučatelnych svetotechničeskich ustanovok (Klasifikace zářičů ve světelné technice) — *Saryčev G. S.*, 9—10.

— Sravnjenje effektivnosti matallogalogennych lamp pro oblučenii cvetočnoj kultury (Porovnání účinnosti halogenových výbojek z hlediska barevného podání) — *Bolsina N. P., Kosicyn O. A., Ovcukova S. A.*, 10—12.

— Novyj sposob osveščenija mest kontrolja polirovannyh šarov dlja podšipnikov (Nový způsob osvětlování pracovišť kontrolujících leštěněložiskové kuličky) — *Charitonov A. I.*, 18—19.

— Iskusstvennoje osveščenije klassov i učebnyh kabinetov obšeobrazovatelnyh škol za robežom (Umělé osvětlení v učebnách všech typů ve všeobecně vzdělávacích školách v zahraničí) — *Paškovskij R. I.*, 23—26.

- Charakteristiki metallogalogennych lamp s različnym napolneniem (Charakteristiky halogenidových výbojek s různou náplní) — *Kožuško G. M., Rochlin G. N.*, 1—4.
- Ocenka kačestva osvěščenija po spektralnomu sostavu izlučenija (Hodnocení kvality osvětlení podle spektrálního složení světla) — *Lebedkova S. M., Matvejev A. B.*, 11—13.
- O fotometričeskoj teorii diffuznogo svetovoogo polja (Fotometrická teorie difúzniho světelného pole) — *Budak V. P., Melnikov G. A., Savenkov V. I.*, 13—17.
- Svetotechničeskie kriterii ocenki indikatorov sistem vizualizacii (Světelně technická kritéria hodnocení ukazatelů systému vizualizace) — *Grigorjev A. A., Krotov Ju. N., Martynov V. N., Romanov S. S.*, 17—19.
- Opyt ekspuatacii gazorazjadnyh lamp vysoko davlenija u uslovijach krajnego severa (Zkušenosti s instalací vysokotlakých výbojek v severských podmínkách) — *Aleksandrovic L. B., Kvašin G. N., Šestopalov I. V.*, 22—23.
- O neobchdomosti ulučšenija techničeskikh charakteristik ljuksmetrov (Nutnost zlepšení technických charakteristik luxmetrů) — *Fomin A. M., Chazanov V. S.*, 24—25.

Svetotechnika 51 (1982), č. 12

Celé číslo je věnováno rozvoji světelné techniky v SSSR u příležitosti 60. výročí vzniku SSSR. Formou přehledů zpracována dílčí téma podle situace v jednotlivých svazových republikách.

Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1982), č. 11

- Proizvodstvennyj opty fiziko-chimičeskoj očistki bytovych stočnych vod v Sibiri (Zkušenosti z provozu fyzikálně-chemického čištění odpadních vod z domácností na Sibiři) — *Mošalov I. P., Frank O. M., Boldyševskaja E. R.*, 4—5.
- Sbornye opusknye kolodcy — proektiro-

vaniie i stroitel'stvo (Sběrné šachty se spuštenou výztuží — navrhování a stavba)

— *Gurevič I. M., Bival'kevič A. I.*, 6—7.

- Izmenenie kislorodnogo režima očiščennych stočnych vod v processe ich transportirovki po truboprovodam i zakrytym kanalam (Změna kyslíkového režimu vyčištěných odpadních vod v procesu jejich dopravy potrubím a uzavřenými kanály) — *Gontar' Ju. V., Epštejn. V. S.*, 7—9.
- Fil'try dlja kondicionerov i pritočnoj ventiliacii (Filtry pro klimatizační jednotky a přetlakové větrání) — *Chlebnikov Ju. P.*, 9—10.
- Zavisimosti dlja skorosti na osi osnovnogo učastka struj s neravnomernym načal'nym polem skorostej (Závislosti pro rychlosti na osi základní části proudů s nerovnoměrným počátečním polem rychlostí) — *Taliev V. N.*, 11—12.
- Avtomatizirovannaja sistema centralizovanogo upravlenija rabotoj teplovych punktov (Automatizovaný systém centrálního řízení provozu tepláren) — *Dračnev V. P.*, 14—17.
- Obespečenie stabil'nogo dejstvija beregovych vodozabornych sooruzenij (Zabezpečení stabilního chodu zařízení pro jímání vody) — *Alekseev V. S., Grebennikov V. P.*, 18—20.
- Rezervy povyšenija ekonomičnosti sistem gorjačego vodosnabženija (Rezervy ve zvýšení úspor při provozu systému dodávání horké vody) — *Čistiakov N. N., Pokrovskaja I. B., Šopenskij L. A., Sazonov R. P., Tamborcov B. V.*, 21—22.
- Opredeleñie optimal'nogo varianta očereditnosti stroitel'stva očistnych sooruzenij (Stanovení optimální varianty sledu výstavby zařízení na čištění vody) — *Tešaev A. T., Bezrukov A. A., Bobochodžiev R. Ch.*, 23—24.
- ASU TP dlja vodoprovodnogo i kanalizacionogo chozjajstv. Opty japonskich firm (ASÚ technologických procesů v systémech vodovodů a kanalizace. Zkušenosti japonských firem) — *Taršiš M. S., D'jačkov A. V.*, 26—27.

Ztv

5

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 26, číslo 2, 1983. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro životní prostředí, v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, v Praze, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Rozšířuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přírodní jímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS ÚED Brno. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 000 Praha 6. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)
Distribution rights in the western countries: Kubon & Sagner, P.O. Box 340 108, D-8000 München 34, GFR.

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

© Academia, Praha 1983.